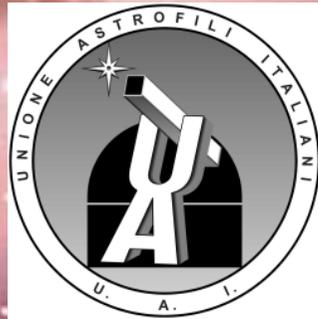


Perché osservare le binarie ad eclisse

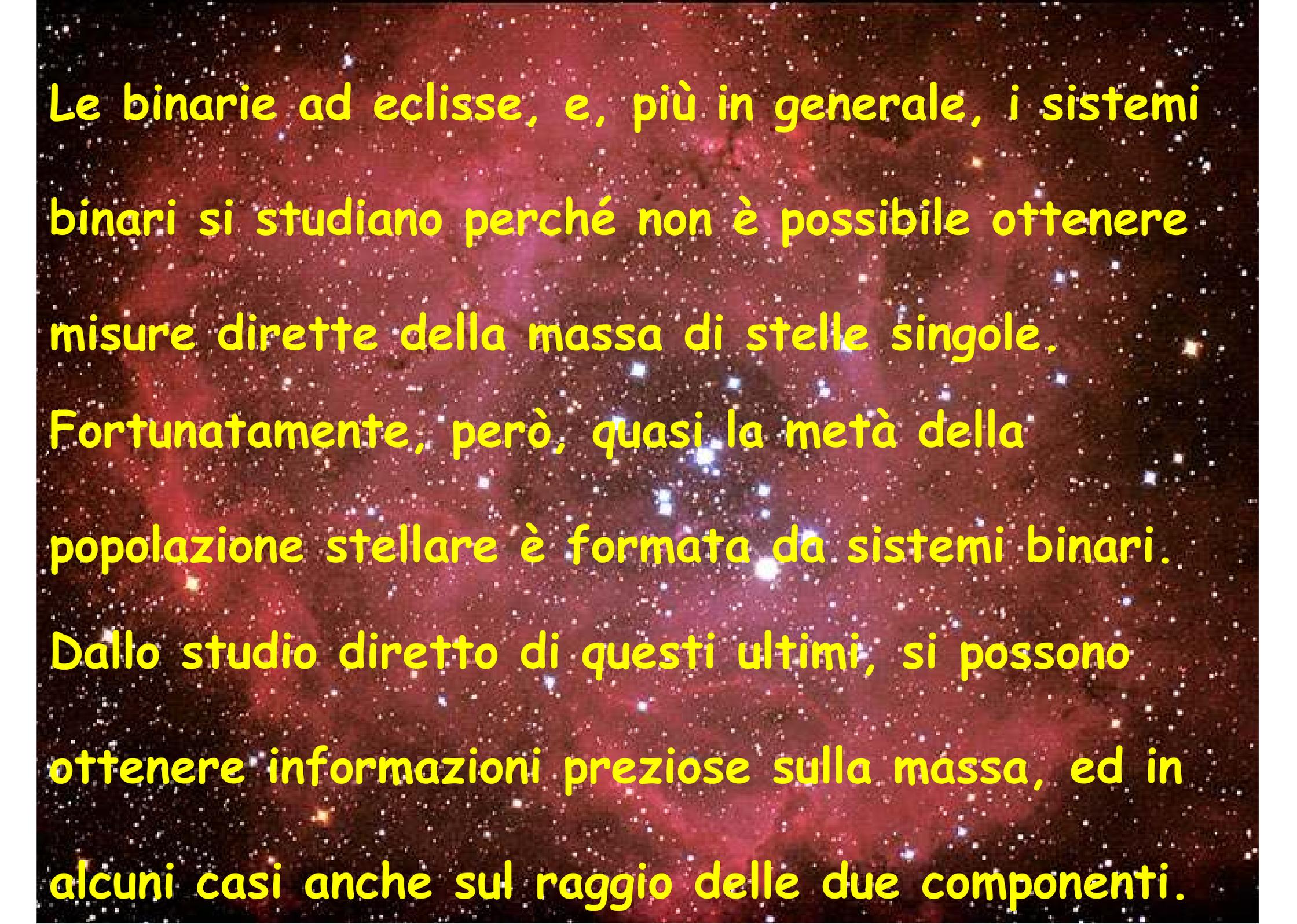


Marco Vincenzi



Amelia 15-16 maggio 2010

VI Meeting sulle Stelle Variabili SSV UAI GRAV



Le binarie ad eclisse, e, più in generale, i sistemi binari si studiano perché non è possibile ottenere misure dirette della massa di stelle singole.

Fortunatamente, però, quasi la metà della popolazione stellare è formata da sistemi binari.

Dallo studio diretto di questi ultimi, si possono ottenere informazioni preziose sulla massa, ed in alcuni casi anche sul raggio delle due componenti.

La classificazione classica delle binarie, segue il metodo con il quale il sistema binario viene identificato.

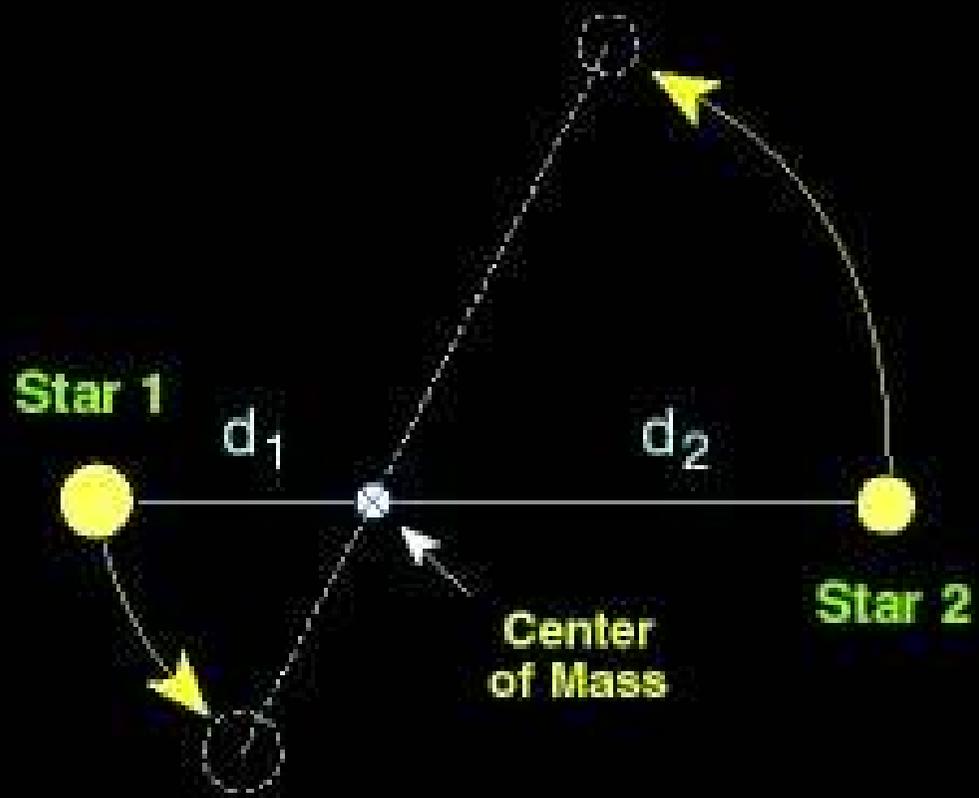
Binarie prospettiche: coppie di stelle che appaiono vicine in cielo per un puro effetto geometrico.

Binarie visuali: entrambe le stelle sono visibili ed orbitano una attorno all'altra.

Binarie astrometriche: solo una delle due stelle è visibile, e si muove lungo un'ellisse, rivelando così un'orbita kepleriana e la presenza di una compagna.

Binarie spettroscopiche: le righe di uno spettro stellare si sdoppiano periodicamente, rivelando la presenza di due stelle.

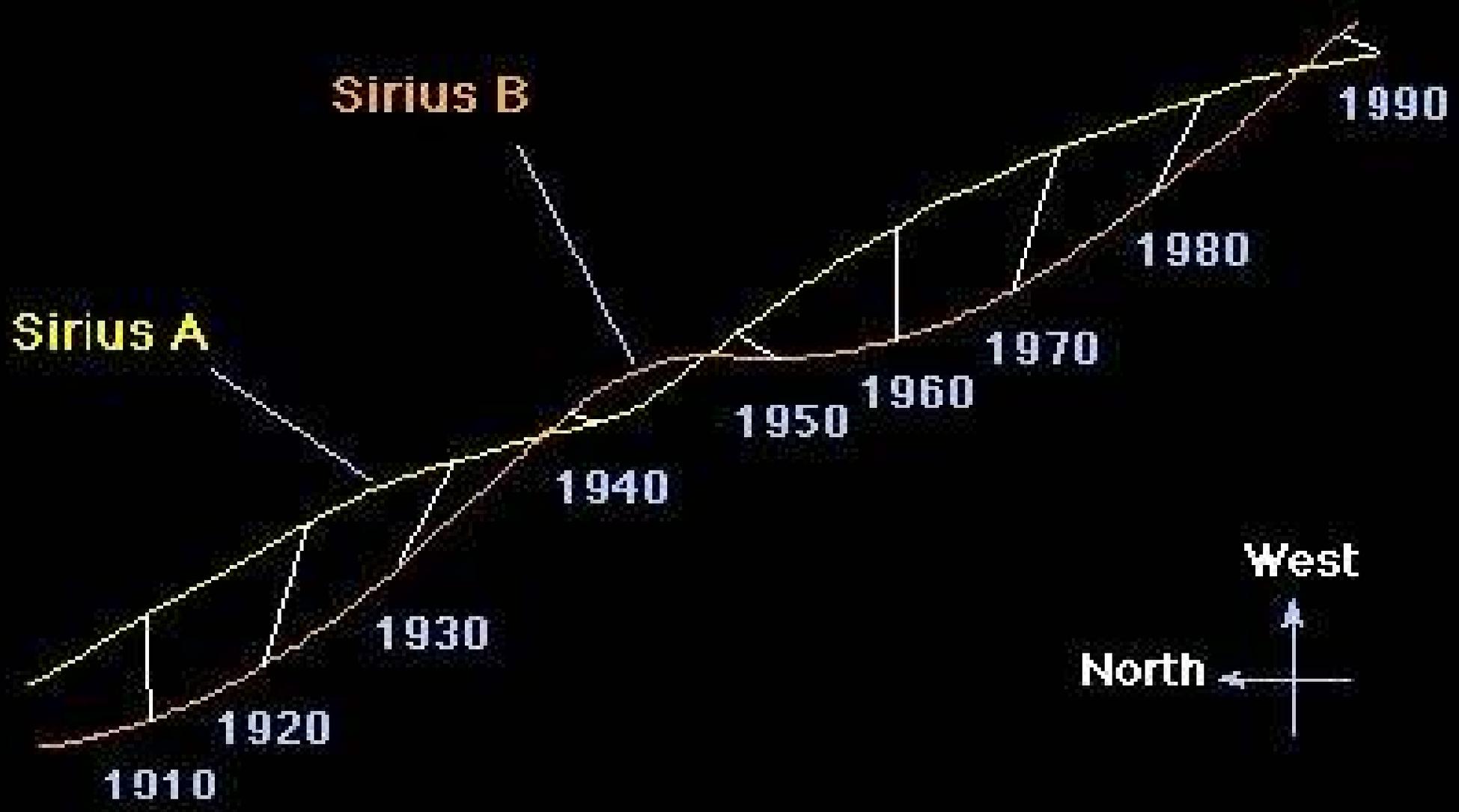
Binarie ad eclisse: la curva di luce mostra delle diminuzioni regolari dovute ad un'eclisse di una compagna meno luminosa.



Orbit of
Star 1

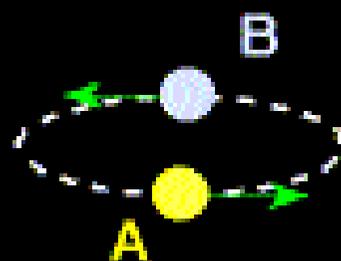


Orbit of
Star 2

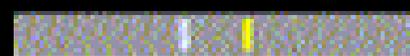




A B



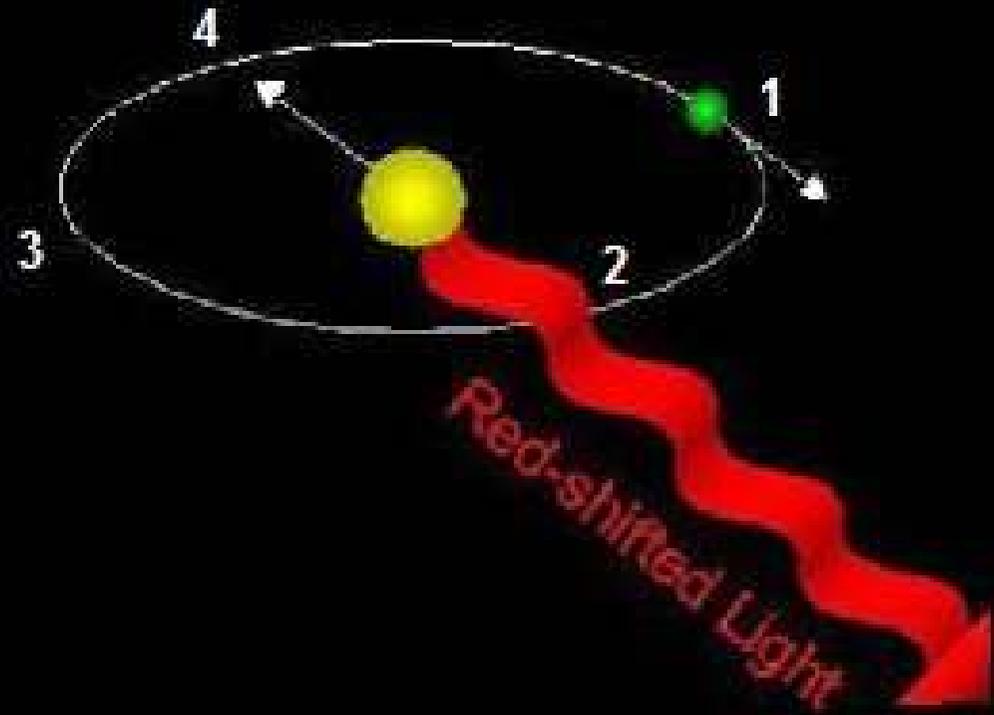
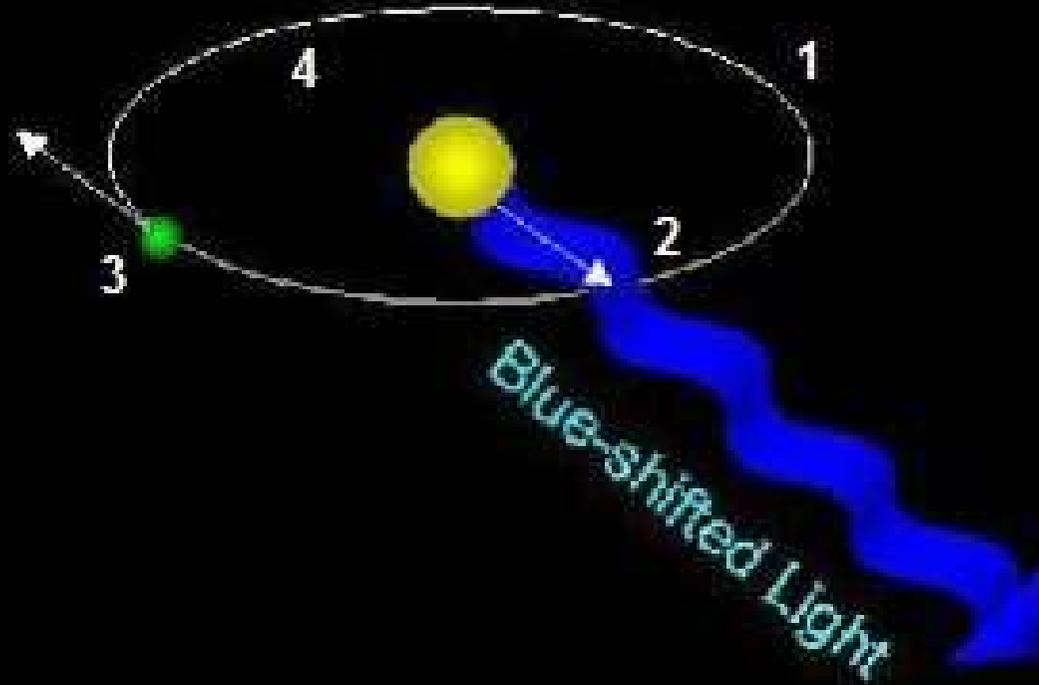
A + B



B A

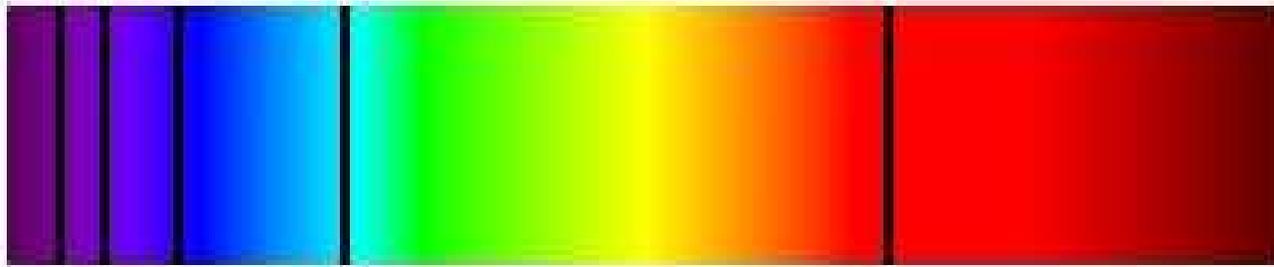
← Blue Red →

Distant Stellar System

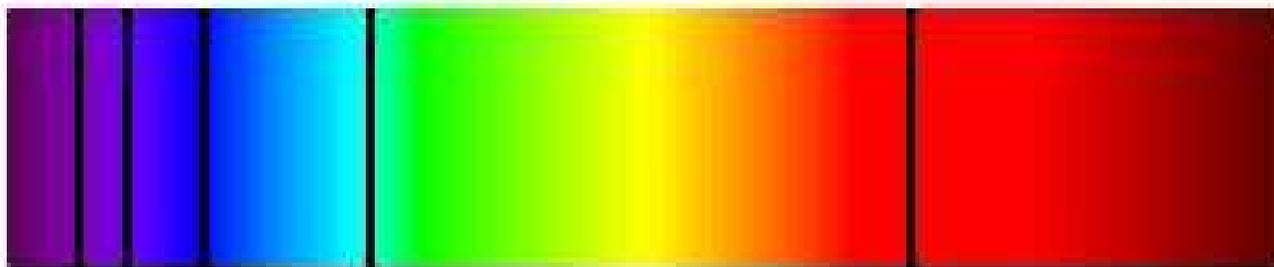




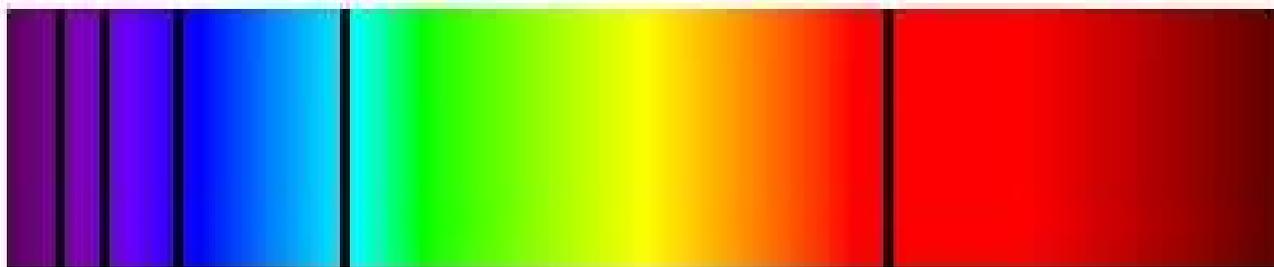
Spettro dell'Idrogeno in Laboratorio



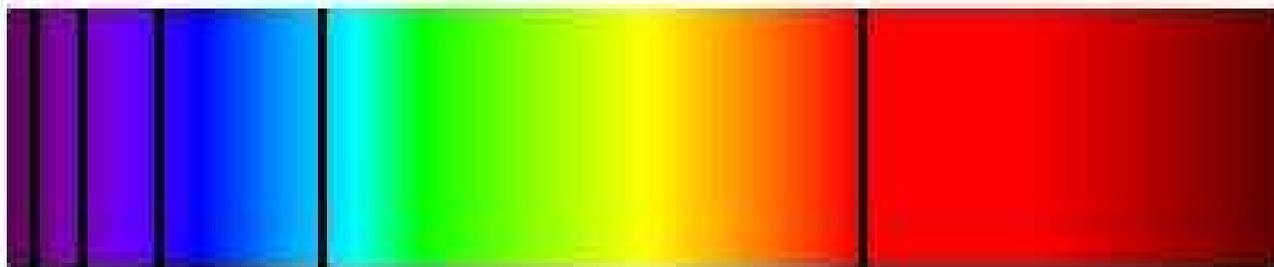
Spettro della Stella... Giorno 1



Spettro della Stella... Giorno 2



Spettro della Stella... Giorno 3



Spettro della Stella... Giorno 4

CLASSIFICAZIONE STELLE VARIABILI

VARIABILI INTRINSECHE

VARIABILI PULSANTI

(CEFEIDI CLASSICHE)

(W VIRGINIS)

(RR LYRAE)

VARIABILI CATACLISMICHE O ERUTTIVE

(T TAURI)

(UV CETI)

(NOVAE)

(SUPERNOVAE)

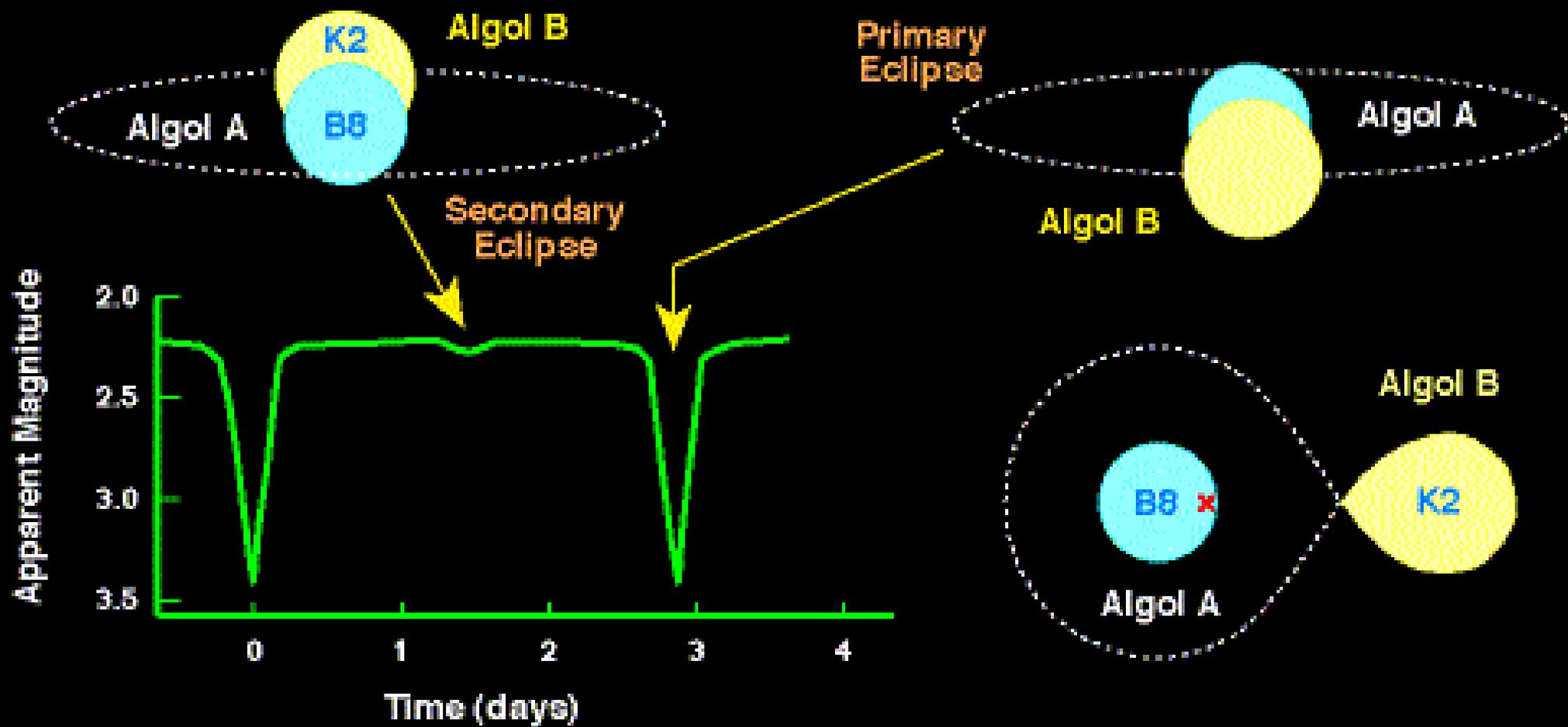
VARIABILI ESTRINSECHE O GEOMETRICHE

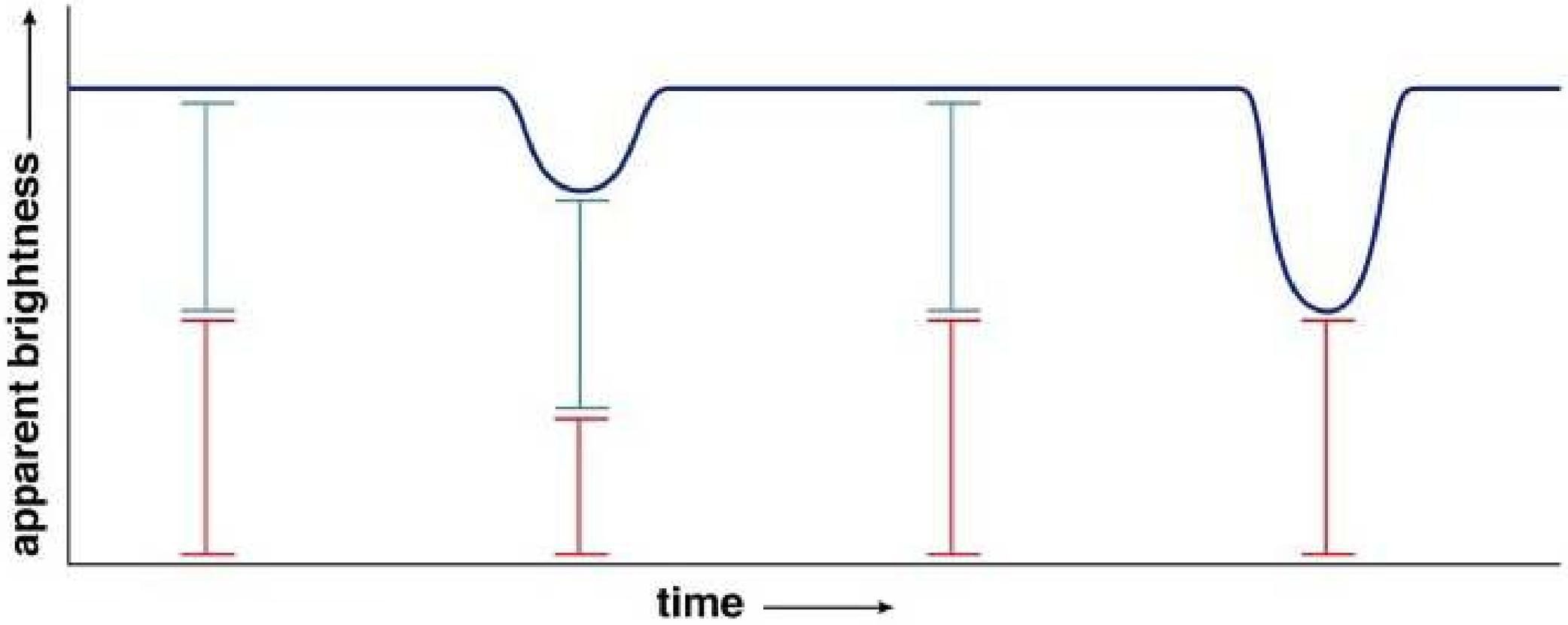
BINARIE AD ECLISSE

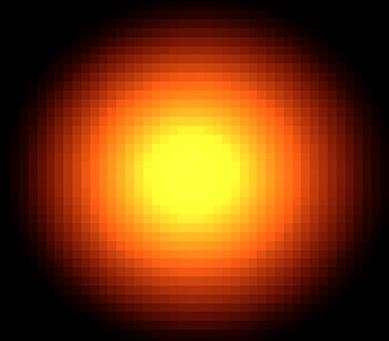
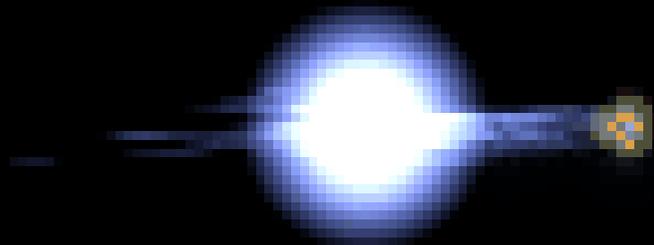
(BINARIE AD ECLISSE TIPO ALGOL)

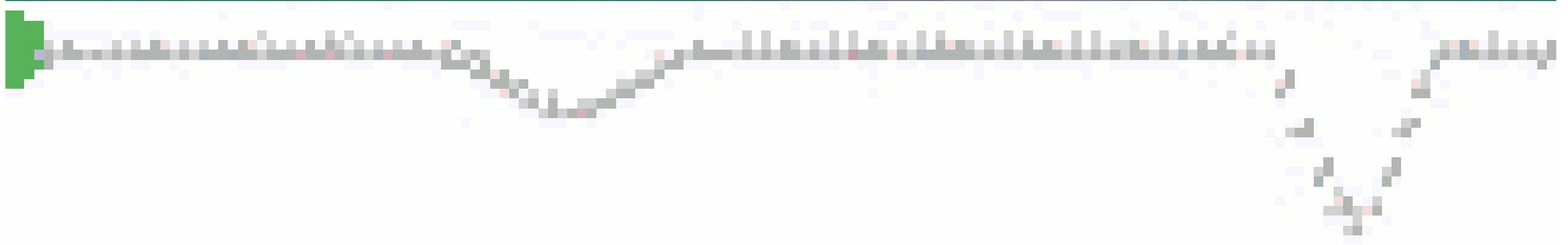
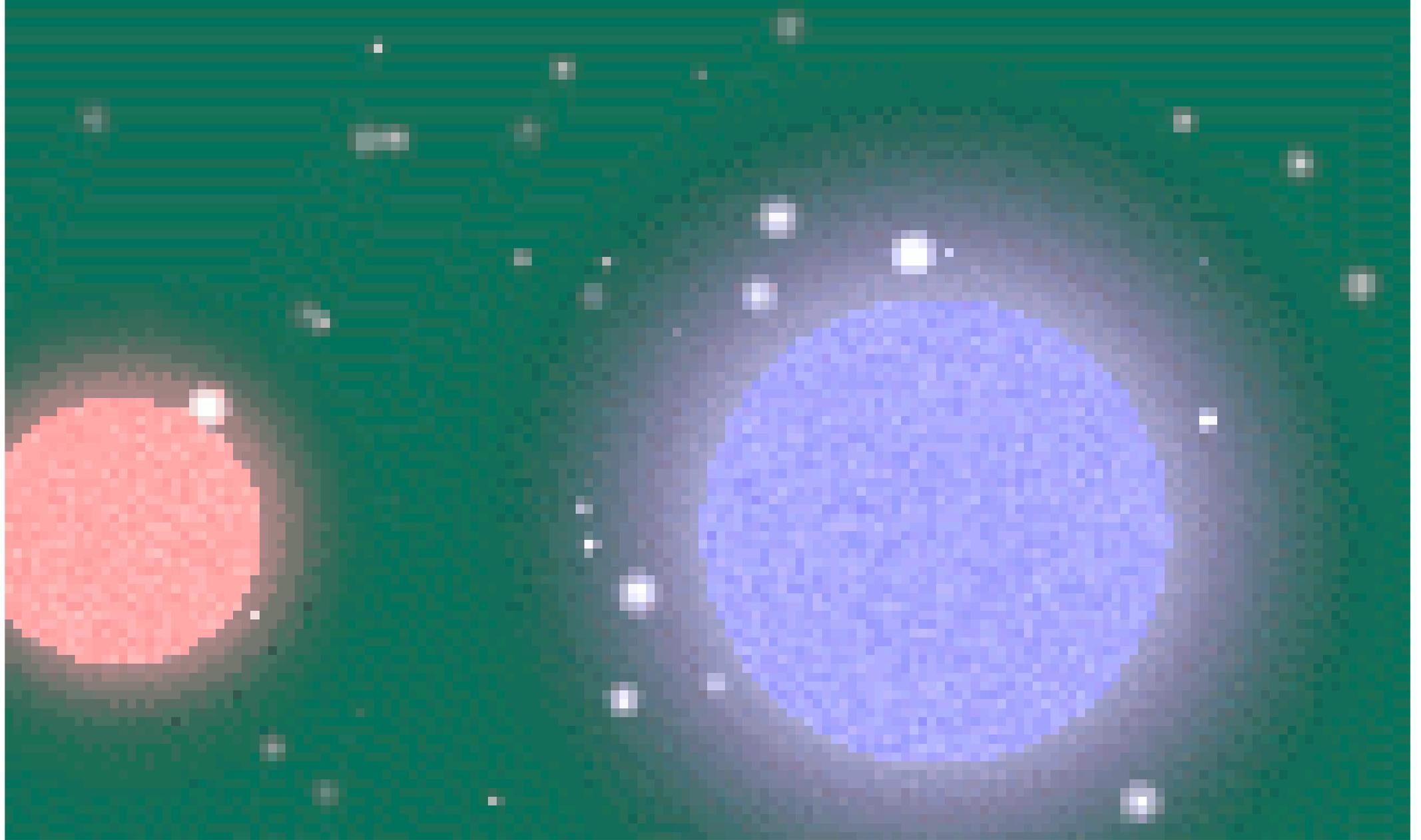
(BINARIE AD ECLISSE TIPO BETA LYRAE)

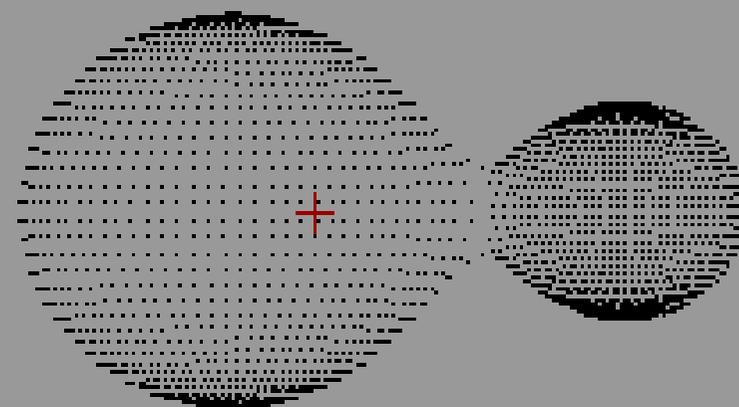
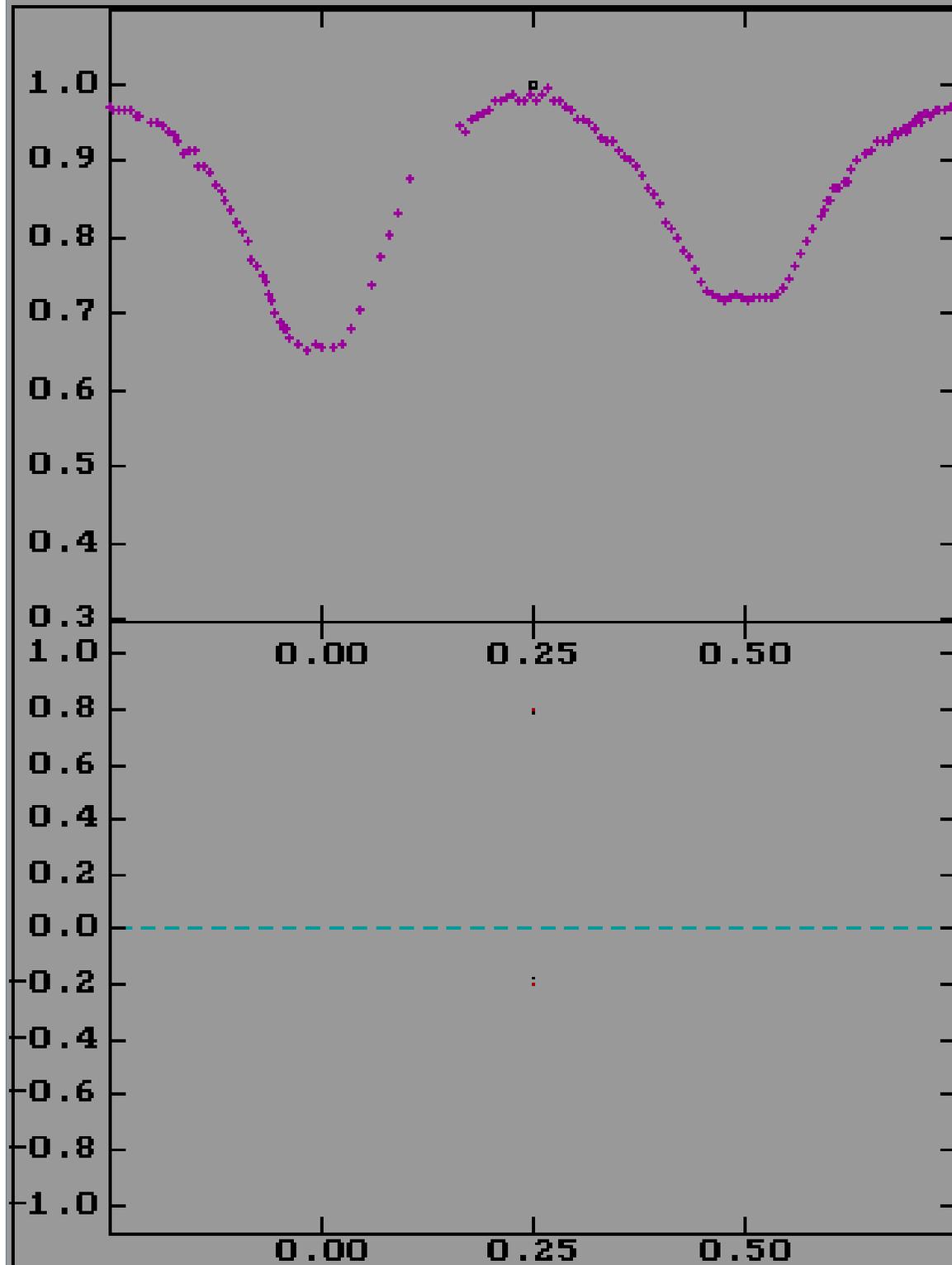
(BINARIE AD ECLISSE TIPO W URSAE MAJORIS)



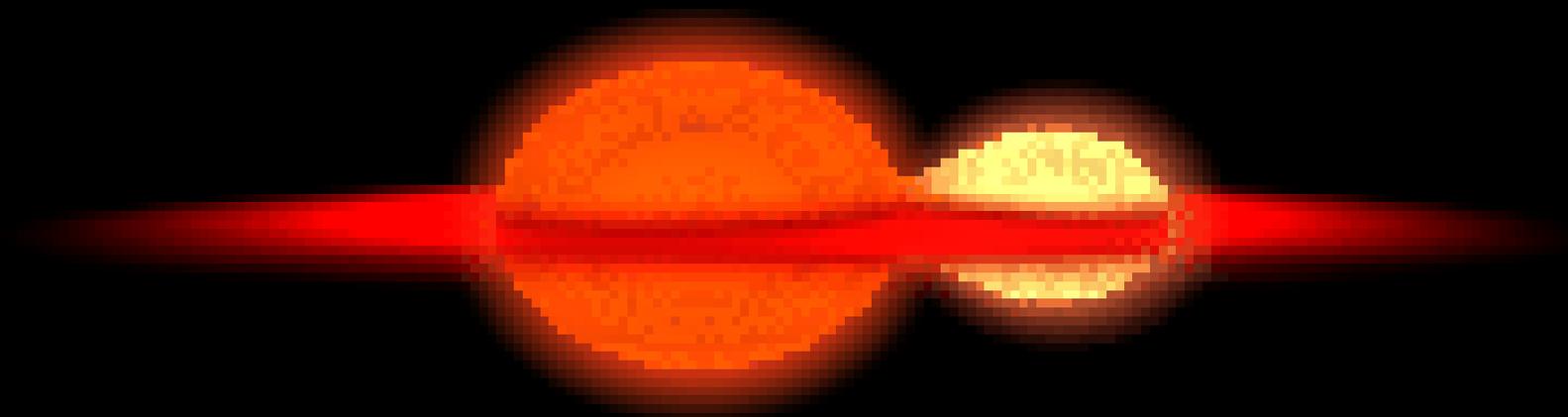


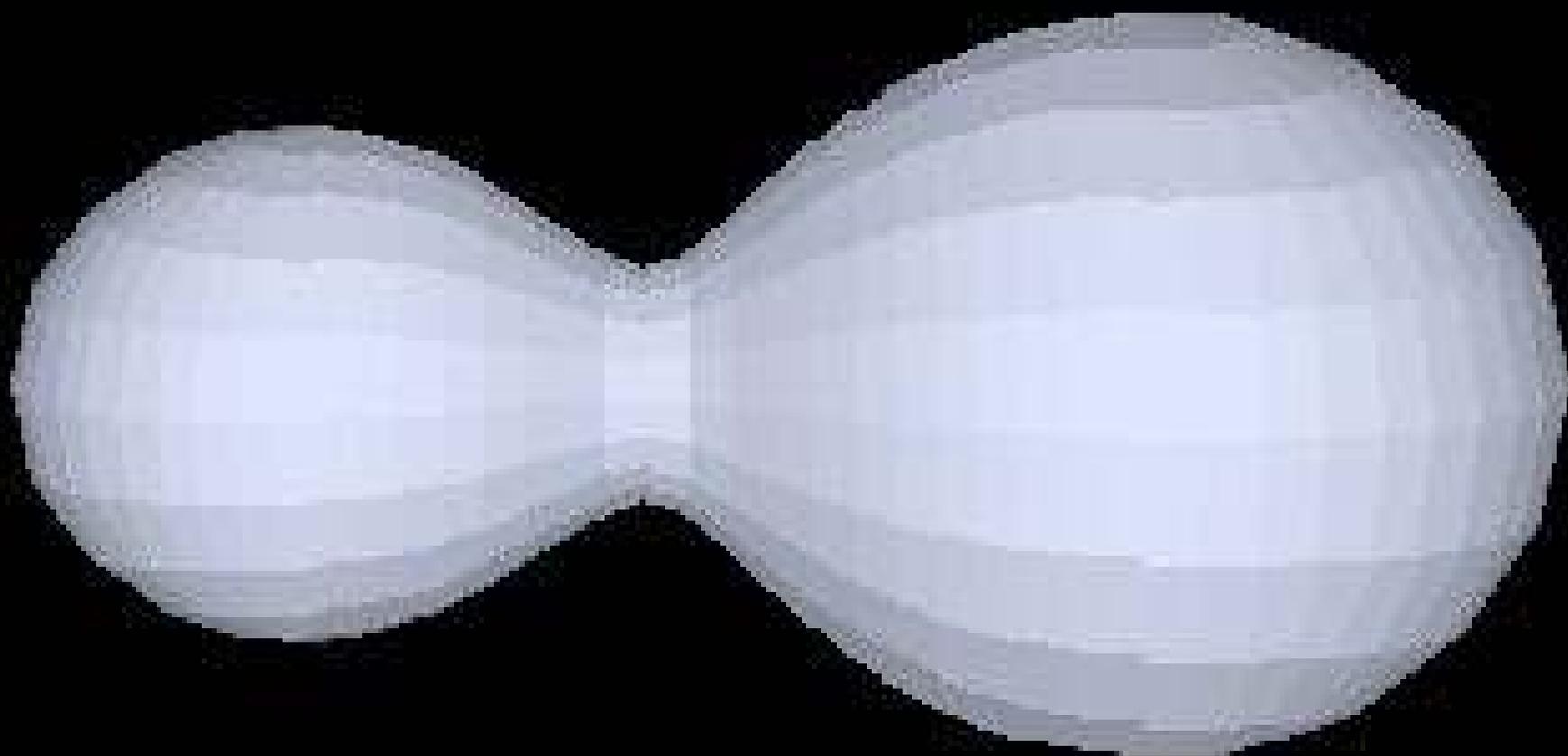




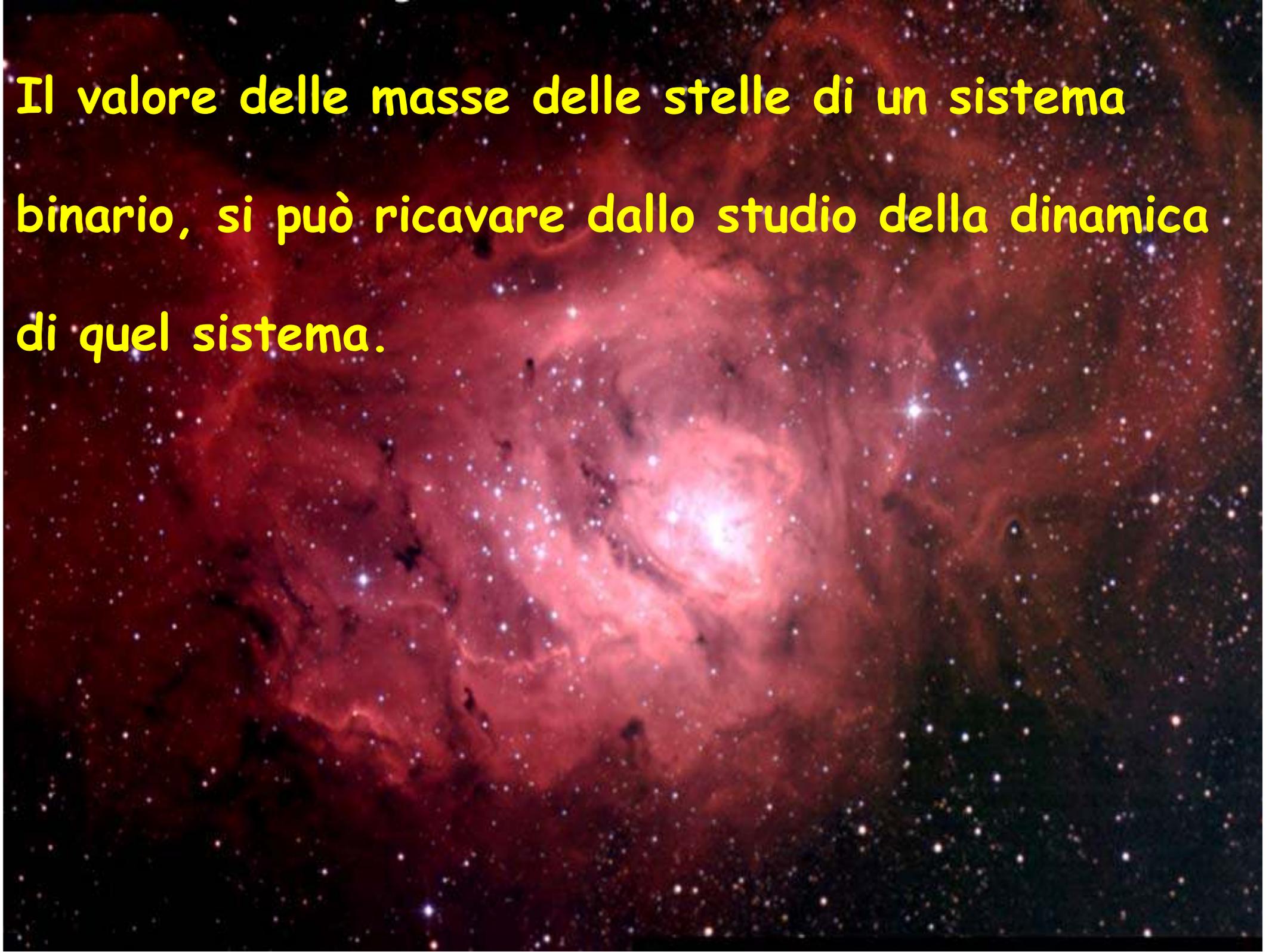


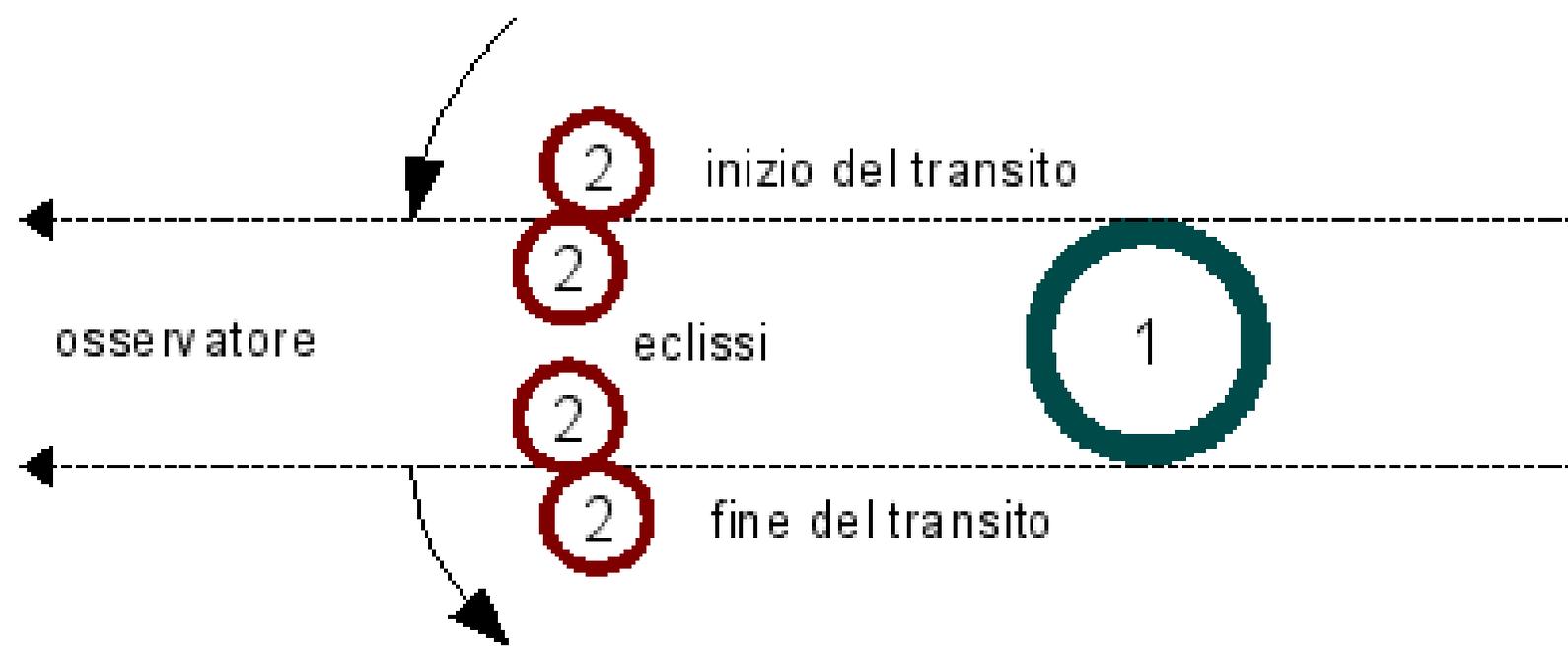
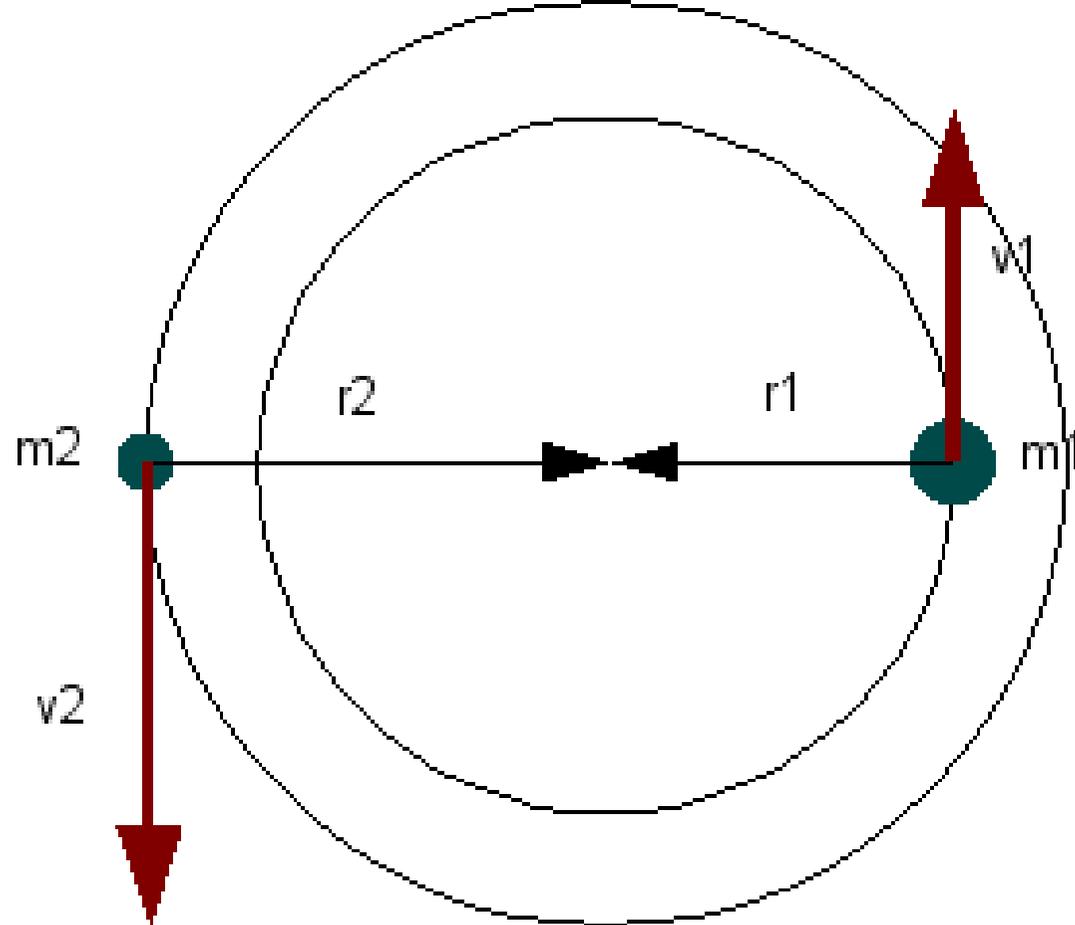
phase = 0.2500





Il valore delle masse delle stelle di un sistema binario, si può ricavare dallo studio della dinamica di quel sistema.





Supponiamo che le due stelle abbiano massa pari a m_1 e m_2 , e che orbitino con velocità rispettivamente v_1 e v_2 attorno al centro di massa comune con orbita circolare.

Sia r la loro distanza, definita come r_1+r_2 , P il periodo e Ω la frequenza orbitale, definita come $(2\pi/P)$.

Dalla terza legge di Keplero, dalla definizione di centro di massa e dalla legge del moto circolare uniforme, otteniamo le seguenti tre relazioni:

$$a) \Omega^2 = G (m_1+m_2)r^{-3}$$

$$b) v_1 = \Omega r (m_2/m_1+m_2)$$

$$c) m_2/m_1 = v_1/v_2$$

Abbiamo quindi ottenuto tre relazioni con sei incognite.

A queste bisogna aggiungere l'inclinazione i del piano dell'orbita, definita come l'angolo tra la normale al piano dell'orbita e la linea di vista e che determina le componenti delle velocità misurabili dallo spettro ($v \sin i$) o dal moto apparente ($v \cos i$).

Per risolvere il nostro problema dobbiamo conoscere almeno quattro di queste quantità incognite.

Alla luce di queste considerazioni, possiamo ottenere stime per le masse delle due stelle nei seguenti casi:

Binarie visuali a distanza nota: studiando l'orbita apparente, possiamo ricavare il periodo P , la distanza r e le velocità perpendicolari alla linea di vista $v_1 \cos i$ e $v_2 \cos i$.

Binarie spettroscopiche che siano anche binarie ad eclisse:

in questo caso se la fase di eclisse è breve rispetto al periodo orbitale, possiamo essere sicuri di osservare l'orbita quasi di taglio (i quasi uguale a 90°). Nota l'inclinazione possiamo stimare masse e distanza a partire da $v_1 \sin i$ e $v_2 \sin i$ (al massimo) e P .

Binarie visuali che siano anche spettroscopiche: in questo caso, oltre al periodo P , si possono stimare tutte le componenti della velocità, e da queste ricavare l'inclinazione.

In questo caso, si riesce anche a determinare la distanza del sistema.

Questo terzo caso non accade di frequente per un motivo osservativo: infatti, perché la binaria sia visuale, la distanza fra le stelle deve essere grande; in questo caso, la velocità di rivoluzione è bassa e difficilmente misurabile dagli spettri. Viceversa se la distanza è breve, la binaria può essere identificata spettroscopicamente, ma non visualmente.

Tutte queste considerazioni, sottintendono la possibilità di osservare la stella lungo tutto il suo periodo orbitale o, comunque, una sua parte significativa. Ne risulta che le binarie molto poco legate con periodi superiori ai 100 anni, sono a malapena identificabili. Sirio, ad esempio, binaria astrometrica e successivamente visuale, ha un periodo di circa 50 anni.

Studiando la curva di velocità di una binaria spettroscopica, l'orbita di una binaria visuale, o la curva di luce di una binaria ad eclisse, si possono ricavare informazioni sull'ellitticità delle orbite.

Nel caso fortunato di binarie spettroscopiche che siano anche binarie ad eclisse, è possibile ricavare i raggi delle stelle.

Infatti, nota la velocità dell'orbita, la fase che intercorre tra l'inizio della caduta di luce ed il culmine dell'eclisse, ci darà una misura del raggio della stella transitante, mentre la durata dell'eclisse, dipende dal rapporto tra i raggi delle stelle.

