

ETOILLES ECLIPSANTES - Bulletin d'Information n° 6 .AY Pegasi : Elementi orbitali dalla prima elaborazione della curva di luce .-Introduzione-

Una serie di osservazioni fatte da 12 osservatori GEOS nel corso dei campi osservativi di St.Rôme 77 e Chamaloc 78 ha permesso di stabilire la variazione effettiva di questa stella, catalogata in precedenza come RR? 12,3-13,3p in base ad 81 misure fotografiche di S.Böhme apparse sulle A.N. 266, 1969, 1938 (Kukarkin -GCVS'69).

Secondo i risultati delle curve di luce GEOS, è possibile precisare e correggere l'ipotesi precedente classificando AY Peg senza dubbio come variabile ad eclisse. In base alla sola curva di luce rimane tuttavia impossibile ricavare dei dati più precisi soprattutto per quanto riguarda i parametri fisici del sistema appena scoperto per cui si è resa necessaria una analisi più complessa della variazione luminosa per un primo tentativo di elaborazione orbitale.

-Ipotesi preliminari-

E' bene sottolineare che il presente studio è stato fatto utilizzando la sola curva di luce di A.Figer di 170 misure fatte a Chamaloc 78 e a Paris. Tale curva, che pare essere la migliore di quelle ottenute, è tuttavia troppo imprecisa ancora per poter ottenere dei dati definitivi, pur potendo già da ora fare delle utili premesse sull'ordine di grandezza dei parametri dell'orbita fotoelettrica. E' chiaro inoltre che la mancanza di osservazioni spettroscopiche su tale stella rende impossibile sia una migliore definizione delle ipotesi preliminari che una indicazione sulle velocità orbitali e quindi sulle masse delle componenti del sistema.

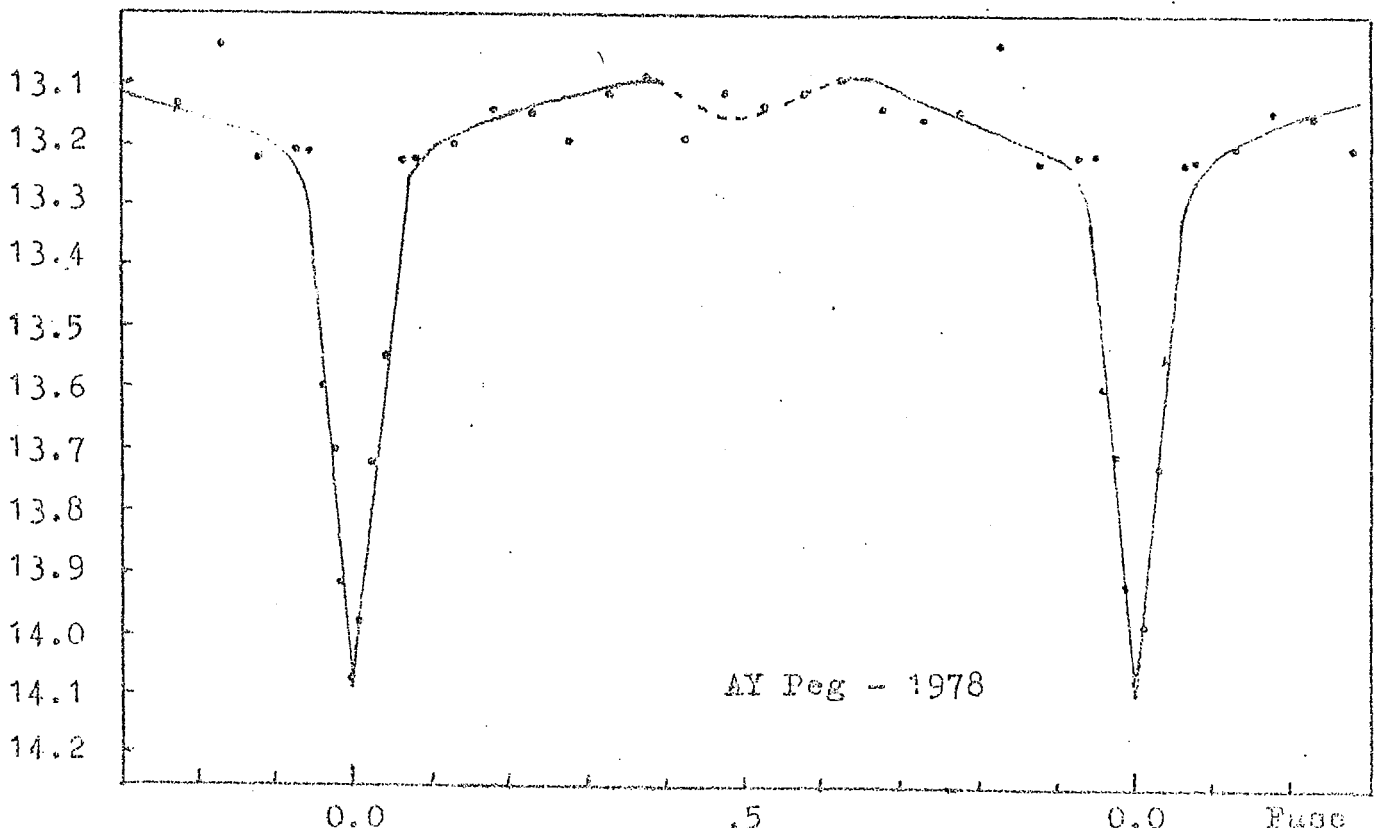


Fig 1: Curva di luce media di 170 misure nel 1978 di A.Figer

-Analisi dei parametri fondamentali-

Il periodo di questa stella è stato trovato essere di circa $2,4^d$ da A. Figer (GEOS Circular EB n°1, 1978) che ha proposto la seguente effemeride:

$$\text{Min I JD}_{\text{hel.}} = 2443577.202 + 2.4390 E \quad (1)$$

$$\quad \quad \quad +14 \quad \quad +19.$$

Pur con questa ipotesi, rimaneva aperta anche quella di $P\ 4.878^d$ (cioè il doppio) considerando i due minimi I, II con pressochè la stessa profondità. Tale ipotesi non sarebbe confermata in quanto due minimi di uguale profondità (se $x_a = x_b$) possono al massimo toccare un Δm di 0.75 mag. ($\log I/I_0 = 0.5$) mentre la curva di luce risulta avere una profondità di 0.97 mag.

Questa osservazione però non poteva essere decisiva poiché

1) la mag. è stata dedotta da una sequenza di confronto stimata a sua volta visualmente, dunque con valori approssimativi che rendono dubbia l'ampiezza trovata;

2) la curva non può essere considerata come dovuta alla sola eclisse: altri fenomeni intervengono anche massicciamente ad esaltare la variazione luminosa.

L'ipotesi di $P\ 2.439^d$ non può su queste basi essere considerata definitiva. Per una fortunata intuizione comunque, il valore suddetto è risultato confermato su ipotesi teoriche più salde nel presente studio, pur con la riserva della relativa attendibilità dei confronti. Ammettendo infatti due minimi rettificati di 0.75 mag non si ha soluzione reale ($k > 1$), sotto ipotesi in questo caso di una coppia di spettro A-B e $x \approx 0$. Gli stessi risultati impossibili si ottengono (con le medesime assunzioni di spettro e oscuramento al bordo) ammettendo che il min I della curva fosse in mag corretta e rettificata = 0.75 mag e che alla sua formazione concorressero un min I e un min II effettivi di $I = 0.5 \pm \gamma$. Del resto, per avere un min. di effettive 0.75 mag occorrerebbe un errore nel Δm fra A e B (carta GEOS del 15-17% (ad un Δm di 0.75 rettificata corrisponderebbe una osservata di circa 0.85 mag), valore, io credo, al di sotto della effettiva sensibilità di un osservatore sufficientemente esperto. In base a queste deduzioni si conferma il $P\ 2.439^d$ come il più plausibile e senza altro penso sia da scartare quello di 4.878^d .

Ammettendo però il primo periodo si risorge un nuovo problema in quanto il min II non appare dalla curva di FGR. Evidentemente esso è molto debole e la scarsità di osservazioni al max non ha forse reso possibile la sua identificazione. Questo fatto fa pensare in effetti, come già sottolineato dalla GEOS Circ. EB 1, che si tratti di un sistema doppio con il min I dovuto a una occultazione della stella più luminosa, forse di Sp. A (Figer & Royer, op. cit.) da parte di una stella rossa dei tardi tipi spettrali e di bassa luminosità relativa, (Sp K-M). È probabile, sotto queste ipotesi, che si tratti di un sistema con dimensioni assolute abbastanza grandi (in accordo con i risultati dell'orbita fotometrica: vedi oltre) forse una gigante azzurra di sequenza principale e di una rossa.

Adottando i valori spettrali indicativi di A per la più luminosa e K+M per l'altra e, rispettivamente $X=0$ e $X=1$, si possono calcolare

le ampiezze teoriche del minII. In base all'elaborazione con il metodo di Russel si ricava: $0.18 < \text{MinII} < 0.41 \text{ mag.} (x=1)$ e $0.18 < \text{II} < 0.33 \text{ mag.} (x=0)$. Data l'esperienza dell'osservatore, non mi sembra plausibile un errore così grossolano riferito ai limiti superiori delle disuguaglianze per cui è da credere che il minII $\approx 0.18 \text{ mag.}$ (con curva rettificata), che rientra nella dispersione delle misure al max. Nella successiva elaborazione dell'orbita si sono perciò assunte "a priori" le seguenti quantità:

Stella 1 : Spettro M x=1
 Stella 2 : Spettro A x=0
 Ampiezza minimo II = 0.18 mag.

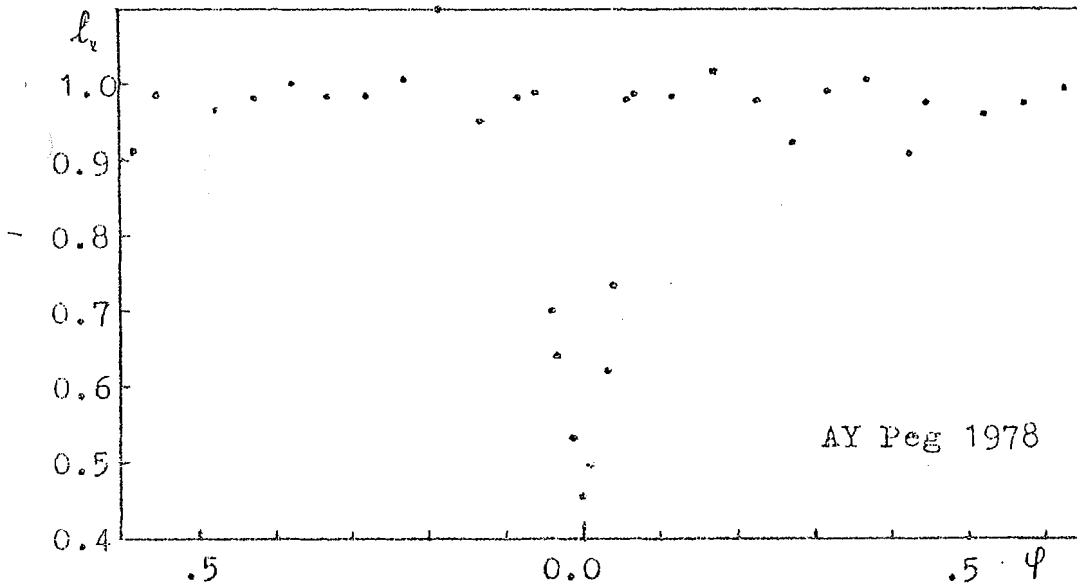


Fig2: Curva di luce media rettificata in base alla (3). Probabilmente a causa della forte dispersione nemmeno in questa curva è possibile riconoscere nettamente il minimo II benchè un accenno è forse da individuarsi attorno a fase 0.5

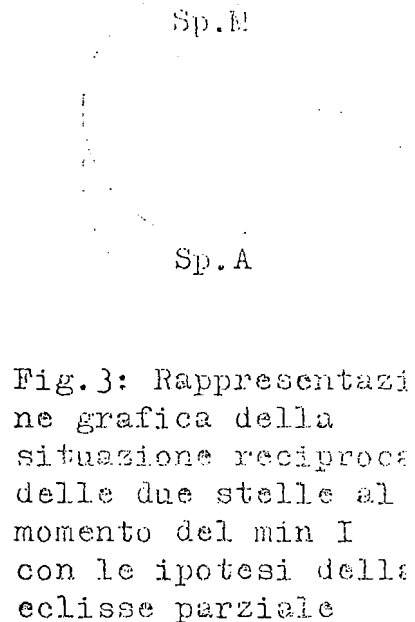


Fig. 3: Rappresentazione grafica della situazione reciproca delle due stelle al momento del min I con le ipotesi della eclisse parziale

-L'orbita fotometrica-

Per lo studio dell'orbita si è reso necessario un procedimento di rettificazione in base ad uno sviluppo in serie di Fourier (troncato al secondo termine) della curva fra i due minimi soprattutto per eliminare il fenomeno della riflessione (abbastanza sensibile a causa della grande differenza fra min I e II). Tra l'altro questo fenomeno appare anche ad un primo sommario esame della curva che, in accordo con la teoria, presenta un max a ψ con una possibile caduta di luce attorno a ψ 0.5 legata al min II, però certo più debole del valore calcolato. I coefficienti di Fourier risultano essere:

$$A_0 = 0.957 ; A_1 = -0.051 ; A_2 = -0.017 ; B_0 = B_1 = B_2 = 0.000$$

quindi

$$l_{\text{obs.}} = 0.957 - 0.051 \cos \theta - 0.017 \cos 2\theta . \quad (2)$$

Per la rettificazione si è preferito dividere l_{obs} per i termini in $\cos n\theta$ anzichè tentare una definizione dei coefficienti di

riflessione secondo la teoria più elaborata di Russel (1949).
Si ha dunque che

$$l_r = \frac{l_{obs}}{0.957 - 0.051 \cos \theta - 0.017 \cos 2\theta} \quad (3)$$

mentre

$$Nz = 0.069$$

da cui ponendo $x=0$ e $y=1$ (stella 2) si ha $z=0.035$ e $N=2$
mentre con $x=1$ e $y=1.4$ (stella 1) si ha $z=0.018$ e $N=3.84$
(questi secondi risultati sono a titolo puramente indicativo essendo molto imprecisi a causa della mancanza di dati sicuri sullo spettro).
Una volta rettificata la curva si sono fatte due ipotesi di eclisse parziale e di eclisse totale. Quest'ultima è stata presa in considerazione, benchè dalla curva non appaia traccia di totalità, poichè anche nelle misure originali non c'è grande risoluzione temporale al min I e pertanto poteva rendersi possibile un piatto di circa 40'.
I risultati ottenuti sono i seguenti:

Eclisse parziale

k	1
α_0	0,71
i	80,8°
ϵ	0,190
a_1	0,340
a_{11}	0,340
b_1	0,334
b_{11}	0,334
L_1	0,22
L_{11}	0,78
J''/J_1	3,57
$ M_{V1} - M_{V11} $	1,37 mag.

Eclisse totale

θ_0	42°	k	0,83
z	0,035	α_0	1,00
x_1	1,0	$ M_{V1} - M_{V11} $	0,218 mag.
x_{11}	0,0	i	87,3°
$1 - \lambda_1$	0,553	ϵ	0,187
$1 - \lambda_2$	0,157	a_1	0,252
		a_{11}	0,209
		b_1	0,248
		b_{11}	0,205
		L_1	0,45
		L_{11}	0,55
		J''/J_1	1,79

L'ipotesi di eclisse totale non è plausibile poichè porterebbe a un minimo II di almeno 0,4 mag. cosa che non si è osservata. Tuttavia l'ipotesi della totalità (in verità quasi radente) potrebbe essere più consistente se intervenissero dubbi fondati sul periodo.
L'eclisse parziale sembra comunque il caso più attendibile, tuttavia la mancanza di osservazioni al min II renderebbe impossibile la risoluzione teorica; la formulazione dei suddetti elementi è quindi valida rigorosamente solo se si ammette una ampiezza di 0,18mag.

-Modello proposto in definitiva-

Anche graficamente è possibile vedere che la distanza fra i lembi delle stelle è circa 1/3 del semiasse maggiore dell'orbita relativa per cui se lo si prende come unità per le lunghezze si ottiene una separazione di 0.33 il che non rende il sistema a contatto ma lascia pensare ad interazioni possibili reciproche e una discreta deformazione (confermata anche dal calcolo dell'orbita). Tutto ciò pertanto fa protendere l'ipotesi di un sistema EB (Beta Lyrae) di due giganti all'incirca delle stesse dimensioni, una azzurra e una rossa, ad eclisse parziale. Ulteriori indispensabili osservazioni future confermeranno o preciseranno meglio questa ipotesi.