

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

ANNO CCCXX

1923

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1923

Astrofisica. — *Ancora sugli indici di colore e sugli spettri delle stelle doppie.* Nota di **GIORGIO ABETTI**, presentata dal Socio **VITO VOLTERRA** ⁽¹⁾.

Ho esposto in una Nota precedente ⁽²⁾ quali sieno le relazioni che passano fra gli indici di colore, o ciò che equivale, fra gli spettri delle componenti le stelle doppie in possibile dipendenza con l'origine e lo stadio di evoluzione dei sistemi da esse formati. Per raccogliere un maggior numero di dati di osservazione, ho iniziato nel 1922 con l'equatoriale di Amici una serie di determinazioni degli indici di colore di sistemi binari e multipli. È apparsa nel frattempo varia altra letteratura su questo argomento, e poiché al presente ho sospeso le osservazioni con l'Amici in attesa di alcune modificazioni strumentali utili allo scopo, riassumo intanto i risultati delle osservazioni già altrove pubblicate ⁽³⁾ ed alcune conclusioni, che con le conoscenze attuali del problema, si possono dedurre.

Quasi tutti i 35 sistemi, per i quali ho determinato l'indice di colore, hanno moto proprio comune e si deve quindi supporre che formino dei sistemi fisici legati alla stessa origine. Nella tabella I è dato il numero della coppia del catalogo generale di Burnham, segue la specificazione della componente, l'indice di colore da me dedotto nel sistema di Monte Wilson, la classe spettrale determinata ad Harvard o a Monte Wilson, il moto proprio sull'arco di cerchio massimo e la grandezza assoluta. Quest'ultima è stata calcolata per ogni componente di quei sistemi dei quali è noto il moto proprio, per mezzo della tabella di Luyten ⁽⁴⁾ in funzione della classe spettrale e del moto proprio ridotto:

$$H = m + 5 + 5 \log \mu,$$

dove m è la grandezza apparente visuale.

L'accordo fra le grandezze assolute, che si ottengono usando questa tabella e la formola di Kapteyn e van Rhijn ⁽⁵⁾, è soddisfacente, con il vantaggio che la prima rispetto alla seconda rappresenta una ulteriore approssimazione, perchè tiene conto, oltre che della grandezza apparente e del moto proprio, anche della classe spettrale.

⁽¹⁾ Presentata nella seduta del 2 dicembre 1923.

⁽²⁾ Rend. Lincei, vol. XXXI, pag. 359, maggio 1922.

⁽³⁾ Pubbl. del R. Osservatorio di Arcetri, fasc. 40, pag. 7 e segg., 1923.

⁽⁴⁾ W. J. Luyten, *On the relation between parallax, proper motion, and apparent magnitude.* Publ. Astr. Soc. of the Pacific, vol. XXXV, pag. 211, tab. I, 1923.

⁽⁵⁾ Cfr. Rend. Lincei, loc. cit., pag. 361.

TABELLA I.

Nr. BGC	Comp.	Indice di colore	Spettro	μ	Gr. assol.	Nr. BGC	Comp.	Indice di colore	Spettro	μ	Gr. assol.
71	A	+1.69 ^m	Ma	0.007	-2.0 ^m	1781	A	+0.73 ^m	F5	0.182	+3.2
	B	+1.38	K5	0.021	0.0		B	+0.98	G	0.182	+4.0
83	A	+0.08	A0		0.0	9850	A	+0.03		0.037	+1.5
	B	-0.16			+1.3		B	+1.15		0.037	+1.9
305	A	+1.53	K0		+6.0	9955	A	+0.53	F2	0.115	+3.0
	B	+1.38			+6.8		B	+0.91		0.115	+3.7
345	A	+0.81	K0		+6.0	10256	A	-0.13	A	0.023	+0.4
	B	+0.65			+6.8		B	-0.23		0.023	+2.8
614	A	+0.45	F5		+0.5	11089	A	-0.05			+1.4
	C	0.00			+1.5		B	+0.09			+1.4
672	AB	+0.36	A0	0.045	+1.7		C	+0.17			+0.5
	C	+0.46		0.045	+2.8	11160	A	+0.04	Oe5	0.005	-1.7
734	A	+1.09	G5		+5.0		C	+0.38		0.005	-0.8
	B	+1.80			+6.0		D	-0.02		0.005	-0.6
	C	+0.73	G5		+5.0	11182	A	+0.42		0.048	+2.1
	D	+1.12			+6.0		B	+0.48		0.048	+3.0
826	A	+0.14	B8			11323	A	+0.50	B3	0.015	-0.7
	B	+1.04					B	+0.20	A	0.045	+1.7
951	A	+1.69	K5		-1.0	11477	A	-0.06	B0	0.013	+0.8
	B	+0.18			+1.5		D	-0.36	B9	0.013	+1.7
1125	A	-0.35	A0	0.029	+0.8		E	-0.17	B7	0.013	+0.8
	B	-0.17	A0n	0.029	+1.3		F	-0.31	B9	0.013	+1.4
1194	A	+0.78	F2		+2.5	11514	A	+0.41	F6	0.142	+3.5
	B	+1.03			+3.5		B	+0.68	G3	0.142	+3.5
1195	A	+1.03	F8		0.0	11582	A	+0.05	F2	0.058	+1.2
	B	+0.65			+1.5		B	+1.08		0.058	+2.5
1440	A	+1.24	K0	0.025	-0.3	11617	A	+1.20	K	0.031	+0.2
	B	+0.61		0.025	+1.6		B	+0.26		0.031	+1.7
1510	A	+0.13	B8	0.044	+1.0	12200	A	+1.26			+6.5
	B	+0.30	B9	0.044	+2.0		B	+1.31			+7.5
1652	A	+0.86	F8		+3.5	12548	AB	+0.63			+3.0
	B	+1.38			+4.5		D	+0.80			+4.0
1660	A	+0.52	F8		+3.5		E	+0.92			+4.0
	B	+0.99			+4.5	12704	A	+1.48	G8		-0.1
1732	A	+0.13	A2		0.0		B	+0.05	A2		+1.4
	B	+0.04			+1.3						

β G C 71. I moti propri delle due componenti sono alquanto diversi; forse doppia ottica.

β G C 826. La differenza degli indici di colore delle due componenti è anormale e il moto proprio relativo non è bene accertato; forse si tratta di una doppia ottica.

Per procedere ora ad un esame analogo a quello fatto nella precedente Nota delle relazioni che passano fra gli indici di colore delle due componenti, si possono considerare: primo, quei sistemi per i quali si conosce la parallasse e la classe spettrale delle componenti (1); secondo, quelli per i quali si conosce il moto proprio, e gli spettri di ambedue le componenti si trovano dati negli Annali di Harvard e nelle pubblicazioni di Monte Wilson (2); infine quelli per i quali, sempre essendo noto il moto proprio, le classi spettrali o gli indici di colore sono stati determinati da Leonard (3) e da me (tabella I). In totale sono 170 sistemi: per 84 di questi sono note le parallasse e quindi, con la nota relazione, le grandezze assolute delle componenti; per gli altri ho calcolato le grandezze assolute per mezzo del moto proprio, della grandezza apparente visuale e della classe spettrale con la tabella citata di Luyten.

Separando i sistemi giganti dai nani, ordinandoli secondo lo spettro della componente principale come vuole l'ipotesi di evoluzione stellare Lockyer-Russell ed usando la scala di Monte Wilson (4), per il passaggio delle classi spettrali agli indici di colore, si ha la seguente tabella:

TABELLA II.

SISTEMI	Spettro Compon.		Gr. assol. Compon.		$i_A - i_B$	Gr. ass. B - A	Massa ($\odot=1$) Compon.		Densità (Acqua = 1) Compon.		Nr. sistemi
	A	B	A	B			A	B	A	B	
Giganti . . .	M	F 5	- 2.4	+ 0.9	+ 1.00	+ 3.3	7.0	2.6	1×10^{-6}	0.025	3.
	K 1	F 0	0.0	+ 1.9	+ 0.83	+ 1.9	3.0	2.8	1×10^{-4}	0.25	12.
	G 5	A 3	- 0.3	+ 1.1	+ 0.81	+ 1.4	3.0	4.9	6×10^{-4}	0.40	13.
	F 3	A 7	+ 0.6	+ 1.7	+ 0.23	+ 1.1	3.4	4.5	25×10^{-3}	0.45	24.
Intermedi . .	B 5	B 8	- 0.6	+ 1.1	- 0.10	+ 1.7	8.8	6.2	0.14	0.63	20.
	A 2	A 7	+ 1.0	+ 2.1	- 0.22	+ 1.1	5.2	3.1	0.40	0.54	33.
Nani	F 6	G 0	+ 3.3	+ 4.2	- 0.18	+ 0.9	1.5	1.0	0.40	0.56	35.
	G 4	G 7	+ 4.8	+ 5.6	- 0.12	+ 0.8	1.0	0.8	0.70	1.2	23.
	K 4	K 6	+ 7.1	+ 8.0	- 0.07	+ 0.9	0.6	0.6	1.4	> 1.5	10.

Resta confermato l'andamento della differenza degli indici di colore delle due componenti, $i_A - i_B$, nell'ordine di evoluzione dei sistemi, e cioè la differenza stessa diminuisce rapidamente da un valore massimo per i si-

(1) F. C. Leonard, *An investigation of the spectra of visual double stars*, Lick Observatory Bulletin, Nr. 343, pag. 186.

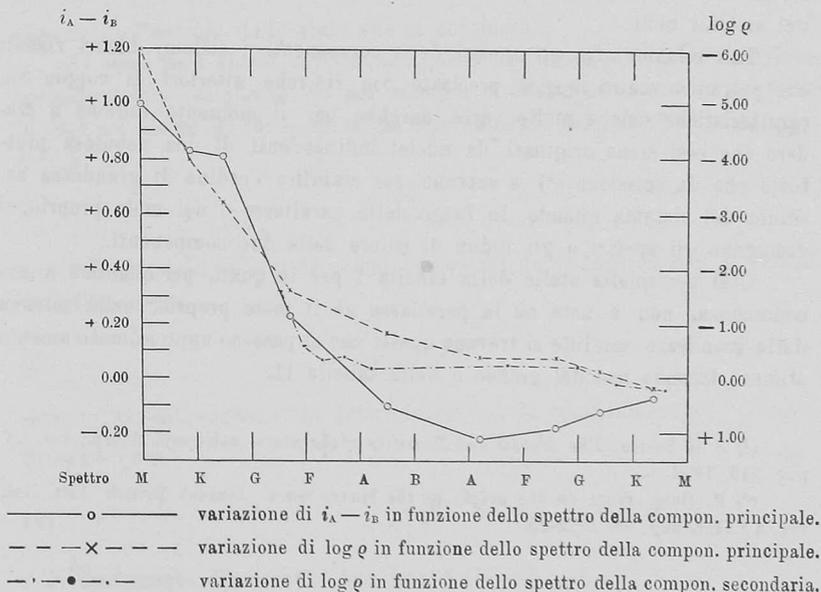
(2) Leonard, loc. cit., pag. 178.

(3) Leonard, loc. cit., pag. 173.

(4) Pubbl. Arcetri, fasc. 40, pag. 24, 1923.

stemi giganti ad un valore minimo per gli intermedi ed aumenta lentamente con tendenza ad annullarsi nel passaggio dagli intermedi ai sistemi nani. Tale andamento, più che con la grandezza assoluta, come si era trovato nella precedente Nota, sembra essere in relazione con le variazioni della classe spettrale della componente principale. Il valore di $i_A - i_B$ per i sistemi giganti con la componente principale di classe M deve considerarsi come incerto perchè basato su tre soli sistemi uno dei quali, β GC 71, non è forse neppure un sistema fisico; tuttavia l'andamento di $i_A - i_B$ non sembra dovrà molto modificarsi in base a dati più numerosi per questa classe. A parte debbono essere considerati i sistemi nani con componenti di classe M ma con le righe dell'idrogeno luminose come α^2 Eridani, e α Ceti di recente scoperta (1).

Nel grafico sono tracciati i dati della tabella II, rappresentando le ascisse le classi spettrali della componente principale e le ordinate, a sinistra, le differenze $i_A - i_B$.



Poichè queste variano più regolarmente in funzione della classe spettrale piuttosto che della grandezza assoluta, si deve credere che esse dipendano più dalla densità del sistema che dalla sua massa. Sappiamo infatti che per il modo stesso come si calcola la densità, essa dipende dal tipo spettrale mentre la massa dipende in gran parte dalla grandezza assoluta.

(1) Harvard College Observatory Bulletin, Nr. 792, ottobre 1923.

Se dal diagramma di Seares (1) si deducono le masse e i logaritmi delle densità ρ per mezzo della classe spettrale e della grandezza assoluta che spettano a ciascuna componente, si hanno i dati raccolti nella tabella II, dove si nota che, analogamente alla differenza degli indici di colore, la differenza dei logaritmi delle densità varia rapidamente per i sistemi giganti e tende a zero nell'evoluzione verso i sistemi nani. Nel grafico, rappresentando ora le ordinate a destra il logaritmo delle densità, sono tracciati l'andamento di $\log \rho$, al variare della classe spettrale, per la componente principale ed il corrispondente andamento per la componente secondaria. Si può concludere che nei sistemi giganti la componente secondaria è molto più densa della principale, benchè la differenza delle due densità non sia che di 0.025; con l'avanzare della classe spettrale verso i sistemi intermedi la densità della componente principale aumenta rapidamente e la differenza cresce fino ad assumere il valore 0.5 per le stelle della classe B, infine le due densità continuando a crescere tendono ad uguagliarsi nella divisione dei sistemi nani.

Tali relazioni fra gli spettri delle componenti i sistemi binari visuali che potranno venire meglio precisate con ricerche ulteriori di coppie con caratteristiche fisiche molto varie, darebbe per il momento ragione a credere che essi sieno originati da nuclei indipendenti di una nebulosa piuttosto che da scissione (2) e servono per stabilire l'ordine di grandezza assoluta del sistema quando, in luogo della parallasse o del moto proprio, si conoscano gli spettri o gli indici di colore delle due componenti.

Così per quelle stelle della tabella I per le quali, per quanto è a mia conoscenza, non è nota nè la parallasse nè il moto proprio, nella colonna delle grandezze assolute si trovano quelle che si possono approssimativamente stimare facendo uso del grafico e della tabella II.

(1) F. H. Seares, *The Masses and Densities of the Stars*. *Astrophys. Journ.*, vol. LV, pag. 210, 1922.

(2) P. Doig, *Note on the origin of the binary stars*. *Journal British Astr. Ass.*, vol. XXXIII, pag. 98, 1922-23.