

## RICERCHE SULLE STELLE A PECULIARI: $\epsilon$ UMa

Nota di BRUNA CASATI e MARGHERITA HACK (\*)

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

RIASSUNTO. — Si mettono in evidenza le peculiarità dello spettro di  $\epsilon$  U Ma confrontandolo con quello di  $\alpha$  Lyr; ambedue le stelle sono classificate A0 V. Si studia inoltre la variabilità di alcune righe spettrali. I risultati sono confrontati con quelli di altri osservatori; poichè sono spesso discordanti fra loro, si riassumono nel seguente quadro:

Swensson	Deutsch	Slettebak	Casati e Hack
K Ca II eccez debole	K Ca II eccez. debole		K Ca II eccez. debole
	4128 e 4131 Si II più forti del normale.	peculiare la forza del Cr e Eu.	4128 e 4131 Si II normali; Cr II e Mn I più forti, Fe II e Fe I legger- mente più forti, Ti II leggerm. più debole del normale. Eu sembra normale.
K variabile in accordo coi dati di Guthnick	K variabile in accordo coi dati di Guthnick.		K variabile in accordo coi dati di Guthnick.
Le altre righe variabili sono tutte in opposizione di fase alla K.	Le righe del Cr II sono variabili in senso opposto alla K.		Le righe del Cr II sono variabili in opposizione di fase alla K; la 4233 Fe II è in fase con la K.
4481 Mg II e 3866 Fe I + Cr II non variano.			4481 e 3866 sono variabili e sfasate di 1 <sup>a</sup> rispetto alla K. E' probabile una variazione di H $\gamma$ e H $\delta$ .

Le righe del Fe I e Fe II permettono di costruire la curva di crescenza. Si trovano i seguenti risultati:  $T_{ion} = 9500^{\circ}\text{K}$ ,  $\log P_e = 1.81$ ,  $\xi_T = 1.4$  km/sec,  $\log g = 4$ ,  $H/Fe = 6000$ .

ABSTRACT. — The peculiarities of the spectrum of  $\epsilon$  U Ma are studied by comparison with the spectrum of  $\alpha$  Lyr; both stars are classified A0 V. The variability of some spectral lines

(\*) Ricevuta il 10 dicembre 1956.

are also studied. The results are compared with those of other researches. These results often disagree; therefore they are summed up in this table:

Swensson	Deutsch	Slettebak	Casati e Hack
K Ca II: exception. weak int.	K Ca II: exception. weak int.		K Ca II: exception. weak int.
	4128 and 4131 Si II: exception. strong int.	Cr. and Eu: peculiar strenght.	4128 and 4231 are normal; Cr II and Mn I are stronger than normality; Fe II and Fe I: a little stronger and Ti II a little weaker than normality. Eu II probably normal.
K Ca II variability agrees with the Guthnick's data.	K Ca II variability agrees with the Guthnick's data.		K Ca II variability agrees with the Guthnick's data.
The other variable lines all change in the opposite sense of K.	Cr II lines are variable in the opposite sense of K.		Cr II lines change in opposite sense of K; Fe II 4233 change in the same sense of K.
Mg II 4481 and Fe I + Cr II 3866 are not variable.			4481 and 3866 are variable. A variation of H $\gamma$ and H $\delta$ is probable.

The curve of growth give these results for the atmosphere of  $\epsilon$  U Ma:  $T_{\text{ion}} = 9500^{\circ}\text{K}$ ,  $\log P_e = 1.81$ , turbulence  $\xi_r = 1.4$  km/sec,  $\log g = 4$ ,  $H/Fe = 6000$ .

$\epsilon$  U Ma, classificata A0 p secondo Harvard e A2 s secondo M. Wilson è stata inclusa nel nostro programma di ricerche sulle stelle A peculiari. Da Morgan e da Chalonge è stata classificata A0 V <sup>(1)</sup>. Il gradiente fra 4250 e 6250 Å determinato a Greenwich <sup>(2)</sup> è eguale a 0.95 e corrisponde ad un tipo appena un po' meno avanzato che A0. La principale peculiarità di  $\epsilon$  U Ma consiste nella debole e periodicamente variabile intensità della K del Ca II. Malgrado si tratti di una stella di grandezza 1.68 non è stata molto studiata.

P. Guthnick <sup>(3)</sup> in due studi compiuti nel 1931 e nel 1934 trovò che alcune righe hanno intensità variabile periodicamente, ed alcune nello stesso senso, ed altre in senso opposto alla K del Ca II; egli trovò il seguente periodo di variabilità, contato dall'istante del minimo d'intensità della K del Ca II:

$$2.426.437,01 + 5,0887 E.$$

Nel 1943 compare uno studio di Struve ed Hiltner <sup>(4)</sup> su spettrogrammi a gran dispersione. Si notava che certe righe apparivano doppie

ad alcune fasi, e ad altre semplici. Il periodo dato da Guthnick rendeva bene conto delle osservazioni fatte nel 1943. Nel 1944 Swensson <sup>(5)</sup> studia degli spettrogrammi di media dispersione, e dà una lista delle righe identificate, con stime di intensità, e segnala le righe variabili. Egli trova, contrariamente a Guthnick, che tutte le righe variabili sono in opposizione di fase alla K del Ca II. Egli esegue anche il confronto delle intensità con  $\alpha$  Cyg; notiamo qui che è però scarsamente indicativo confrontare una stella di classe di luminosità Ia con una di classe V.

Nel 1946 Deutsch <sup>(6)</sup> fa una rassegna di stelle A con spettro variabile, e vi include  $\epsilon$  U Ma. Egli accenna che va notato, oltre alla debolezza della K, anche la forza della 4128 e 4131 del Si II; le righe del Cr II sono variabili ed in senso opposto alla K.

Infine Slettebak <sup>(7)</sup> nelle sue determinazioni della velocità di rotazione, trova per  $\epsilon$  U Ma un valore di 30 km/sec, e la segnala come una stella A peculiare, caratterizzata dall'intensità eccezionale delle righe del Cr e dell'Eu.

Lo scopo della nostra ricerca è di misurare quantitativamente le intensità delle righe per determinarne le variazioni, che fin'ora erano state soltanto stimate qualitativamente, e studiarne la costituzione fisica dell'atmosfera, in base al metodo della curva di crescita.

#### LE OSSERVAZIONI.

Gli spettrogrammi sono stati presi allo spettrografo Zeiss di Merate, nella combinazione camera lunga, che dà una dispersione di 23 Å/mm ad H $\gamma$ . La fenditura è stata tenuta fissa a 25  $\mu$ , corrispondenti a 20  $\mu$  sulla lastra, e cioè ad un potere risolutivo di 50 tr/mm.

Nella tabella I sono riportati i dati relativi alle osservazioni, e le fasi corrispondenti, calcolate in base agli elementi dati da Guthnick.

TABELLA I

Lastra	Spettro	Data	Posa	Emulsione	Fase
H 84	278	19-4-'56	10 <sup>m</sup>	Kodak 0-a0	2d.11
H 85	281	2-5-'56	5	»	4 .91
H 85	282	»	20	»	4 .92
H 85	283	»	10	»	4 .93
H 87	286	4-5-'56	10	»	1 .83
BC 88	287	17-5-'56	12	»	4 .65
BC 89	290	18-5-'56	20	»	0 .56
H 90	291	23-5-'56	10	»	0 .47
H 90	292	27-5-'56	10	»	4 .47
H 93	297	15-6-'56	10	Ferrania Orto Blu	3 .12
H 93	298	»	20	»	3 .13
H 94	300	19-6-'56	15	»	2 .04
BC 95	303	21-6-'56	15	»	4 .04
BC 95	306	22-6-'56	15	»	5 .04
H 97	307	23-6-'56	15	»	0 .94

LO SPETTRO DI  $\epsilon$  U MA E SUO CONFRONTO CON  $\alpha$  LYR.

Fra tutte le righe identificate e di cui si è misurata la larghezza equivalente, si è scelto un certo numero, e cioè quelle più intense per ciascun elemento, e meno affette da blends, per studiarne le variabilità e confrontarne l'intensità con quella corrispondente di  $\alpha$  Lyr, che come  $\epsilon$  U Ma, è classificata A0 V, e presenta all'incirca lo stesso gradiente, la stessa discontinuità e lo stesso numero di righe di Balmer visibili ( $\alpha$  Lyr:  $\varphi = 1,0$   $D = 0,52$   $n = 19$  <sup>(2, 1, 8)</sup> —  $\epsilon$  U Ma  $\varphi = 0,96$   $D = 0,54$   $n = 18$  <sup>(2, 1)</sup>).

Nella tabella II sono riportate le righe scelte, l'identificazione, le larghezze equivalenti A medie per  $\epsilon$  U Ma, le larghezze equivalenti A per  $\alpha$  Lyr, tratte dal lavoro di Hunger <sup>(9)</sup>, e il rapporto A( $\epsilon$  U Ma)/A( $\alpha$  Lyr).

TABELLA II

$\lambda$	$\alpha$ Lyr	$\epsilon$ U Ma	$\epsilon$ U Ma/ $\alpha$ Lyr	$\lambda$	$\alpha$ Lyr	$\epsilon$ U Ma	$\epsilon$ U Ma/ $\alpha$ Lyr
3734.4 H13	3.4	3.5	1.0	4012.3 Ti II } .5 Cr II }	0.04	0.12	3.0
3750.1 H12	4.6	5.0	1.1	4030.7 Mn I	0.03	0.11	3.7
3759.3 Ti II } .5 Fe II }	0.14	0.11	0.8	4033.1 Mn I	0.02	0.13	6.5
3761.3 Ti II } .7 Cr II }	0.11	0.17	1.55	4045.8 Fe I	0.09	0.11	1.2
3770.6 H11	6.5	7.0	1.1	4063.6 Fe I	0.07	0.12	1.7
3797.9 H10	9.0	9.0	1.0	4067.0 Ni II	0.02	0.09	4.5
3815.8 Fe I	0.06	0.15	2.5	4101.7 H $\delta$	15.0	9.0	0.6
3820.4 Fe I	0.07	0.12	1.7	4128.0 Si II	0.07	0.14	2.0
3825.9 Fe I	0.06	0.08	1.3	4130.9 Si II	0.07	0.09	1.3
3835.4 H9	12.0	11.0	0.9	4163.6 Ti II	0.05	—	< 1
3838.3 Mg I	0.12	0.07	0.6	4178.8 Fe II	0.07	0.15	2.1
3853.7 Si II	0.05	0.07	1.4	4233.2 Fe II	0.11	0.20	1.8
3856.0 Si II	0.15	0.14	0.9	4226.7 Ca I	0.07	0.11	1.6
3859.9 Fe I	0.09	0.15	1.6	4242.4 Cr II	0.03	0.15	5.0
3862.6 Si II	0.10	0.04	0.4	4246.8 Sc II	0.06	0.08	1.3
3865.5 Fe I } .6 Cr II }	0.05	0.15	3.0	4340.5 H $\gamma$	16.0	12.0	0.75
3889.0 H8	14.5	11.0	0.75	4443.8 Ti II	0.07	—	< 1
3900.5 Ti II	0.09	0.08	0.9	4481.1 Mg II	0.34	0.35	1.05
3902.9 Fe I	0.02	0.08	4.0	4549.5 Fe II } .6 Ti II }	0.18	0.26	1.45
3913.5 Ti II	0.10	0.07	0.7	4558.8 Cr II	0.07	0.15	2.1
3933.7 Ca II	0.70	0.35	0.5	4583.8 Fe II	0.10	0.15	1.5
3970.1 H7	15.0	12.0	0.8	4588.2 Cr II	0.06	0.18	3.0
				4861.3 H $\beta$	16.0	11.0	0.7

Per avere un indice del comportamento globale degli spettri dei singoli elementi in  $\epsilon$  U Ma ed in  $\alpha$  Lyr, nella tabella III si danno i rapporti fra le medie delle larghezze equivalenti di tutte le righe di un dato elemento. Se ne traggono le seguenti deduzioni, elemento per elemento:

H: le righe di Balmer sono un po' più intense in  $\alpha$  Lyr.

Mg I: il confronto è incerto, basandosi sulla sola riga 3838, che è blend con la H9.

Mg II : la 4481 ha circa la stessa intensità in  $\alpha$  Lyr ed in  $\epsilon$  U Ma.

Si II : sono presenti le 5 righe più intense del Si II, ma tutte parecchio blend, ad eccezione se mai della 3856. Contrariamente a quanto riportato da Deutsch le righe del Si II hanno all'incirca la stessa intensità in  $\alpha$  Lyr ed in  $\epsilon$  U Ma.

Ca I : il confronto si basa sull'unica riga a 4227 che è la principale componente di un blend con una riga del Fe I, ed è perciò poco indicativo.

Ca II : la 3934 in  $\epsilon$  U Ma ha un'intensità metà di quella normale ad una stella A0. Questa, come abbiamo detto, è una delle principali caratteristiche del suo spettro.

Sc II : il confronto è basato su un'unica riga ed è perciò molto incerto.

Ti II : delle 5 righe studiate tutte risultano un po' più deboli in  $\epsilon$  U Ma ; si pensa che l'effetto sia reale.

Cr II : delle 5 righe del Cr II, tutte risultano notevolmente più intense in  $\epsilon$  U Ma. Questo risultato concorda con la classificazione datane da Slettebak.

Mn I : le due righe a 4030 e 4033 sono 5 volte più intense in  $\epsilon$  U Ma che in  $\alpha$  Lyr. Come molte altre stelle A peculiari, anche  $\epsilon$  U Ma sarebbe perciò caratterizzata da un'intensità eccezionale dello spettro del Mn. sebbene nella letteratura non si sia trovato cenno di questo particolarità.

Fe I e Fe II : tanto le righe del Fe I che del Fe II sono di intensità circa doppia in  $\epsilon$  U Ma.

Ni II : il confronto, basato su un'unica riga, probabilmente blend, ha poco valore.

Eu II : è possibile che le due più intense righe dell'Eu II, la 4205 e la 4130, siano presenti, ma blend con molte altre righe. Comunque non sembrano eccezionalmente intense, al contrario di quanto risulterebbe dalla classificazione di Slettebak.

TABELLA III

Elemento	N. righe studiate	$\epsilon$ U Ma/ $\alpha$ Lyr	Elemento	N. righe studiate	$\epsilon$ U Ma/ $\alpha$ Lyr
H I	10	0.8	Ti II	5	< 0.8
Mg I	1	0.6	Cr II	5	3
Mg II	1	1.05	Mn I	2	5
Si II	5	1.2	Fe I	7	2
Ca I	1	1.6	Fe II	4	1.7
Ca II	1	0.5	Ni II	1	4.5
Sc II	1	1.3			

LA VARIABILITA' DELLE RIGHE IN  $\epsilon$  U MA.

Le righe date nella Tabella II sono state esaminate per scoprirne la variabilità o meno. Nella fig. 1 sono riportate le curve di variazione dell'intensità. L'epoca del minimo della K del Ca II, fornita da Guthnick nel 1931, rende bene conto anche delle nostre osservazioni del 1956. Mentre Guthnick aveva trovato che alcune righe variavano in fase con la K ed altre in senso opposto, Swensson trova che tutte le righe variabili sono in opposizione di fase con la K. I nostri risultati mostrano invece che la 4233 del Fe II varia in fase con la K del Ca II, mentre le 4559 e 4588 del Cr II sono in opposizione di fase (quest'ultimo risultato in accordo con quanto trovato da Deutsch). Altre righe, come la 4481 del Mg II, la 3860 del Fe I, la 3866 del Fe I e Cr II, la 4046 del Fe I, la 4584 del Fe II presentano curve sfasate rispetto alla K, e precisamente il loro minimo ed il loro massimo cade un giorno dopo il minimo ed il massimo

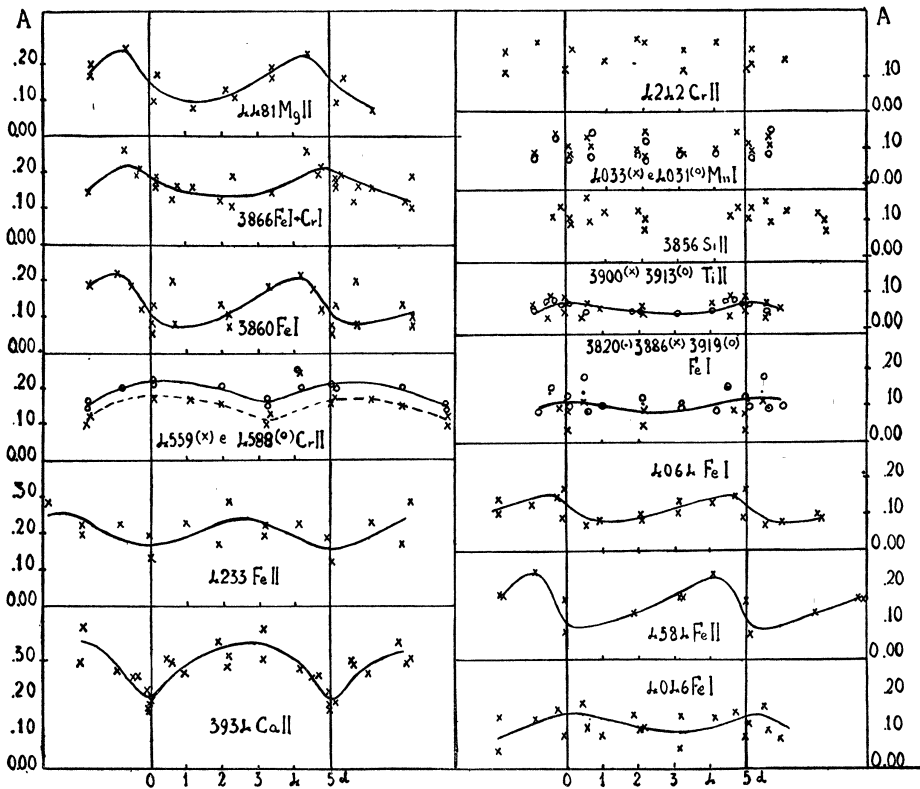


Fig. 1.

della K. Per tutte le altre righe o si dispone di troppo pochi punti, o le intensità sono troppo deboli per poter dire se realmente c'è una variazione o no. Si ha infatti a che fare con righe la cui larghezza equivalente è dell'ordine di 0.10 Å, e per cui l'errore è dello stesso ordine dell'eventuale ampiezza di variazione.

Swensson trova inoltre che la 4481 e la 3866 non sono variabili, contrariamente ai nostri risultati che sono particolarmente sicuri nel caso di queste due righe, che sono fra le più intense dello spettro di  $\epsilon$  U Ma. Notiamo però che in tutte le precedenti ricerche su  $\epsilon$  U Ma non erano state fatte misure di larghezze equivalenti, ma solo stime di intensità, le quali, nel caso di righe deboli, sono molto ingannevoli, soprattutto se gli spettrogrammi confrontati non hanno la stessa identica densità, il che è sempre un po' difficile ad ottenersi.

Per quanto riguarda lo spettro dell'idrogeno, non è stata trovata una variazione sicuramente superiore al limite degli errori, nei profili delle righe di Balmer. Soltanto  $H\gamma$  ed  $H\delta$  mostrano una variazione che potrebbe essere reale, sebbene l'intensità corrispondente alla fase 0<sup>d</sup>.94 scarti regolarmente dalla curva (fig. 2).

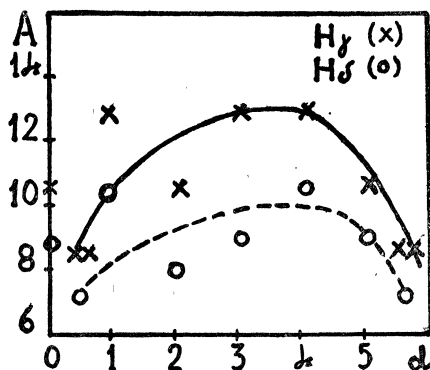


Fig. 2.

#### L'ATMOSFERA DI $\epsilon$ U MA.

*Lo spettro dell'idrogeno.* Seguendo il metodo di Unsöld calcoliamo il numero di atomi di idrogeno neutro  $N_{o,2} h$ , nello stato eccitato 2, che si trovano in una colonna di base  $1 \text{ cm}^2$  e altezza  $h$ , eguale all'altezza efficace dell'atmosfera. I due metodi che ammettono che l'assorbimento avvenga in uno strato otticamente sottile danno come limite inferiore per  $\log N_{o,2} h$  i valori

$$\log N_{o,2} h \geq 16.30 \text{ (dalla serie spettrale)}$$

$$\log N_{o,2} h \geq 16.72 \text{ (dalla discontinuità di Balmer).}$$

La formula di Minnaert

1)  $\log N_{O_2} h = 16.86 - \log \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R_c} \right)$ , che tien conto dello spessore finito dello strato, dà

$$\log N_{O_2} h = 17.52$$

La discordanza fra questo e i precedenti valori prova come non sia ammissibile l'ipotesi dello strato sottile. Nella 1) è stato posto  $R_c = 0.85$ , corrispondente alla profondità centrale di  $H\beta$ ,  $H\gamma$ ,  $H\delta$ ,  $H7$  e  $H8$  (fig. 3).

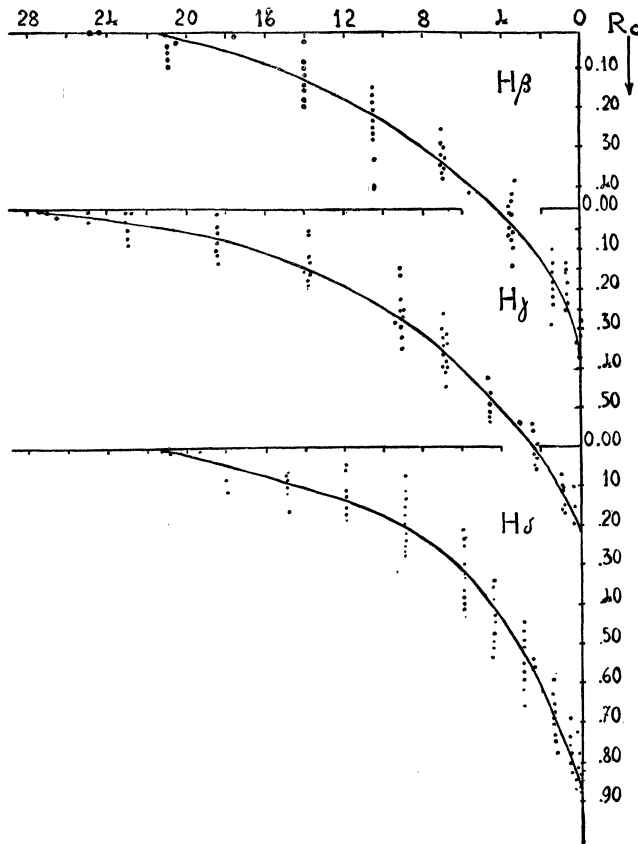


Fig. 3.



Si calcola poi la densità elettronica servendosi delle due formule di Inglis e Teller e di Holtzmark. Si trova

$$\log N_e = 13.86 \text{ (Inglis e Teller; } n = 18)$$

$$\log N_e = 13.52 \text{ (Holtzmark, H}\beta\text{)}$$

$$\log N_e = 13.85 \text{ (Holtzmark, H}\gamma\text{)}$$

$$\log N_e = 13.65 \text{ (Holtzmark, H}\delta\text{)}.$$

Si assume perciò

$$\log N_e = 13.74$$

*La curva di crescita.* Soltanto Fe I e Fe II presentano un numero di righe poco o punto blend, originate in livelli aventi circa lo stesso potenziale d'eccitazione, che possono essere impiegate nella costruzione della curva di crescita. Nella tabella IV sono elencate queste righe, insieme ai  $\log N_f$  solari e alle larghezze equivalenti ottenute facendo la media dei risultati relativi ai 15 spettrogrammi di cui si dispone.

TABELLA IV

$\lambda$	P. E.	$\log N_f$	$-\log A/\lambda$	$\lambda$	P. E.	$\log N_f$	$-\log A/\lambda$
Fe I				segue Fe I			
4250.79	1.55	4.27	4.60	3938.05	2.68	(3.20)	4.83
4271.76	1.48	4.86	4.51	4184.90	2.82	(2.95)	4.59
4005.25	1.55	(4.30)	4.58	4326.76	2.94	4.60	4.45
4045.82	1.48	5.26	4.58	3821.18	3.25	2.90	4.46
4063.60	1.55	5.00	4.63	4247.43	3.35	3.10	4.68
4143.87	1.55	4.55	4.66	4238.03	3.40	(2.85)	4.47
3815.84	1.48	4.00	4.42	4219.36	3.56	(2.25)	4.80
3902.95	1.55	3.79	4.62	Fe II			
3852.57	2.17	2.90	4.58	4233.17	2.57	2.63	4.32
4191.44	2.46	4.15	4.75	4087.27	2.57	0.27	4.90
4198.31	2.39	(3.90)	4.53	4122.64	2.57	1.86	4.84
4210.35	2.47	3.57	4.62	4178.86	2.57	2.31	4.46
4222.22	2.44	3.34	4.74	4369.40	2.77	1.22	4.60
4250.13	2.46	4.09	4.48	4002.07	2.77	(1.10)	4.42
4260.48	2.39	4.72	4.63	4555.89	2.82	2.43	4.43
4271.16	2.44	4.39	4.50				

La curva di crescita (fig. 4), in base alle traslazioni verticali ed orizzontali necessarie per riportarla sulla curva teorica, permette di determinare rispettivamente la velocità di turbolenza e le abbondanze rispetto al sole del Fe I e Fe II, e di qui, servendosi del valore precedentemente trovato per la densità elettronica, di stimare la temperatura di ionizzazione.

Ecco i risultati:

Velocità di turbolenza - dalla relazione  $v = \sqrt{\frac{2RT}{\mu} + \xi_T^2} = 2.9$  km/sec, posto  $T = 9500^\circ\text{K}$ , si ha  $\xi_T = 1.4$  km/sec.

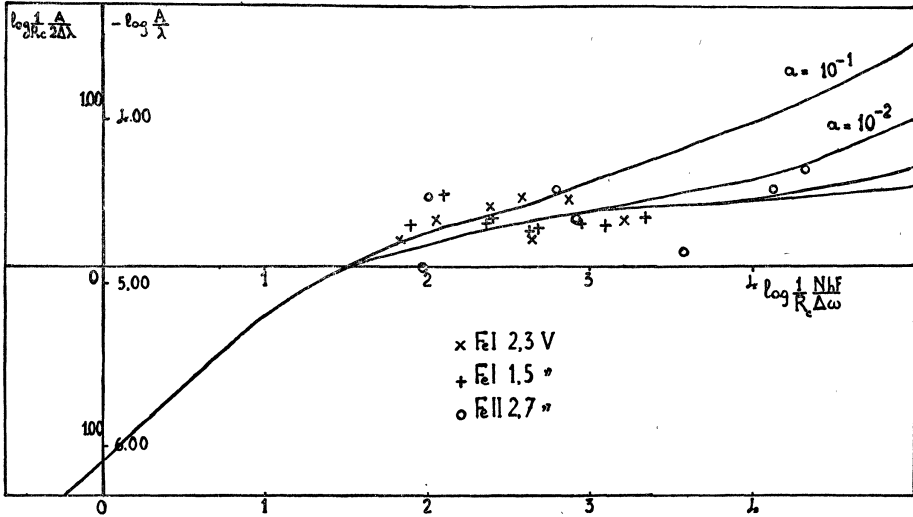


Fig. 4.

Abbondanze relative al Sole - Per il Fe I nello stato eccitato corrispondente al potenziale di eccitazione 2.3 eV si ha

$$\log \frac{N_{0,s} h_*}{N_{0,s} h_{\odot}} = -1.66$$

Per il Fe II nello stato eccitato corrispondente al potenziale d'eccitazione 2.7 si ha

$$\log \frac{N_{1,s} h_*}{N_{1,s} h_{\odot}} = 1.56.$$

*Temperatura di ionizzazione e pressione elettronica* - Introducendo nella formula di Saha i valori di  $N_0 h$  e  $N_1 h$  espressi in funzione di  $N_{0,s} h$  e di  $N_{1,s} h$ , grazie alla formula di Boltzmann, e dividendo membro a membro le due relazioni relative alla stella e al Sole, si ottiene

$$\begin{aligned} \log \frac{N_{r+1,s'} h_*}{N_{r+1,s'} h_{\odot}} - \log \frac{N_{r,s} h_*}{N_{r,s} h_{\odot}} &= (\theta_* - \theta_{\odot}) (\chi_{r,s} - \chi_{r+1,s} - \chi_r) + \\ &+ 2.5 \log \frac{T_*}{T_{\odot}} - \log \frac{P_{e*}}{P_{e\odot}} \end{aligned}$$

Introducendo in questa un valore della temperatura stellare presumibile dal tipo spettrale, si ricava  $\log P_e$  e di qui  $\log N_e$  e lo si confronta con quello precedentemente ricavato dallo spettro dell'idrogeno. Si varia poi  $T^*$  fino a trovare un valore di  $P_e$  che dia  $N_e$  in accordo col valore trovato prima

Si pone nella 2)  $\log P_{e\odot} = 1.51$ ,  $\theta_{\odot} = 0.89$  (<sup>10</sup>).  
 Per  $\theta_* = 0.53$  e quindi  $T = 9500\text{K}$  si trova  $\log P_e = 1.81$  e  $\log N_e = 13.69$   
 in buon accordo col valore trovato prima.

*Abbondanze totali dell'H e del Fe* - Questi valori della pressione elettronica e della temperatura di ionizzazione permettono di determinare, per mezzo delle formule di Boltzmann e di Saha, il numero totale di atomi di idrogeno e di ferro presenti in una colonna di base  $1\text{ cm}^2$  e altezza  $h$ . Per il ferro la determinazione è relativa al Sole, e per passare al valore assoluto occorre introdurre il numero di atomi di ferro presenti sul Sole,  $\log Nh_{\odot} = 18.94$  (<sup>10</sup>).

Si trova  $\log Nh (H) = 22.96$

$$\log Nh (Fe) = 19.20$$

da cui  $H/Fe = 6000$ .

Non si procede alla determinazione delle abbondanze per gli altri elementi, perchè ci si dovrebbe basare su un numero sempre molto piccolo di righe e spesso parzialmente blend.

*Confronto dei profili delle righe di Balmer con i profili teorici calcolati da Verweij* - Il confronto con i profili teorici calcolati per  $\theta = 0.5$  permette di stimare il valore della gravità. Si trova  $\log g = 4$ .

#### CONCLUSIONE.

Lo studio delle condizioni fisiche dell'atmosfera di  $\epsilon$  U Ma ha permesso di confermare il suo carattere di stella appartenente alla sequenza principale, con  $\log g = 4$  e  $T_{\text{ion}} = 9500^\circ\text{K}$ , ed ha mostrato che la velocità di turbolenza è trascurabile.

Il confronto con lo spettro di  $\alpha$  Lyr ha messo in luce alcuni fatti nuovi: la forza delle righe del Mn I, del Fe I e Fe II e la relativamente debole intensità delle righe del Ti II; ha confermato la forza delle righe del Cr II e ha contraddetto che le righe del Si II siano particolarmente intense.

Le curve di variazione d'intensità delle righe hanno pure messo in evidenza alcuni fatti nuovi: due righe ritenute non variabili, la 4481 e la 3865, variano invece, sfasate di  $1/5$  di periodo rispetto alla K del Ca II; la 4233 del Fe II varia in fase e non in opposizione alla K del Ca II.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) Chalonge e Divan - Ann. Astroph. **15**, 201, 1952.
- 2) Greenwich - M. N. **100**, 189, 1940.
- 3) Guthnick - Sitz. Preuss. Akad. Wiss. Berlin, n. 27, 1931.
- 4) Hiltner e Struve - Ap. J., **98**, 225, 1943.
- 5) Swensson - Ap. J., **99**, 258, 1944.
- 6) Deutsch - Ap. J., **105**, 296, 1947.
- 7) Slettebak - Ap. J., **119**, 146, 1954.
- 8) Struve e Unsöld - Ap. J., **91**, 365, 1940.
- 9) Hunger - Z. f. Ap. **36**, 42, 1955.
- 10) Wright - Publi. Victoria, **3**, 1, 1951.

