

ELEMENTI SPETTROSCOPICI DELLA BINARIA BETA AURIGAE

Nota di P. GALEOTTI e G. GUERRERO (*)
(*Centro di Astrofisica del C.N.R. - Sezione di Merate*)

SUMMARY. — The elements of the spectroscopic orbit of the double-line eclipsing binary β Aurigae, HD 40183, have been redetermined using 17 grating spectra (dispersion 34 Å/mm) obtained at the Observatory of Merate during 1966 and the first months of 1967. Koch, Sobieski, Wood, in their « A Finding List for Observers of Eclipsing Binaries », defined as « desirable » the spectroscopic, as well as the photometric, study of this star. We have measured about 25 lines for each plate in the range 3900 ÷ 4500 Å. We have had the possibility of computing the orbital elements by means of two different programmes: the first one, due to Father Prof. Bertiau, Specola Vaticana, is a new very comprehensive Fortran programme; the second one is due to Prof. Mannino, Bologna Observatory.

The results are nearly the same, considering the errors of each element.

RIASSUNTO. — Abbiamo rideterminato gli elementi orbitali spettroscopici della binaria ad eclisse a righe doppie β Aurigae, HD 40183, servendoci di 17 spettri a reticolo presi nel corso del 1966 e primi mesi del 1967 all'Osservatorio di Merate. Gli elementi orbitali sono stati determinati con due programmi di calcolo diversi che hanno fornito risultati pressoché identici.

Il confronto fra le binarie strette e le stelle singole o doppie visuali appartenenti alla stessa zona del diagramma *H-R*, riveste particolare importanza per quanto riguarda la ricerca di eventuali differenze nelle caratteristiche fisiche e quindi nella storia evolutiva dei due gruppi stellari medesimi. Tale confronto viene facilitato dal fatto che le binarie strette spettroscopiche sono tra gli oggetti stellari le cui caratteristiche morfologiche e cinematiche sono più facilmente ottenibili con la necessaria precisione. Una ricerca di questo genere, per le stelle dei tipi spettrali *A*, è stata compiuta da POPPER (1959), considerando un gruppo di quattro binarie spettroscopiche tra cui appunto β Aurigae.

I dati spettroscopici utilizzati da Popper per l'esame di β Aurigae erano derivati dall'articolo di SMITH (1948), che rimaneva, se si prescinde da quello ormai vecchio di BAKER (1910), l'unico studio spettroscopico della stella in questione.

(*) Ricevuta il 16 Febbraio 1968.

La necessità di riprendere il problema venne sottolineata da KOCH, SOBIESKI e WOOD (1963), che nella loro « A Finding List for Observers of Eclipsing Binaries » definiscono « desiderabile » la determinazione di una nuova curva di velocità radiali. Un altro problema relativo a β Aurigae riguarda l'esistenza o meno di un'interazione tra le due componenti, a causa della sospettata variazione del periodo.

È importante infine sottolineare la necessità di studiare β Aurigae anche dal punto di vista fotoelettrico: a questo scopo basti ricordare che l'unica curva di luce riportata risale a STEBBINS (1911) e che la piccola variazione di luminosità all'eclisse ($\Delta m < 0.08$) non permette una buona determinazione degli elementi fotometrici della binaria.

TABELLA I

G. G.	fase	I° componente			II° componente		
		V.R. OSS	peso	O-C	V.R. OSS	peso	O-C
2439130.403	0.971	+ 78.33	36	- 0.03	-133.08	36	-11.95
131.566	265	- 17.26	23	+14.71	- 17.26	23	- 4.13
132.573	519	-121.98	57	+ 2.23	+ 88.89	57	+11.73
133.436	737	- 15.62	67	+15.18	- 15.62	67	- 1.34
154.521	062	+ 76.94	36	+ 4.45	-115.75	34	- 0.38
158.462	057	+ 84.62	32	+11.01	-116.67	32	- 0.20
187.388	361	- 95.08	46	- 6.67	+ 41.58	42	- 0.53
187.466	381	-104.78	46	- 7.19	+ 41.76	46	- 9.34
188.276	586	-117.36	49	- 6.85	+ 59.15	49	- 4.59
193.272	847	+ 45.03	34	+ 8.74	- 84.40	40	- 4.46
193.539	915	+ 52.06	61	-13.57	- 97.61	66	+11.05
194.338	116	+ 41.79	59	-12.08	- 91.64	59	+ 5.52
195.462	400	-104.86	52	+ 0.57	+ 55.52	52	- 3.25
200.474	666	- 79.52	70	- 5.34	+ 34.94	70	+ 6.76
531.254	196	+ 10.29	19	- 1.30	- 59.52	19	- 3.75
536.578	541	-122.82	39	- 1.18	+ 73.68	43	- 0.96
544.253	479	-121.43	37	+ 2.60	+ 80.60	32	+ 3.62

β Aurigae (HD 40183) è una binaria spettrofotometrica formata da due stelle, entrambe di tipo A2 V (JOHNSON e MORGAN, 1953); la massa delle due componenti è circa uguale e di conseguenza gli spettri presentano righe doppie. L'orbita delle due componenti si può ritenere approssimativamente circolare.

Gli spettri sono stati presi con lo spettrografo a reticolo di Merate, avente una dispersione di circa 34 Å/mm nel secondo ordine, applicato al riflettore Zeiss di 101 cm; l'intervallo di lunghezze d'onda utilizzato per queste misure va da 3900 a 4500 Å circa. Il numero di tali spettri è di 17 corrispondenti a punti opportunamente distribuiti lungo il periodo.

Nella Tabella I abbiamo riportato: la data delle osservazioni fatte, la rispettiva fase e le misure di velocità radiali ottenute per le due componenti, coi rispettivi

più e gli O-C (dati dal programma di Bologna, come verrà specificato). In Fig. 1 è riportata la curva delle velocità radiali.

Sono state misurate circa 25 righe per ogni spettro, ognuno di essi misurato nei due sensi, delle λ crescenti e decrescenti, in modo da evitare o almeno ridurre

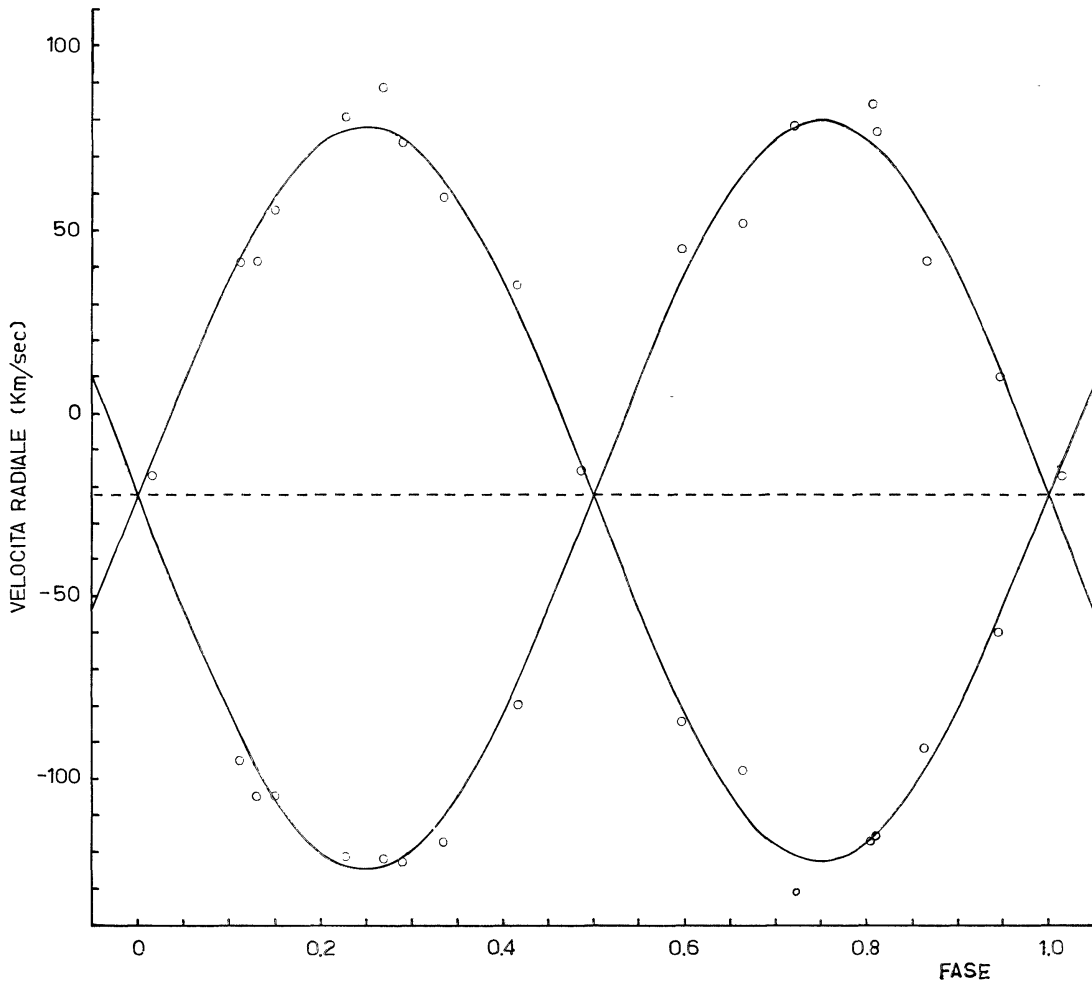


Fig. 1 - Curva di velocità radiali.

gli errori di puntamento. Riportiamo nella Tabella II le righe solitamente misurate oltre alle prime righe dell'idrogeno.

Poiché è ben noto che lo spettro di reticolo non è normale, abbiamo, preliminarmente, determinato una correzione $\Delta\lambda$ da apportare alle varie lunghezze d'onda; ci siamo serviti, per questa taratura, delle righe dello spettro di riferimento del Ferro ed abbiamo ottenuto una curva di correzione di andamento parabolico.

Gli elementi orbitali sono stati determinati con due programmi di calcolo diversi tra loro: il primo è un recentissimo programma elaborato da Padre BERTIAU (1967)

TABELLA II

Elemento	Lunghezza d'onda	Elemento	Lunghezza d'onda
Ca II (K)	3933	Fe I	4198-4210-4260 4271-4299
Ti II	4395-4443	Fe II	4233-4273-4303
Fe I	4005-4045-4063		4351
Fe I	4071-4077-4143	Mg II	4481
Fe I	4202-4250		

della Specola Vaticana, privatamente comunicato dallo stesso Autore alla Dott.ssa Martini e da Lei adattato al calcolatore IBM 7040 del Centro di Calcolo dell'Università di Milano; del secondo, che si serve del metodo di Sterne, ci è stato consentito l'uso al calcolatore del Centro di Bologna per una gentile concessione del Prof. Mannino.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

A) con il programma Bertiau:

$$\begin{aligned}
 \gamma &= -23.41 \pm 0.74 & T_0 &= 2439162,4221 \pm 0.0059 \\
 K_1 &= 100.380 \pm 0.045 & K_2 &= 102.571 \pm 0.84 \\
 a_1 \text{ sen } i &= 5.464.895 \text{ Km.} & a_2 \text{ sen } i &= 5.584.150 \text{ Km.} \\
 e &= 0.0246 \pm 0.00089 & P &= 3.9603 \\
 \omega_1 &= 20^\circ.30 \pm 0.31 & \omega_2 &= 200^\circ.30 \pm 0.31
 \end{aligned}$$

dopo sei iterazioni.

B) con il programma Mannino:

$$\begin{aligned}
 \gamma &= -22.45 \pm 1.42 & T_0 &= 2439162.197 \pm 0.0014 \\
 K_1 &= 100.33 \pm 2.61 & K_2 &= 102.50 \pm 2.62 \\
 a_1 \text{ sen } i &= 5.463.164 \text{ Km.} & a_2 \text{ sen } i &= 5.581.372 \text{ Km.} \\
 \text{funzione di massa}_1 &= 0.443 & \text{funzione di massa}_2 &= 0.416
 \end{aligned}$$

dopo tre iterazioni; periodo ed eccentricità non calcolati (eccentricità supposta uguale a zero).

Come si può vedere i due programmi danno risultati pressoché identici, tenuto conto degli errori dei singoli elementi.

Gli elementi orbitali fotometrici, dedotti dalla curva di luce di STEBBINS (1911), e calcolati da PIOTROWSKY (1948), combinati con i nostri risultati spettroscopici, forniscono gli ulteriori dati:

$$\begin{aligned}
 a &= 11.275.456 \text{ Km} \\
 r_1 &= 1.465.809 \text{ Km.} & r_2 &= 1.601.155 \text{ Km.} \\
 M_1 &= 1.85 M_\odot & M_2 &= 1.81 M_\odot
 \end{aligned}$$

Ringraziamo i Prof. Mannino e Bertiau per averci messo a disposizione i loro programmi per il calcolo degli elementi orbitali con il metodo di Sterne, e la Dott.ssa Martini per essersi incaricata dell'esecuzione dei calcoli.

BIBLIOGRAFIA

- BAKER, R. H. 1910, *Publ. Allegheny Obs.*, **1**, 163.
BERTIAU, F. 1967, Comunicazione privata.
JOHNSON, H. L., MORGAN, W. W. 1953, *Astrophys. J.*, **117**, 313.
KOCH, R. M., SOBIESKI, S., WOOD, F. B. 1963, *Publ. Univ. Pennsylvania. Astronom. Series*, IX.
PIOTROWSKY, S. L. 1948, *Astrophys. J.*, **108**, 510.
POPPER, D. M. 1959, *Astrophys. J.*, **129**, 659.
SMITH, B. 1948, *Astrophys. J.*, **108**, 504.
STEBBINS, J. 1911, *Astrophys. J.*, **34**, 112.

