

RICERCHE SULLE STELLE A PECULIARI: STUDIO DI HD 224801

Nota di M. HACK e T. TAMBURINI (*)

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

RIASSUNTO. — Si danno i risultati dello studio spettrografico di HD 224801. L'aspetto generale dello spettro è caratterizzato dalla eccezionale intensità delle righe del Si II e Sr II. Il numero di righe visibili della serie di Balmer e l'intensità delle righe del Fe I e Fe II indicano una classe di luminosità IV o V. D'altra parte l'intensità di H γ è uguale a quella di una stella di tipo B4, ma l'assoluta mancanza delle righe dell'elio e la presenza di numerose deboli righe metalliche esclude questa classificazione; perciò fra le peculiarità di HD 224801 va annoverata anche la debole intensità delle righe dell'idrogeno.

Si studiano le variazioni d'intensità delle righe e le variazioni di velocità radiale durante il periodo della curva di luce, determinato da Provin, uguale a 3^d.74. Le curve di velocità radiale presentano 3 massimi distanti circa 1/3 di periodo; l'allargamento delle righe interpretato come dovuto a velocità di rotazione porta ad un periodo di rotazione di 1^d.25. Le osservazioni di Babcock del campo magnetico indicherebbero pure un'inversione di polarità col periodo di 1^d circa. Questi fenomeni rientrerebbero nel quadro della teoria delle macchie proposta da Deutsch, ma la variazione d'intensità delle righe non è invece facilmente interpretabile in base a questa teoria.

ABSTRACT. — The results of the spectrographic study of HD 224801 are given. The main features of the spectrum are the exceptional intensities of Si II and Sr II lines. The number of Balmer lines and the ratio of intensities of Fe I and Fe II lines suggest a luminosity class IV or V. The intensity of H γ is characteristic of a B4V star; but the complete absence of the He lines and the presence of many weak metallic lines excludes this classification; the most probable type seems A0V: the weak intensity of the hydrogen lines must be put between the peculiarities of this spectrum.

The variations of the lines intensities and radial velocities are studied during the period of the light curve which is 3^d.74 (Provin). The radial velocities curves show 3 maxima distant about 1/3 of period. The broadening of the lines, interpreted as produced by a rotational velocity gives a period of rotation of 1^d.25 and the Babcock's observations of the magnetic field suggest an inversion of polarity with period of about 1^d.

These facts can be explained by the Deutsch hypothesis of the spots, but the variation of intensity of the lines is not easy to explain.

INTRODUZIONE

Nel quadro delle ricerche sulle stelle A peculiari, ricerche intese a raccogliere il maggior numero possibile di informazioni sulle condizioni fisiche e sulla composizione chimica di questi oggetti, si studia lo spettro di HD 224801. Essa è classificata come A0p secondo l'HD, che le assegna una grandezza 6.2. La stella è stata studiata fotoelettricamente da Provin (¹) che ha trovato un'ampiezza di variazione nel giallo di 0.04 grandezze, come pure un cambiamento di colore di 0.015 grandezze, con

(*) Pervenuta il 20 novembre 1958.

la stella più blu al minimo di luce. Provin ⁽¹⁾ ha tratto dalle sue ricerche i seguenti dati:

$$\text{max luce} = \text{JD } 2434222.77 + 3.7422\text{E}$$

Babcock ⁽²⁾ trova che questa stella ha un campo magnetico piuttosto forte, con inversioni di polarità che si susseguono probabilmente a distanza di un giorno (ma questa affermazione sembra piuttosto audace data la scarsità del materiale utile: dei 25 spettri di cui egli disponeva pochissimi sono stati presi in giorni consecutivi e delle tre osservazioni in queste condizioni una indica un permanere del segno positivo del campo magnetico).

Abbiamo compiuto, per quanto lo permetteva la relativamente piccola dispersione dei nostri spettrogrammi, misure di intensità delle righe e di velocità radiale allo scopo di determinare le eventuali variazioni e possibilmente stabilire il periodo di tali variazioni.

LE OSSERVAZIONI

I sette spettrogrammi sono stati presi nel settembre 1957 al riflettore Zeiss dell'Osservatorio di Merate, con lo spettrografo Zeiss nella combinazione camera media che dà una dispersione di 35 Å/mm ad H_γ. La fenditura è stata tenuta fissa a 60μ, corrispondenti a circa 30μ sulla lastra. Nella tab. I si riportano i dati relativi alle osservazioni.

TABELLA I

Lastra	Data	Spettro	T.M.E.C.	Posa	Fase	Emulsione
			h m	m	P	
167	6-9-57	502	22 47	90	0.58	x2A Ferr.
168	7-9-57	507	23 59	90	0.86	» »
169	8-9-57	514	23 05	120	0.12	» »
170	9-9-57	521	23 45	90	0.39	» »
172	14-9-57	529	22 45	90	0.72	103a0 Kodak
173	15-9-57	532	22 30	90	0.98	» »
174	16-9-57	538	22 50	90	0.25	» »

Come sorgente per lo spettro di confronto è stato usato un arco ad elettrodi di ferro. La taratura delle lastre è stata eseguita facendo uso dello spettrosensitometro dell'Osservatorio di Merate.

Gli spettrogrammi sono stati registrati al microfotometro registratore dell'Osservatorio di Merate, impiegando un ingrandimento 50.

IDENTIFICAZIONE DELLE RIGHE

Si sono scelte, su ogni microfotogramma, le righe misurabili e si è proceduto alla loro identificazione mediante l'impiego delle tavole dei

multipletti di C. Moore (³), nel cui uso ci si è attenuti ai soliti criteri già accennati in altre note. Si fornisce, nella tab. II, un elenco delle righe identificate.

TABELLA II

λ	identificazione
4608	07.94 Y II 80(?) - 08.03 Gd II 144(?)
4550	49.21 Fe II 186 - 49.47 Fe II 38 - 49.62 Ti II 82
4481	Mg II 4
4390	90.58 Mg II 4 - 90.86 Sm II 15 - 90.95 Sm II 15
4352	51.76 Fe II 27
4326	25.76 Fe I 42 - 25.77 Nd II 10
4303	03.17 Fe II 27 - 03.57 Nd II 10
4299	00.05 Ti II 41
4296	96.57 Fe II 28 - 96.05 La II 53 - 96.08 Gd II 46 - 96.30 Gd II 117 - 96.74 Zr II 98
4232	33.17 Fe II 27 - 32.38 Nd II 8
4201	02.03 Fe I 42
4198	97.07 Gd II 117 (?) - 98.31 Fe I 152 (?)
4192	91.07 Gd II 34 - 91.50 Zr II 108
4186	86.60 Ce II 1 - 86.70 Zr II 97 - 87.04 Fe I 152 - 87.80 Fe I 152
4179	78.85 Fe II 28 - 77.32 Nd II 10 - 79.43 Cr II 26 - 79.81 Zr II 99
4130	30.88 Si II 3 - 29.73 Eu II 1 - 30.37 Gd II 19-49
4128	28.05 Si II 3
4117	17.013 Ce II 35 - 18.55 Sm II 54
4110	09.45 Nd II 10 - 10.38 Ce II 29 - 11.01 Cr II 18-26
4090	90.52 Zr II 29 (?)
4086	85.56 Gd II 50 - 86.07 La II 10
4077	77.71 Sr II 1
4075	73.76 Gd II 44 - 75.71 Ce II 57
4046	45.81 Fe I 43
4026	26.19 He I 18 (?) - 26.36 He I 18 (?)
4012	12.50 Cr II 183 - 12.25 Nd II 10 - 12.39 Ce II 206
4009	08.71 Pr II 28 (?) - 08.91 Gd II
3993	93.21 Gd II 1
3991	91.14 Zr II 30
3986	87.21 Gd II 19
3984	84.67 Ce II 152
3979	79.51 Cr II 183
3958	57.67 Gd II 19 - 58.24 Zr II 16
3954	54.60 O I 30 - 54.69 O I 30
3952	51.97 V II 10 - 52.00 Gd II 1
3939	40.15 Pr II (?)
3936	35.94 Fe II 173
3934	33.66 Ca II 1 - 34.14 Zr II 7 - 34.82 Gd II 1
3932	31.37 Ce II 61
3930	30.50 Eu II 5
3912	12.42 Ce II 60 - 13.46 Ti II 34
3907	06.04 Fe II 173 - 07.10 Eu II 5 - 07.29 Ce II 253 - 08.41 Ce II 65
3905	05.53 Si I 3 - 05.64 Cr II 167 - 06.04 Fe II 173
3902	02.40 Gd II 19
3898	96.98 Sm II 5
3866	65.59 Cr II 167 - 66.01, 66.54 Cr II 130.
3863	62.59 Si II 1
3856	56.02 Si II 1
3854	53.66 Si II 1 - 54.19 Ce II 62 - 54.32 Ce II 61
3851	50.69 Gd II 2 - 50.97 Gd II 2 - 52.45 Gd II 2.

I corsivi rappresentano le identificazioni assolutamente sicure.

Per quelle righe di cui si era presentata impossibile o fortemente affetta da errore la misura della larghezza $\Delta\lambda$, per essere le righe stesse affette da blend (dove con $\Delta\lambda$ si indica la larghezza della riga, misurata in corrispondenza di una intensità pari al 50% dell'intensità massima), si è assunta una larghezza strumentale pari a quella dell'immagine della fenditura sulla lastra, cioè 0.03 mm, il che è lecito trattandosi di righe deboli.

LO SPETTRO DI HD 224801

a) *Profondità centrali e loro periodo di variazione*

Partendo dall'ipotesi che il periodo di variazione dell'intensità delle righe fosse quello fornito da Provin per le variazioni di luce, si sono calcolate le fasi corrispondenti alle varie osservazioni e, dopo aver scelto quelle righe per le quali il periodo era completamente coperto, cioè che erano suscettibili di misure di intensità su ogni spettro, si sono riportate le R_c in funzione della fase (fig. 1). In generale si può dire che, ove ci sono variazioni forti e sicure, nel periodo di 3^d.74 si ripetono due e anche tre massimi di intensità. E questo comportamento trova rispondenza nelle variazioni di velocità radiale di cui si dirà più avanti.

Si avverte la necessità di riprendere lo studio di questa stella, onde avere una maggiore abbondanza di punti che permettano di seguire le variazioni con maggiore continuità e stabilire con più esattezza il periodo.

b) *Aspetto generale dello spettro e confronto con i risultati di Babcock*

Incerta appare la presenza del MgII, di cui la riga più intensa, la 4481, è misurabile solo sullo spettro 538 (il migliore dal punto di vista fotografico).

Incerta anche la presenza dell'O I, di cui compare una sola riga, la 3954, anche se ben misurabile su tutti gli spettri.

Sono presenti numerose righe metalliche, specialmente del FeI e del FeII, oltre a qualcuna del Cr II e Ti II, ma si tratta di righe per lo più deboli e blend.

Per quanto riguarda le righe dell'Eu II, Babcock trova piuttosto spiccate le loro variazioni, cosa che le nostre misure non sembrano confermare.

Molto intense le righe del Si II (e in questo si concorda con Babcock) come pure la 4077 dello Sr II (per Babcock invece le righe dello Sr II sono soltanto visibili).

c) *Confronto delle larghezze equivalenti con quelle di stelle di tipo noto.*

Ritenendo utile un confronto con il comportamento di altre stelle A peculiari e di almeno una stella A normale, si sono scelte le larghezze equivalenti delle righe meno affette da blend e delle quali per le stelle

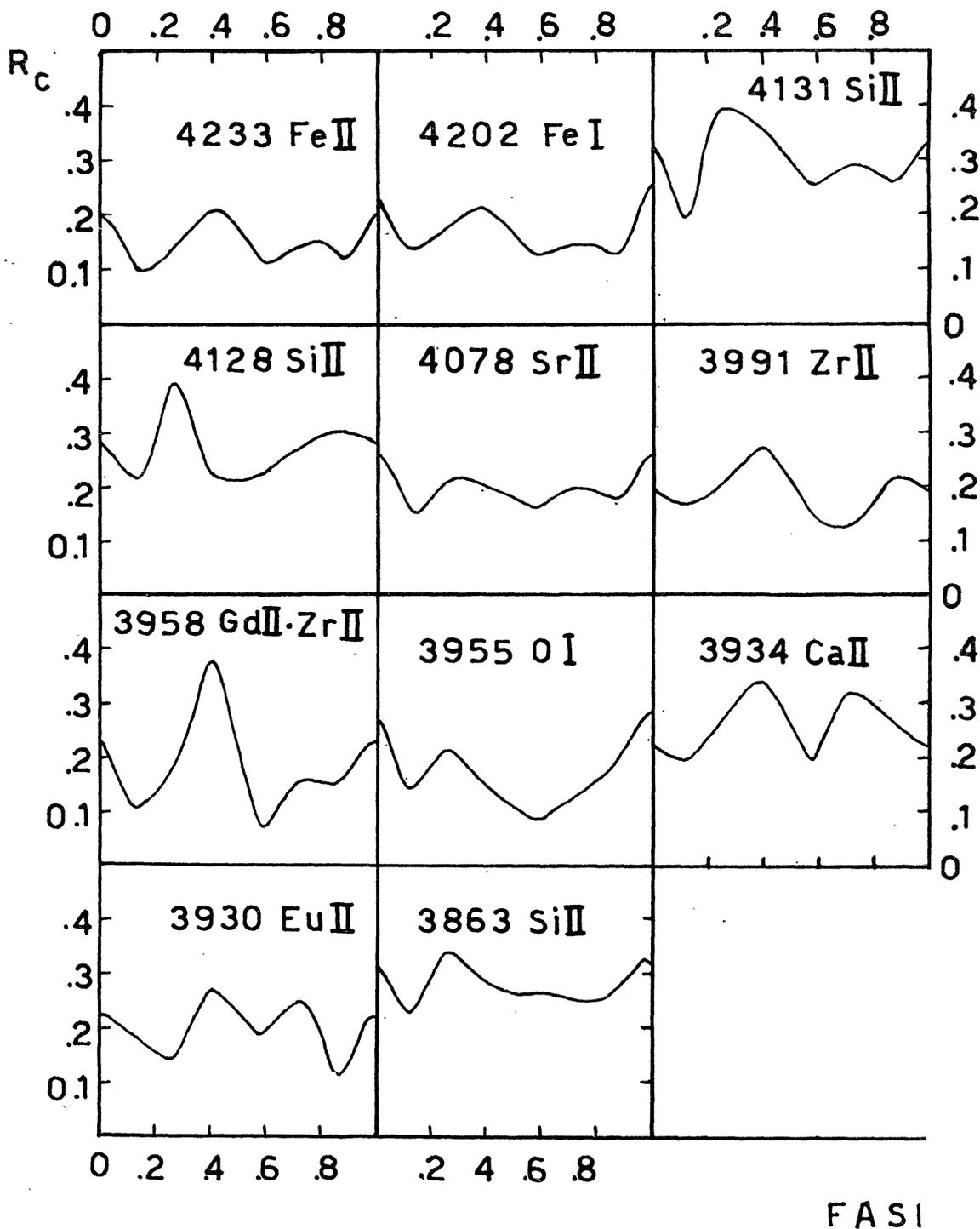


Fig. 1

scelte erano note le misure fornite dai vari Autori e si è proceduto ad un esame comparativo delle intensità totali (v. tab. III).

TABELLA III

λ	HD 224801	α Lyrae (1)	α Cygni (2)	ϵ U Ma (3)	HD 34452 (4)	α^2 CVen (5)
4481 Mg II	0.26	0.34	0.64	0.35	0.75	0.23
4352 Fe II	0.17	0.07	0.43		0.10	
4326 Fe I	0.14	0.07	0.11			
4233 Fe II	0.19	0.11	0.56	0.20	0.22	0.16
4131 Si II	0.31	0.07	0.27	0.09	0.52	0.25
4128 Si II	0.30	0.07	0.24	0.14	0.51	0.33
4078 Sr II	0.24	0.06	0.08			0.09
4012 Cr II	0.14	0.04		0.12		0.16
3934 Ca II	0.21	0.70	0.94	0.35	0.44	0.17
3930 Eu II	0.15					0.14
3905 Fe II, Cr II, Si I	0.12	0.05				
3863 Si II	0.18	0.10		0.04	0.23	0.16
3856 Si II	0.27	0.15		0.14	0.31	0.23
3854 Si II	0.17	0.05		0.07	0.19	0.12

(1) Hunger - Z. f. Ap. **36**, 42, 1955.

(2) Buscombe - Ap. J. **114**, 73, 1951.

(3) Casati e Hack - Mem. S.A.I. **28**, 3, 1957.

(4) Casati e Hack - Mem. S.A.I. **27**, 3, 1956.

(5) Hack e Tamburini - Mem. S.A.I. **29**, 165 (1958).

Si nota l'intensità veramente eccezionale, non solo rispetto alle stelle A normali, ma anche alle altre A peculiari, della 4078 Sr II, e la notevole intensità delle righe del Si II che hanno (specialmente la 3863, la 3856 e la 3854) una W_λ vicina a quella delle righe della « stella al silicio » HD 34452.

Debole la K del Ca II, spiccatamente più debole che nelle stelle A normali, il che accade del resto per moltissime altre stelle A peculiari.

d) *Variazione di larghezza delle righe e confronto fra R_c e W_λ .*

Poichè Babcock accenna a variazioni di larghezza nel profilo delle righe, si è ritenuto opportuno confrontare l'andamento con la fase delle R_c e delle W_λ (fig. 2) per stabilire se eventuali differenze di comportamento potevano provare l'asserzione di Babcock. Ora se l'accordo fra il detto andamento delle R_c e delle W_λ sembra ottimo per le righe del Fe I 4201, Fe II 4233 e per l'Eu II 3930, indizio quindi che la larghezza delle righe è rimasta costante, altrettanto non si può dire per la 3991 Zr II e 3958 blend di Zr II e Gd II, dove comincia a notarsi qualche disaccordo, e soprattutto nelle righe del Si II 4131 e 4128, nella 4078

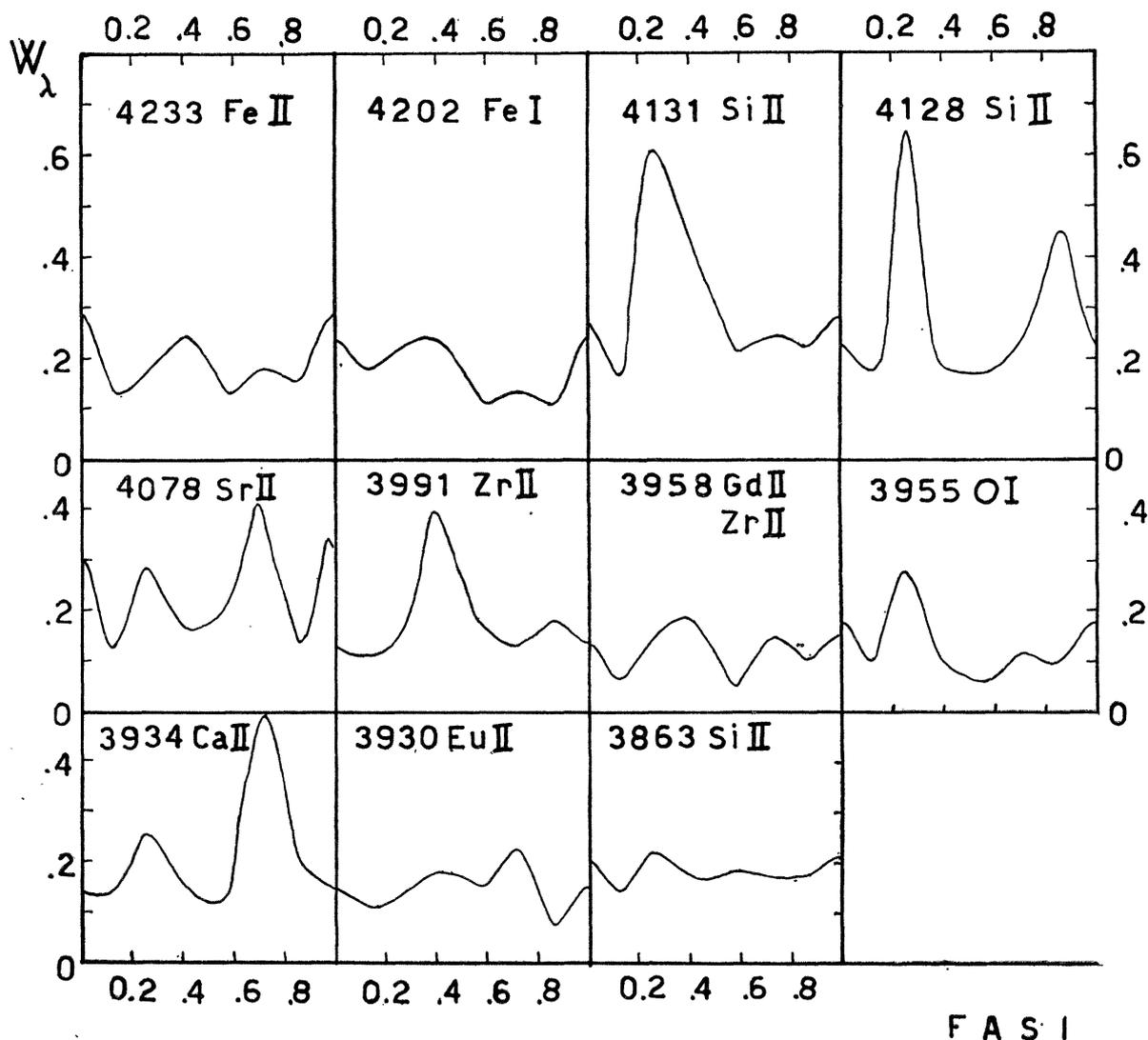


Fig. 2

dello Sr II e nella K del Ca II, che rivelano un allargamento alle fasi di massima intensità. E benchè le due righe 4128 e 4131 del Si II siano spesso impastate dalla 4129 dell'Eu II e pertanto non si abbia sempre la possibilità di misure molto esatte della loro larghezza, tuttavia il comportamento abbastanza sicuro delle altre due righe menzionate sembra permettere di affermare che una variazione della larghezza delle righe esiste e là dove il fenomeno si manifesta è tanto più cospicuo non solo quanto più intensa è la riga, ma anche in corrispondenza dei suoi massimi di intensità.

VELOCITA' DI ROTAZIONE E VELOCITA' RADIALI

Babcock (²) fornisce per molte delle stelle da lui studiate un « indice di larghezza » delle righe che egli indica col simbolo w . Ora, poichè lo

allargamento delle righe è sensibilmente legato alla velocità di rotazione della stella, si è pensato di ricorrere, per quanto riguarda questo ultimo parametro, ai dati di Sletteback (⁴) per tentare di stabilire una relazione fra w e $V \text{ sen } i$. E per quanto poche fossero le stelle di cui erano noti contemporaneamente questi due elementi (vedi tabella IV) si è

TABELLA IV

Nome	$V \text{ sen } i$ (Km/sec)	w
68 Tau	15	0.2
γ Vir N	< 25	0.5
α^2 C Ven	42	0.36
78 Vir	25	0.18
π^1 Boo	0	0.4
β Cr B	< 25	0.15
δ Cr B	0	0.07
52 Her	52	0.4
γ Equ	< 25	0.09
k Psc	42	$0.3 < w < 1.2$

$V \text{ sen } i$ (Km/sec)

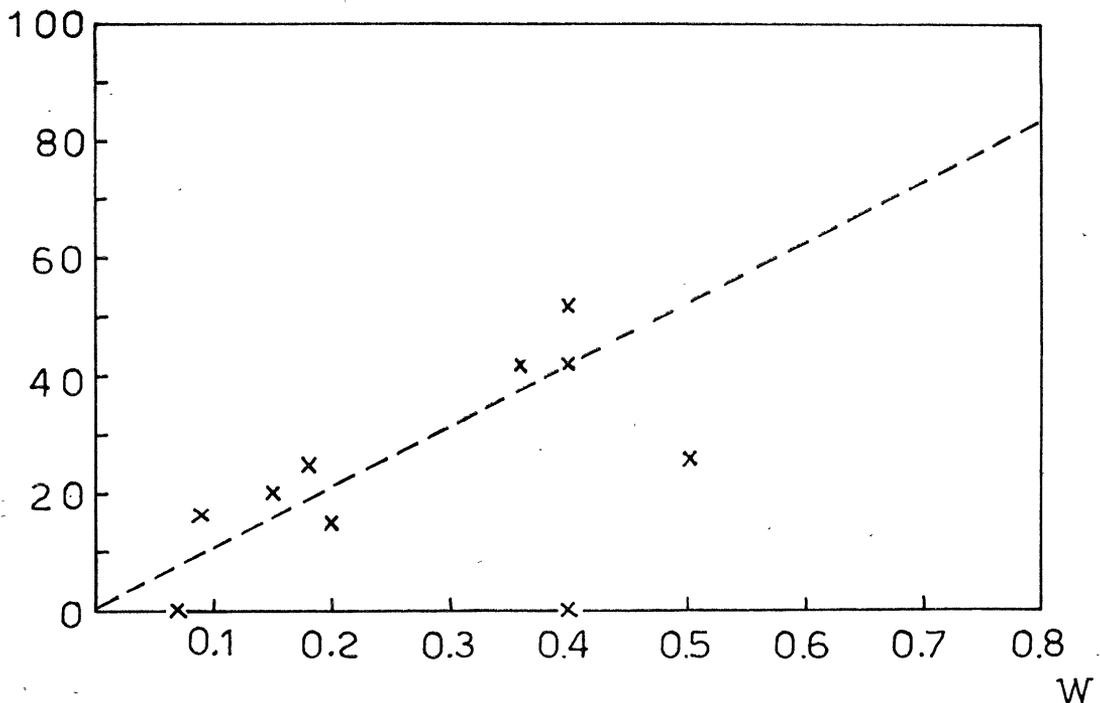


Fig. 3

potuto tracciare una curva (fig. 3) che, se pure in forma puramente indicativa, sembra fornire per HD 224801, per la quale Babcock dà $w = 0.8$, una velocità di rotazione dell'ordine di 80 Km/sec.

La semplice relazione:

$$P = \frac{2 \pi R}{V}$$

che, trattandosi di stelle che occupano all'incirca tutte la stessa posizione nel diagramma di Russell e potendosi dunque ritenere di raggio all'incirca costante, diventa:

$$P = \frac{100}{V}$$

porta di conseguenza a un periodo di 1^d.25. Questo sembra concordare assai bene col periodo delle osservate variazioni di velocità radiale (v. tab. V).

TABELLA V

n. lastra λ	169	174	170	167	172	168	173
				VR			
<i>Si II</i>							
3854		0			+ 8	+ 7	+ 3
3856	+ 18	- 1	+ 34		+ 3	- 4	+ 19
3862	+ 34	0	+ 31	- 7	+ 32	- 22	+ 29
4128	+ 33	- 8		+ 20	+ 19	+ 19	+ 5
4131	+ 49	0	+ 9	+ 26	+ 21	+ 5	+ 17
<i>H</i>							
H ₈	+ 10	- 21	+ 43	- 9	+ 13	- 21	+ 4
H ₇	- 6	- 2	+ 8	- 18	+ 23	- 44	- 3
H ₆	+ 15	+ 6	+ 23	- 16	+ 19	+ 13	+ 15
H ₅	+ 32	- 2		+ 16	+ 39		+ 18
<i>Eu II</i>							
3930	+ 25	- 38	+ 1		+ 11	- 26	+ 8
<i>Ca II</i>							
3934	+ 20	+ 12		- 17	+ 25	+ 1	+ 40
<i>Fe II</i>							
4233	+ 26	- 5	+ 33		+ 44		+ 2
4352				- 19	- 1		+ 30
<i>Sr II</i>							
4078	+ 77	8	+ 17	- 30	+ 46	+ 7	- 10

Le misure di VR sono state eseguite al misuratore di spettri Mioni dell'Osservatorio di Merate. Per ciascuna riga si sono fatte quattro letture andando dal rosso al violetto e quattro dal violetto al rosso. I calcoli sono stati eseguiti con i metodi usuali. Nella tab. V si danno le VR ridotte al Sole. (Le riduzioni sono state eseguite coll'ausilio delle tavole di Herrick (⁵)). Si rileva che il valore medio delle VR è in discreto accordo col valore dato da Young (⁶), mentre l'ampiezza di variazione da noi rilevata è circa una volta e mezzo superiore. Più forti variazioni sembra presentare la VR dello Sr II, ma non si può asserire con assoluta certezza che queste variazioni siano reali: infatti, essendo misurabile una sola riga dello Sr II, gli errori possono essere forti.

Le curve ottenute riportando le VR in funzione della fase (fig. 4) indicano, meglio che le curve di variazione delle R_c o delle W_λ , che nel periodo assunto di $3^d.74$ si ripetono con una certa regolarità tre massimi. Il che sembra portare alla conclusione che il periodo di rotazione coincide col periodo di variazione delle VR. Elementi questi che si adeguano abbastanza bene alla teoria delle macchie avanzata da Deutsch (⁷). Resta invece ardua la spiegazione delle osservate variazioni di intensità delle righe, che nella suddetta teoria dovrebbero ripetersi con lo stesso periodo di variazione delle VR e di rotazione e che invece nel caso da noi studiato non solo non si accordano con le osservazioni di VR, ma

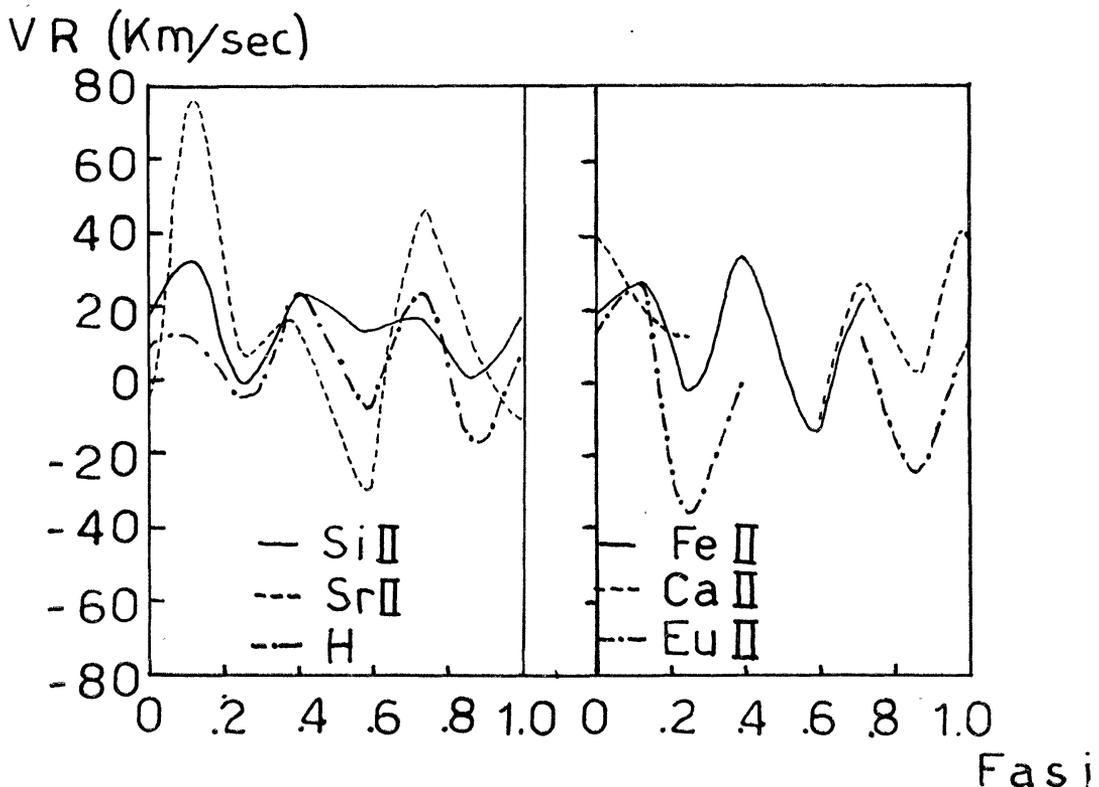


Fig. 4

mancano di regolarità e di accordo anche fra loro, essendo in qualche caso tre e in qualche caso (per es. la K del Ca II e la 4128 del Si II) decisamente soltanto due i massimi nel periodo di 3^d.74. E non basta; sempre nell'ipotesi delle macchie prima di un massimo di intensità la velocità radiale dovrebbe essere di avvicinamento, dopo il massimo, di allontanamento. Ora invece si trova che Si, Ca e Sr hanno una velocità radiale che varia approssimativamente in opposizione di fase con la profondità centrale, mentre per l'Eu si ha una variazione in fase.

Si sono inoltre confrontati i nostri grafici con le curve di luce fornite per HD 224801 da Provin. Anch'esse presentano un massimo secondario, massimo che manca però nell'ultravioletto, nel periodo assunto di 3^d.74, ma tentare di stabilire una relazione con l'andamento delle curve di R_c , di W_λ e di VR e di interpretare poi tutte queste variazioni alla luce della teoria delle macchie sembra veramente impossibile.

CALCOLO DELLA DENSITA' ELETTRONICA E DETERMINAZIONE DEL NUMERO DI ATOMI DI IDROGENO

Il calcolo della densità elettronica è stato eseguito per mezzo della formula di Inglis e Teller che collega tale densità con il numero quantico n corrispondente all'ultima riga visibile della serie di Balmer:

$$(1) \quad \log N_e = 23.26 - 7.5 \log n$$

Nel nostro caso è $n = 15$.

Pertanto si trova:

$$\log N_e = 14.41$$

Per la determinazione del numero di atomi di idrogeno assorbenti si è applicata la formula di Holtzmark:

$$(2) \quad W_\lambda^{\frac{5}{2}} = K \cdot N_{02} \cdot N_e \left(\frac{R_c}{0.45} \right)^{\frac{3}{2}}$$

che in forma logaritmica si scrive:

$$(2') \quad \frac{5}{2} \log W_\lambda = \log K + \log N_{02} + \log N_e + \frac{3}{2} \log R_c - \frac{3}{2} \log 0,45$$

Con K si è indicata una costante che varia col variare della riga, N_{02} rappresenta il numero di atomi di idrogeno neutro nello stato eccitato 2 contenuti in una colonna di base 1 cm² e altezza uguale all'altezza efficace dell'atmosfera, N_e è la densità elettronica, ed R_c la profondità centrale.

Per H_γ si trova:

$$W_\lambda = 6.3$$

E ponendo :

$$-\log K - 0.52 = -\log K_1$$

la (2') diventa :

$$(2'') \quad \log N_{0,2} = \frac{5}{2} \log W_\lambda - \log N_e - \frac{3}{2} \log R_c - \log K_1$$

Per H_γ si ha :

$$-\log K_1 = 28.58$$

Pertanto :

$$\log N_{0,2} = 16.46$$

DETERMINAZIONE DEL TIPO SPETTRALE E DELLA CLASSE DI LUMINOSITA'

Per decidere quale sia il tipo spettrale e la classe di luminosità che spiegano meglio l'aspetto generale dello spettro si sfrutta la relazione fra la variazione d'intensità di una riga e il tipo spettrale, parametro la classe di luminosità. La osservata larghezza equivalente di H_γ sembra permettere di inserire la nostra stella in un punto della curva corrispondente al tipo B4, e di assegnarla a una classe di luminosità IV o V (⁸). Si è anche utilizzata la relazione fra tipo spettrale e numero n delle righe di Balmer osservabili (⁹), e questo procedimento indica un tipo spettrale B0 e una classe di luminosità V. Però la mancanza delle righe dell'He impone uno spostamento verso un tipo spettrale più avanzato. Per tentare di risolvere la questione si confrontano le intensità di righe significative con le corrispondenti di stelle di tipo noto. Naturalmente in questa operazione di confronto sono da escludere a priori quelle righe la cui intensità particolarmente accentuata costituisce proprio la peculiarità di tutte queste stelle, cioè quelle del Si, dello Sr e delle terre rare. Pertanto le righe più adatte allo scopo sembrano essere quelle del Fe. Per quanto poco numerose siano quelle di cui disponiamo, tuttavia può essere indicativo il fatto che l'ordine di grandezza della 4352 Fe II, della 4326 Fe I e della 4233 Fe II sia lo stesso che in α Lyrae, A0V, il che conferma che il tipo spettrale di HD 224801 è più avanzato di B4 e che deve trattarsi di stella nana.

Del resto per quel che riguarda la classe di luminosità può essere interessante anche il confronto con α Cygni: il ferro neutro ha un'intensità dello stesso ordine di grandezza di α Lyrae e di HD 224801, mentre il ferro ionizzato è molto più intenso in α Cygni. Basta pensare che α Cygni è classificata Ia e pertanto la sua bassa densità favorisce particolarmente la ionizzazione.

CONCLUSIONI

Perciò le caratteristiche essenziali dello spettro di HD 224801 si possono così riassumere: il numero di righe di Balmer visibili e quindi la densità elettronica e il grado di ionizzazione del Fe indicato dall'intensità delle righe del Fe I e Fe II danno per certa l'appartenenza di questa stella alla classe di luminosità V. D'altra parte l'intensità delle righe dell'idrogeno e il numero di righe visibili indicherebbe un tipo B4V, ma l'assenza delle righe dell'elio (alla lunghezza d'onda 4026 è visibile una debole riga che potrebbe essere individuata come He I, ma l'assoluta mancanza delle altre intense righe dell'He I, come la 4471, 4388, 4144, 4120 fa ritenere pochissimo probabile questa identificazione) prova che il tipo spettrale deve essere più avanzato che B8. Perciò fra le peculiarità di questa stella, oltre all'eccezionale intensità delle righe del Si, Sr e terre rare e la debole intensità della 4481 Mg II, che ricordiamo è visibile e misurabile nel solo spettro 538, va annoverata anche la debole intensità delle righe di Balmer.

Si può comunque dire che il tipo spettrale non deve essere molto diverso da quello di α Lyrae, cioè A0V.

Anche per quanto riguarda l'interpretazione della variazione di intensità delle righe e della velocità radiale nulla si può concludere con precisione, se non che la teoria delle macchie di Deutsch, come del resto già prima quella del rotatore obliquo di Babcock sembra non essere sufficiente a spiegare fenomeni così poco regolari come quelli che si vanno via via osservando col progredire degli studi sulle stelle magnetiche, e che sembra pertanto più ragionevole pensare a delle fluttuazioni piuttosto irregolari, che sfuggono per ora ad un'ipotesi unica e ben definita.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Provin - Ap. J. **118**, 494, 1953.
- 2) Babcock - Ap. J. Suppl. **3**, 203, 1958.
- 3) Moore - Multiplet table. Princeton 1945.
- 4) Sletteback - Ap. J. **119**, 146, 1954.
» Ap. J. **121**, 102, 1955.
» Ap. J. **121**, 653, 1955.
- 5) Herrick - L.O.B. **17**, 85, 1935.
- 6) Young - Publ. David Dunlap Obs. **1**, 71, 1939.
- 7) Deutsch - P.A.S.P. **68**, 92, 1956.
- 8) Casati e Hack - Mem. S.A.I. **27**, 12, 1956.
- 9) Struve e Unsöld - Ap. J. **91**, 365, 1940.

