

OSSERVAZIONI DELLA VARIABILE OMICRON ANDROMEDAE DAL 1961 AL 1966

Nota di LAURA E. PASINETTI (*)

(*Osservatorio Astronomico di Merate - Centro di Astrofisica del C.N.R.*)

SUMMARY. — The results of spectrographic observations of the variable star Omicron Andromedae from 1961 to 1966 are given.

The star, which is probably a photometric binary, has shown sometimes a shell-spectrum; at the present time it is a normal B-type star; the Balmer lines, visible up to the H_{16} , have sharp hydrogen-absorption cores up to the H_8 , indicating at least a thin shell.

By means of the qualitative analysis of the spectra, we have established that the cores of the Balmer lines, show some variations during these five years of our observations. In the years 1963, 1964, they are totally vanished; if we suppose that the presence of the shell, which has been observed in the preceding years, is periodical, we may determine the half-period of the phenomenon, which results of about 11-12 years. With the hypothesis that the time necessary for the formation of the shell is equal to the time necessary for its vanishing, we have plotted the conditions of the system against the years (Fig. 1). If these hypotheses are real, the new shell would appear in 1976.

Moreover, it seems that when the star is approaching the period without the thin shell, the cores of the Balmer lines weaken progressively from the late lines of the Balmer serie to the early. Some hypotheses on these phenomena are advanced.

The quantitative analysis gives the following results for the total abundances of the hydrogen and helium:

$$\begin{aligned} \log N b (H I) &= 19.73, & \log N b (H II) &= 22.22, \\ \log N b (He I) &= 21.81, & \log N b (He II) &= 20.94 \\ \text{and } \log H/He &= +0.35. \end{aligned}$$

It seems probable that the atmosphere of Omicron Andromedae is slightly poor of hydrogen; however the values of the helium abundance are rather uncertain.

RIASSUNTO. — Si riportano i risultati delle osservazioni spettrografiche della variabile Omicron Andromedae dal 1961 al 1966. La stella, che si suppone sia una binaria fotometrica, ha presentato talvolta uno spettro-shell; in questo periodo appare come una B normale.

Le righe della serie di Balmer, visibili fino all' H_{16} , presentano un nucleo sharp di assorbimento fino all' H_8 , dovuto alla permanenza di un sottile shell.

(*) Ricevuta il 28 Luglio 1967.

Mediante l'analisi qualitativa degli spettri si è constatato che i nuclei delle righe di Balmer presentano delle variazioni durante questi cinque anni di osservazione. Negli anni 1963, 1964 essi sono totalmente scomparsi; ammettendo che la comparsa dello shell, quale è stato osservato in anni precedenti, abbia carattere di periodicità, si sarebbe determinato il semiperiodo del fenomeno, pari alla durata di circa 11-12 anni. Facendo l'ipotesi che il tempo necessario al ritorno dello shell, sia uguale a quello della sua scomparsa totale, si è descritto graficamente lo stato del sistema in funzione del tempo (cfr. Fig. 1). Se sono valide queste ipotesi, il nuovo shell dovrebbe ricomparire nel 1976.

Sembra inoltre che avvicinandosi al periodo della scomparsa totale del sottile shell, si abbia un'attenuazione progressiva del nucleo a partire dalle ultime righe della serie di Balmer, verso le prime.

Vengono avanzate alcune ipotesi su questi fenomeni.

L'analisi quantitativa fornisce per le abbondanze totali dell'idrogeno e dell'elio i seguenti risultati:

$$\begin{aligned} \log N b (H I) &= 19.73, & \log N b (H II) &= 22.22, \\ \log N b (He I) &= 21.81, & \log N b (He II) &= 20.94, & \log H/He &= + 0.35. \end{aligned}$$

I precedenti risultati farebbero supporre che l'atmosfera di Omicron Andromedae sia leggermente povera di idrogeno. Tuttavia la determinazione dell'abbondanza dell'*He* è alquanto incerta.

GENERALITÀ

Lo spettro di Omicron Andromedae venne classificato composto dalla Maury (1) in base a lastre prese nel 1890; nel catalogo HD è riportata come doppia spettroscopica (n. 217675 e 217676) con i tipi B5 e A2p. Solamente nel 1946, Morgan (2) ha scoperto che si tratta di una stella di tipo a shell con H_{α} in emissione. La presenza dello shell tuttavia non è costante, essendo comparso e ricomparso diverse volte dal 1890 ad oggi.

Precisamente Omicron Andromedae è apparsa come stella normale di tipo B5 nel 1893 (1), 1927, 1928 (3), 1937, 1940 (4), 1952, 1953 (5). Nel 1937, 1940, 1952, 1953 le righe della serie di Balmer presentavano nuclei « sharp » di assorbimento indicanti l'esistenza continua di un sottile shell, mentre per gli anni precedenti non si trovano nella letteratura precisazioni sull'aspetto di tali righe; in questi periodi inoltre non venne notata alcuna emissione in H_{α} .

Lo shell è stato osservato nel 1890 (1), 1946, 1949-1951 (4) sempre con emissione in H_{α} , ad eccezione che nel 1949.

Le caratteristiche essenziali dello spettro sono le seguenti:

Le righe della stella normale B si presentano fortemente allargate a causa dell'elevata velocità di rotazione equatoriale, pari a 360 Km/sec (4); appaiono forti la serie di Paschen e l'Ossigeno I metastabile 7774.

Quando la stella è circondata dallo shell, a questo spettro rotazionalmente allargato si sovrappongono righe del Fe II, Ni II ed altri metalli, in assorbimento. Il principale contribuente dello spettro-shell risulta essere il Fe II le cui righe sono

considerevolmente più forti di quelle del Ti II; sono anche presenti: Sr II, Sc II, Ca I, Ca II, Fe I. Lo shell è stratificato e precisamente, dagli strati più bassi provengono le righe del Mg II e Si II, che presentano un allargamento rotazionale inferiore a quello, assai forte, dell'He I appartenente alla stella; il Fe II sembra provenire anch'esso da strati diversi. La serie di Balmer mostra nuclei d'assorbimento sottili e profondi dovuti all'assorbimento nello shell; l'unica emissione osservata è quella in H_α .

La classe spettrale data da Slettebak (4) è B 6.5, mentre più difficile è l'assegnazione della classe di luminosità; sembra tuttavia che si tratti di una stella vicina alla sequenza principale.

Le velocità radiali sono state misurate da Campbell (6), Plaskett e Pearce (7), Slettebak (5); in base a queste misure non è stato possibile determinare con precisione una variazione delle velocità né è stato fatto alcun tentativo per interpretarle.

Omicron Andromedae è stata studiata anche dal punto di vista fotometrico, ma i risultati ottenuti sono assai contrastanti.

Le prime osservazioni vennero eseguite nel 1915 da Guthnick e Prager (8) i quali riscontrarono delle variazioni di luminosità di 0.06 magnitudini. Nel 1939 Emberson (9) trovò una variazione di $0^m.5$ e più, mediante misure radiometriche eseguite con un fotometro termoelettrico, mentre Hoffleit (9), in base ad un esame di lastre di Harvard, avrebbe stabilito una variazione di circa 1^m ; la stella inoltre sarebbe fotograficamente debole quando anche la riga K è molto debole o invisibile, cioè quando lo spettro è quello di una B normale.

Un periodo approssimato $P=1^d.5765$ ed un'ampiezza di circa $0^m.16$ sono stati determinati nel 1940, in base ad una serie piuttosto lunga di misure fotoelettriche da Guthnick (10), il quale però non ha tratto alcuna conclusione circa il tipo di variabilità. Variazioni intorno alle 0.2 magnitudini sono state rilevate da una revisione delle lastre di Babelsberg dal 1928 al 1933 e di Sonneberg sino al 1940 (10), da osservazioni fotoelettriche in due colori eseguite nel 1943 da Groeneveld (11), con un accenno al periodo indicato da Guthnick, e da Ashbrook (12) per il periodo 1940-1945.

Archer (13, 14) invece, in base a misure fotoelettriche effettuate nel 1958, avrebbe calcolato un periodo di 0.788 giorni con una variazione nella curva di luce di $0^m.50$; con misure eseguite su lastre del periodo 1952-1957, una variazione del gradiente visuale da 0.53 a 1.31, con ciclo pure di 0.79 giorni. L'A. avanza l'ipotesi che si tratti di una variabile del tipo RR Lyrae.

Tali conclusioni sono state confutate da Schmidt (15) il quale, combinando i suoi risultati con quelli di Goeneveld, ha determinato un periodo $P=1^d.5998398$. Questo A., sulla base di osservazioni eseguite dal 1956 al 1958 alle tre lunghezze d'onda λ 370, 450, 600 $m\mu$, ha concluso che: 1) Le curve di luce sono tipiche di una variabile ad eclisse ed a causa della diversità dei due minimi non possono essere spiegate mediante rotazione di una stella singola deformata. 2) Mancando delle fasi di luce costante, entrambe o almeno una componente devono presentare delle deformazioni di marea. 3) L'ampiezza della variazione di luce è molto piccola e dipende dalla lunghezza d'onda (per $\lambda=450 m\mu$, $m_{Max I} - m_{Min I} = -0.130$;

$m_{Min II} - m_{Min I} = -0.084$). 4) L'indice di colore varia con la fase, essendo più rossa nel minimo che nel massimo della curva di luce. 5) Per $\varphi = 0.1 - 0.2$ è presente una forte perturbazione della curva di luce dipendente dalla lunghezza d'onda. La curva di luce è ancora incompleta e non è stata calcolata con molta precisione; essa sembra determinata non solo dalle normali condizioni fisiche e geometriche ma probabilmente risente anche dell'influenza di masse gassose al di fuori delle stelle. Le costanti del sistema sono state rilevate in via approssimata e non si ha alcuna informazione definitiva sul rapporto dei raggi delle componenti, sul rapporto delle masse, né su una variazione sicura delle velocità radiali.

Secondo Schmidt, Omicron Andromedae sarebbe un sistema binario a contatto molto stretto, con componenti fortemente deformate; le due stelle differirebbero di poco per quel che riguarda la massa e il tipo spettrale. Questo sistema non sarebbe inseribile nei gruppi noti delle variabili ad eclisse ma anche in considerazione del fenomeno dello « shell » sarebbe da inquadrare in una nuova classe di oggetti.

Schmidt ritiene che i risultati ottenuti per Omicron Andromedae avvalorerebbero l'ipotesi che il fenomeno dello shell non ha la sua origine in stelle singole, temporaneamente instabili, a rapida rotazione, ma sarebbe legato a sistemi di contatto molto stretti.

Infine Detre (16) nelle osservazioni svolte nel 1959, non ha trovato variazioni di tipo ad eclisse. Secondo questo A. il periodo dato da Schmidt non sarebbe corretto; la stella, come stella a shell, mostra delle variazioni di alcuni centesimi di grandezza, ma non si tratterebbe di un sistema binario.

Le nostre osservazioni spettroscopiche di Omicron Andromedae sono state iniziate nel 1961 e proseguono tuttora, essendo la stella tenuta sotto controllo continuo. Scopo della ricerca è quello di raccogliere il maggior numero possibile di informazioni atte a far luce sulla vera natura di questo oggetto; in particolare si tenta anche di stabilire l'eventuale periodo del fenomeno ricorrente dello shell, di controllare se esistono variazioni nello spettro in funzione della fase stabilita dallo Schmidt; inoltre si sono determinate le caratteristiche della stella in un periodo in cui è comparsa priva anche del sottile involucro.

OSSERVAZIONI

Le osservazioni sono state iniziate nel Settembre 1961 al telescopio Zeiss di 1 metro dell'Osservatorio di Merate con lo spettrografo a prisma Zeiss nella combinazione camera media (dispersione 35 \AA/mm ad H_γ) e proseguite negli anni successivi con lo spettrografo a reticolo nelle zone, viola (dispersioni 35 e 22 \AA/mm), gialla e rossa (35 \AA/mm).

Nell'ipotesi che si tratti di una binaria fotometrica, sono state calcolate le fasi corrispondenti agli spettrogrammi presi, con i dati forniti da Schmidt:

$$\text{Min I} = 2436174.430 + 1.5998398 . E$$

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco degli spettri con i relativi dati. Come stella di confronto è stata presa Epsilon Delphini (17), simile per classe spettrale e di luminosità.

N. Spettro	Data	G. G.	Fase	Intervallo Spettrale
		243 0000+		
858	1961-21 Set.	7564.378	868.805	3500-5000 Spettr. a prisma
859	» »	7564.412	868.826	» »
861	22 »	7565.353	869.414	» »
862	» »	7565.387	869.435	» »
864	23 »	7566.347	870.035	» »
865	» »	7566.371	870.051	» »
867	24 »	7567.342	870.657	» »
868	» »	7567.364	870.671	» »
870	25 »	7568.349	871.286	» »
871	» »	7568.385	871.309	» »
P 14	19 Ott.	7592.413	886.328	3300-4600 II° Ordine
P 15	» »	7592.422	886.334	» » »
880	24 »	7597.376	889.430	3500-5000 Spettr. a prisma
881	» »	7597.413	889.453	» » »
1231	1962-10 Ago.	7886.565	1070.192	3500-4400 III° Ordine
1299	19 »	7895.545	1075.805	» » »
1322	11 Set.	7919.418	1090.727	» » »
1323	» »	7919.426	1090.732	» » »
1329	12 »	7920.438	1091.364	» » »
1330	» »	7920.446	1091.369	» » »
1440	14 »	7922.400	1092.591	» » »
1445	15 »	7923.473	1093.261	» » »
1492	18 Ott.	7956.370	1113.824	3300-4600 II° Ordine
1505	» »	7958.385	1115.084	» » »
1507	20 »	7958.414	1115.102	4500-5800 » »
1603	1963-15 Gen.	8045.264	1169.388	» » »
1604	» »	8045.292	1169.405	» » »
1608	16 »	8046.239	1169.998	» » »
1772	30 Lug.	8240.514	1291.432	3300-4600 » »
1819	26 Set.	8299.349	1328.207	4500-5800 » »
1820	» »	8299.378	1328.226	5500-6800 » »
1849	8 Ott.	8311.347	1335.707	» » »
1850	» »	8311.399	1335.739	» » »
1855	9 »	8312.309	1336.308	5500-6800 » »
1856	» »	8312.342	1336.328	4500-5800 » »
1878	29 »	8332.250	1348.772	» » »
1879	» »	8332.285	1348.794	5500-6800 » »
1887	30 »	8333.251	1349.398	» » »
2037	1964-18 Lug.	8594.574	1512.741	3300-4600 » »
2053	18 Set.	8657.374	1551.995	» » »
2054	» »	8657.409	1552.017	5500-6800 » »
2243	1965-15 Nov.	9080.330	1816.370	3300-4600 » »
2248	12 Dic.	9108.251	1833.821	5500-6800 » »
2316	1966-21 Set.	9390.313	2010.128	3300-4600 » »
2317	22 »	9391.303	2010.747	» » »
2318	» »	9391.337	2010.768	4500-5800 » »
2319	» »	9391.392	2010.803	5500-6800 » »
2384	19 Dic.	9479.289	2065.744	3300-4600 » »
2385	» »	9479.312	2065.758	» » »
2390	20 »	9480.225	2066.329	» » »
2391	» »	9480.244	2066.340	» » »

ANALISI QUALITATIVA

Si è proceduto all'analisi qualitativa degli spettri, relativi al periodo Settembre 1961, Dicembre 1966.

In questi anni la stella si presenta come B normale; si sono potute identificare, oltre alle righe della serie di Balmer sino all' H_{16} , le seguenti:

He I: 3820 (multipletto n. 22), 3927 (n. 58) molto debole, 4009 (n. 55), 4026 (n. 18), 4121 (n. 16) debolissima, 4144 (n. 53), 4388 (n. 51), 4471 (n. 14), 5876 (n. 11).

Mg II: 4481 (multipletto n. 4)

Si II: 4128 (multipletto n. 3), 4131 (n. 3) debolissima

Ca II: 3934 (multipletto n. 1) molto debole

Sono pure osservabili tracce di metalli.

Le righe si presentano assai larghe a causa della forte velocità di rotazione. Quelle della serie di Balmer, oltre all'allargamento rotazionale, presentano un nucleo « sharp » dovuto alla permanenza, anche in questa fase di normalità di un sottile shell.

Per l'esame comparativo con Epsilon Delphini e per accertare eventuali variazioni nel tempo, sono stati confrontati spettri di uguale dispersione, e con densità il più possibile simili al fine di evitare errori di valutazione dovuti a differenze di esposizione.

Si è constatato che i nuclei delle righe di Balmer presentano delle variazioni durante i cinque anni di osservazione e precisamente:

anno 1961: Il sottile nucleo è ben visibile da H_{β} sino ad H_8 (per questo periodo non si hanno spettri della zona rossa e quindi informazioni su H_{α}).

anno 1962: Il nucleo è visibile sino a H_e .

anno 1963: A partire da H_{α} si deve registrare la totale mancanza di nucleo nelle righe dell'idrogeno, che presentano il caratteristico aspetto diffuso, e quindi la scomparsa del sottile shell osservato negli anni precedenti. Le ultime righe della serie sono del tutto simili a quelle degli anni precedenti.

anno 1964: Anche durante quest'anno manca lo shell; l'aspetto delle righe è uguale a quello del 1963.

anno 1965: Si sta probabilmente riformando lo shell; il nucleo però non è ancora evidente come negli anni 1961, 1962; le lievi differenze riscontrate rispetto al 1963-64 si riferiscono solamente alle righe sino all' H_{γ} .

anno 1966: I nuclei sono meglio visibili dell'anno precedente; in particolare il nucleo è molto pronunciato in H_{β} , meno in H_{γ} , meno ancora in H_{δ} . Sembra sia notevole anche la differenza tra l'aspetto di H_{α} nel 1963 e nel 1966; per quest'ultimo anno tuttavia si ha uno spettro solo, non molto buono. È evidente che lo shell si sta riformando ma è ancora poco consistente; le righe, pur avendo un aspetto ben diverso da quello presentato nel 1964, sono ancora assai dissimili da quelle del 1961, 1962. Confrontando inoltre le osservazioni del Settembre 1966 con quelle del Dicembre 1966 sembra che il grado di « sharpness » delle righe non sia costante ma vi siano delle differenze di entità lieve, specie se confrontate con quelle, notevoli, delle variazioni annue. Ciò farebbe supporre che in questo periodo l'atmosfera sia soggetta a delle « pulsazioni ».

Inoltre, ammesso che Omicron Andromedae sia una binaria fotometrica col periodo dato da Schmidt, è da escludere che le differenze riscontrate nell'aspetto delle righe di Balmer, siano dovute alla fase in cui è stato osservato il sistema; infatti, un'analisi sistematica di tutti gli spettri a disposizione, al fine di accertare eventuali variazioni spettrali in relazione alla fase, ha dato esito negativo.

Da quanto sopra si possono trarre le seguenti conclusioni: lo shell che permane attorno al sistema in fase di normalità si va probabilmente rarefacendo col passare del tempo sino a scomparire completamente per la durata di circa due anni, dopo i quali si va riformando. La permanenza del sottile involuppo, visibile solo mediante i nuclei delle righe di Balmer, sarebbe di circa undici-dodici anni (anno 1951: presenza dello spettro-shell con righe metalliche; 1952: scomparsa righe metalliche, righe dell' H con nuclei di assorbimento sottili e profondi; 1963: scomparsa anche dei nuclei). Ammettendo che lo shell abbia carattere di periodicità, si è descritto graficamente lo stato del sistema in funzione del tempo (Fig. 1).

Il periodo dal 1946 al 1964 è sicuramente determinato. Il resto del grafico si è ricostruito ammettendo che la durata della formazione dello shell sia uguale a quella della scomparsa. Le osservazioni del 1890 e 1893 si adattano bene a tale ricostruzione. Se sono valide queste ipotesi la ricomparsa del nuovo shell dovrebbe aversi nel 1976.

Sembra inoltre che avvicinandoci alla data della scomparsa totale del sottile shell, si abbia una attenuazione progressiva del nucleo a partire dalle ultime righe della serie di Balmer verso le prime. Infatti mentre nel 1961 il nucleo era ben visibile sino all' H_{δ} , nel 1962 fino all' H_{ϵ} ; dopo la scomparsa totale degli anni 1963 e 1964, nel 1965 ricompare fino all' H_{γ} e nel 1966 all' H_{δ} .

Si è cercato di spiegare le osservazioni sopra riportate, *relative a questa particolare fase del fenomeno*, alla luce delle teorie di Sobolev (18) sugli involuppi in movimento delle stelle dei primi tipi spettrali. Questo A. ha calcolato la quantità di energia irradiata nella k -esima riga di Balmer da uno strato sferico di spessore unitario, situato alla distanza r dal centro della stella. I calcoli mostrano che per differenti righe, questa quantità raggiunge un massimo in strati diversi.

Nel caso ad es. di H_α e H_β il massimo dell'energia nella riga H_β è irradiato da strati più profondi del corrispondente per l' H_α [cfr. Fig. 1, pag. 29 di (18)]; vengono inoltre forniti alcuni dati numerici.

La comparsa e scomparsa dei nuclei nelle righe della serie di Balmer potrebbe essere messa in relazione con delle « pulsazioni » del sottile shell, i cui

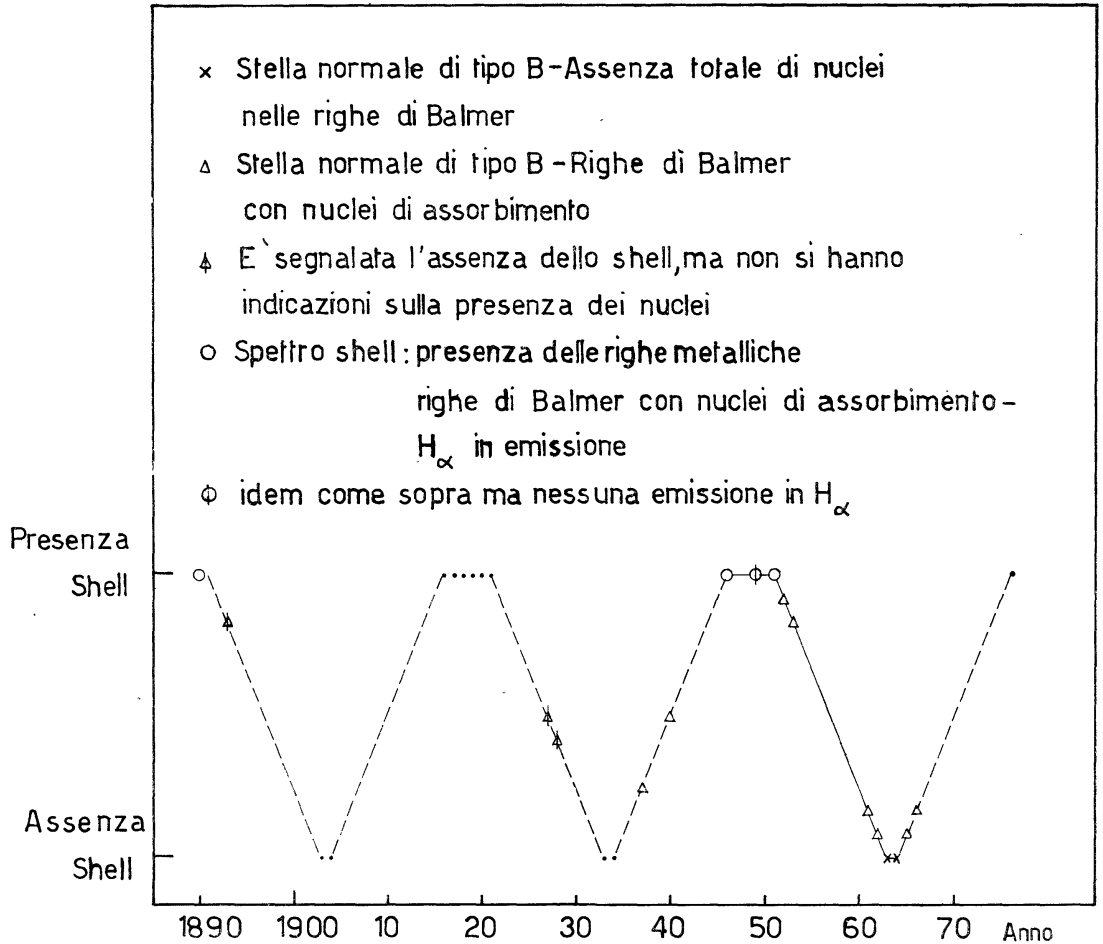


Fig. 1 - Stato del sistema Omicron Andromedae in funzione del tempo.

———— Fase sicuramente determinata,

· · · · · Ricostruzione dell'eventuale periodicità.

limiti sarebbero espressi, mediante le relazioni fornite da Sobolev, in termini di r_0 , raggio della stella.

Da quanto sopra appare chiaro che sarebbe di estremo interesse svolgere delle osservazioni spettrografiche continuate ed accurate di Omicron Andromedae; in questa fase di normalità lo studio delle variazioni dei nuclei lungo le righe della serie di Balmer, potrebbe far luce sui movimenti del sottile involucro e

1963MCAI...39...73P
 chiarire le eventuali relazioni con lo sviluppo dello shell principale (quello in cui compaiono anche le righe metalliche e l' H_α in emissione).

Data l'attuale incertezza sulla vera natura di Omicron Andromedae (cfr. le osservazioni di Schmidt e di Detre), sarebbe assai opportuno anche che continue osservazioni spettrografiche venissero abbinate ad analoghe fotometriche.

ANALISI QUANTITATIVA

L'analisi quantitativa di Omicron Andromedae è stata fatta sugli spettri del 1963-1964, in assenza totale di shell.

Si riportano i risultati ottenuti per le larghezze equivalenti delle righe dell'idrogeno e dell'elio; questi ultimi, salvo il caso del multipletto 2^3P-n^3D , sono piuttosto incerti essendo le righe molto allargate per effetto della velocità di rotazione della stella, ed alquanto deboli, e quindi non ben misurabili; altre ancora non è stato possibile misurarle perché appena visibili.

IDROGENO

Riga	W_λ	Riga	W_λ	Riga	W_λ
H_α	4.47	H_8	5.92	H_{13}	2.14
H_β	6.55	H_9	4.83	H_{14}	1.37
H_γ	5.57	H_{10}	5.25	H_{15}	0.93
H_δ	4.87	H_{11}	3.67	H_{16}	0.49 (incerta)
H_ϵ	5.48	H_{12}	2.53		

ELIO

Riga	W_λ	Riga	W_λ
4471	0.98	4388	0.55
4026	1.04	4144	0.41
3820	0.65	4009	0.39
		3927	0.46

Si è calcolato il numero di atomi di idrogeno nello stato quantico 2 presenti in una colonna di altezza eguale all'altezza dell'atmosfera stellare, col metodo di Unsöld che dà un limite inferiore.

Si è trovato

$$\log N_{0,2} b \geq 16.10$$

Dalla relazione $R = 1.38 \times 10^{-17} N_{0,2} b$ con $R = 1 - 10^{-D} = 0.50$ e dalla formula di Minnaert che dà una migliore approssimazione, si sono ottenuti rispettivamente i due valori

$$\log N_{0,2} b = 16.56$$

e

$$\log N_{0,2} b = 17.37$$

Per i calcoli successivi è stato preso il valore medio dei tre precedenti:

$$\log N_{0,2} b = 16.68$$

Per il caso dell'elio si sono ridotti tutti i $\log N_{0,2P} b$ a $\log N_{0,2^3P} b$ per mezzo della formula di Boltzmann.

Poiché nessuna delle due curve $\log N b = f(n)$ raggiunge il massimo, si è preso come valore più probabile, il più alto dei valori forniti dalle due curve, e che costituisce un limite inferiore per l'abbondanza. Naturalmente i successivi calcoli per le abbondanze totali dell'elio neutro e ionizzato, hanno un valore puramente indicativo ed i risultati ottenuti sono da considerarsi assai incerti.

Si è ottenuto:

$$\log N_{0,2^3P} b \geq 15.25$$

La densità elettronica è stata calcolata colla formula di Inglis e Teller e col metodo di Holtzmark. I valori ottenuti sono in ottimo accordo fra loro; rispettivamente:

$$\log N_e = 14.23$$

$$\log N_e = 14.22 \quad \begin{array}{l} 14.19 (H_\beta) \\ \text{media di } \log N_e = 14.26 (H_\gamma) \\ 14.22 (H_\delta) \end{array}$$

Per il calcolo della pressione elettronica si è assunta una temperatura $T = 14000^\circ \text{K}$, data da Hynek (19) per una stella B 6.5:

$$\log P_e = 2.51$$

Coi precedenti valori della pressione elettronica e della temperatura si sono calcolate le abbondanze dell'idrogeno e dell'elio neutri e ionizzati:

$$\begin{array}{ll} \log N b (H I) = 19.73 & \log N b (He I) = 21.81 \\ \log N b (H II) = 22.22 & \log N b (He II) = 20.94 \end{array}$$

Infine per le abbondanze totali si ha:

$$\log N b (H) = 22.22 \quad \log N b (He) = 21.87$$

e

$$\log H/He = +0.35$$

Se si fa un paragone coi valori di $\log H/He$ che si trovano nella maggior parte delle atmosfere di stelle normali, il precedente risultato farebbe supporre che l'elio sia lievemente in eccesso e quindi che l'atmosfera di Omicron Andromedae sia leggermente povera di idrogeno.

Tuttavia tale ipotesi è da considerare con molta cautela data l'incertezza

nella determinazione dell'abbondanza dell'elio dovuta sia all'incertezza dei valori delle W_λ , che all'aver assunto per la temperatura un valore in base al tipo spettrale.

Infine la grandezza assoluta determinata col metodo di Petrie (20) mediante la larghezza equivalente dell' H_γ , risulta essere

$$M = -1.7$$

BIBLIOGRAFIA

- (1) MAURY A. C., *Spectra of bright stars*, Harvard Ann., **28** (1897), p. 100.
- (2) SLETTEBAK A., *On the axial rotation of the brighter O and B stars*, ApJ, **110** (1949), p. 512.
- (3) WILLIAMS E. T. R., *A spectrophotometric study of A stars*, Harvard Circ., n. **348** (1929), p. 13.
- (4) SLETTEBAK A., *The shell spectrum of Omicron Andromedae*, ApJ, **115** (1952), p. 573.
- (5) SLETTEBAK A., *Recent changes in the spectra of four Be stars*, ApJ, **119** (1954), p. 460.
- (6) CAMPBELL W. W., *A list of six stars whose velocities in the line of sight are variable*, Lick Obs. Bull., **1** (1902), p. 159.
- (7) PLASKETT J. S., PEARCE J. A., *A catalogue of radial velocities of O and B type stars*, Publ. Dominion Astrophys. Obs. Victoria, **V** (1935), p. 158.
- (8) GUTHNICK P., PRAGER R., *Photoelektrische untersuchungen an Spektroskopischen Doppelsternen und an Planeten II*, Veröff. Babelsberg, **2** (1918), p. 113.
- (9) EMBERSON R. M., *Harvard Announcement Card*, n. 499 (1939).
- (10) GUTHNICK P., *VJS der Astron. Ges.*, **76** (1941), p. 62.
- (11) GROENEVELD I., *Lichtelektrische Beobachtungen ausgewählter veränderlicher Sterne*, Veröff. Heidelberg, **14** (1941), p. 43.
- (12) ASHBROOK J., *Visual Observations of variable stars*, Astr. J., **53** (1948), p. 104.
- (13) ARCHER S., *Variability of Omicron Andromedae*, Obs, **78** (1958), p. 250.
- (14) ARCHER S., *A further note on Omicron Andromedae*, Obs, **79** (1959), p. 99.
- (15) SCHMIDT H., *Der Hüllenstern Omikron Andromedae*, ZfA, **48** (1959), p. 249.
- (16) DETRE L., (comunicazione privata)
- (17) FRACASSINI M., PASINETTI L. E., *Study of ϵ Del: Reduction and elaboration of the observations by the electronic computer IBM 1620*, Mem SA It, **XXXV** (1964), p. 177.
- (18) SOBOLEV V. V., *Moving envelopes of stars*, Harvard Univ. Press, Cambridge Mass., 1960.
- (19) HYNEK J. A., *Astrophysics*, McGraw Hill, New York, 1951, p. 20.
- (20) PETRIE R. M., *Absolute magnitudes of the B stars determined from measured intensities of the H_γ line*, Publ. Dominion Astrophys. Obs. Victoria, **IX** (1955), p. 251.

