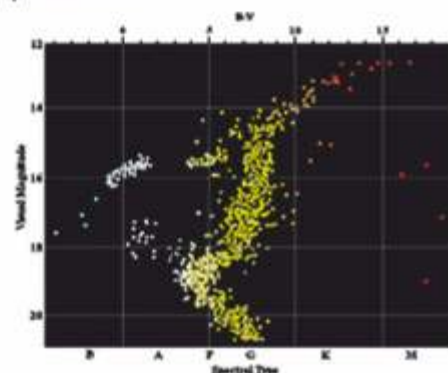


VARIABILI RR LYRAE a cura di Roberto Perenna

Le RR Lyrae (che prendono il nome dal prototipo della categoria, la stella variabile RR Lyrae nella costellazione della Lira) sono stelle variabili con periodo minore di un giorno, caratteristiche degli ammassi globulari dell'alone della Via Lattea e osservabili anche come stelle di campo dell'alone stesso e nelle galassie vicine del Gruppo Locale.

Gli ammassi globulari sono oggetti formati nelle prime fasi evolutive della Galassia e hanno un'età di circa 10 miliardi di anni. Tali ammassi sono popolati da stelle di piccola massa (inferiore alla massa del Sole) nelle fasi avanzate di combustione nucleare. Si tratta di stelle di popolazione II, povere di metalli perché formatasi in una fase in cui l'universo era carente di elementi pesanti nelle zone di formazione stellare.

Le variabili RR Lyrae sono stelle in fase di fusione centrale di elio in carbonio ed ossigeno che sono soggette a pulsazioni radiali periodiche alle quali corrisponde una variazione di luminosità modulata dal ciclo pulsazionale e quindi anch'essa periodica. L'osservabile più importante di questo fenomeno è perciò l'andamento della luminosità dell'oggetto stellare in funzione del tempo (la cosiddetta **curva di luce**), seguita dai due parametri fondamentali **ampiezza** e **periodo** della pulsazione.



Nel diagramma HR la parte del Ramo orizzontale che appare vuota è la striscia di instabilità

Le RR Lyrae occupano una limitata regione del cosiddetto Ramo orizzontale del diagramma HR, che nel suo insieme è popolato da stelle in fase di combustione centrale di elio. Tale regione del diagramma HR viene detta striscia di instabilità.

Nei diversi oggetti, l'ampiezza della variazione di luminosità indotta dalla pulsazione può variare da pochi millesimi di magnitudine fino a più di una magnitudine.

I modelli teorici prevedono che l'instabilità pulsazionale dipenda dalla composizione chimica, dalla luminosità della stella (energia emessa per secondo) e dalla gravità.

Le RR Lyrae furono osservate e studiate fin dall'inizio del 900 dall'astronomo statunitense Solon Irving Bailey, che introdusse il diagramma periodo-ampiezza, detto appunto diagramma di Bailey, che rappresenta il diagramma naturale con cui investigare il comportamento dei due fondamentali parametri pulsazionali.

In tale diagramma le RR Lyrae mostrano dividersi in due gruppi distinti che la teoria delle pulsazioni ha identificato con stelle che pulsano nel modo fondamentale e nel primo sopratono:

- I pulsatori di tipo C (RRc: primo sopratono) hanno piccoli periodi e piccole ampiezze (ed in genere Temperature efficaci, ossia di colore, più alte).
- I pulsatori di tipo ab (RRab: modo fondamentale) hanno grandi periodi e piccole ampiezze (o viceversa) e mostrano tipicamente Temperature efficaci più basse.

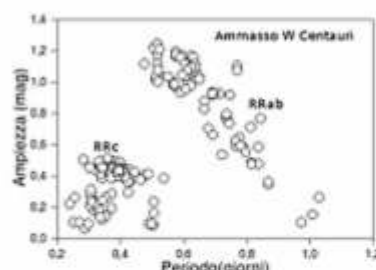
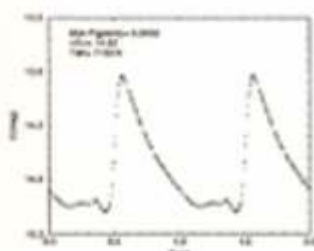
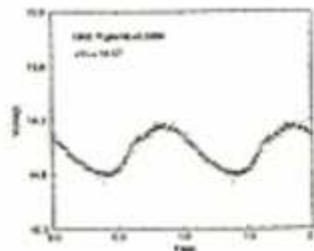


Diagramma di Bailey per le RR Lyrae dell'ammasso W Centauri

I pulsatori RRc e RRab differiscono anche per la morfologia delle curve di luce: i pulsatori RRc hanno curve di luce tipicamente simmetriche, al contrario degli RRab. Poiché il periodo e l'ampiezza sono entrambi indipendenti dalla distanza e da eventuali arrossamenti, il diagramma di Bailey risulta un solido strumento per verificare le predizioni delle teorie evolutive e pulsazionali.



Curva di luce RR Lyrae di tipo RRab



Curva di luce RR Lyrae di tipo RRc

L'importanza dello studio delle stelle variabili RR Lyrae nel panorama della moderna ricerca astrofisica è di fondamentale importanza sia come candele standard per la determinazione delle distanze, sia per la misura dell'Ello cosmologico. Nel 1971 gli astronomi van Albada e Baker derivarono le relazioni analitiche che legano i periodi pulsazionali ai parametri strutturali stellari (massa, temperatura effettiva e luminosità).

La luminosità relativamente bassa rispetto alle Cefeidi non permette di usare le RR Lyrae come calibratori di distanze su scale extragalattiche, però permette di fissare la distanza degli ammassi globulari galattici. Infatti per tali ammassi sappiamo ricavare con vari metodi la metallicità e l'età, e calcolare in modo teorico la luminosità del ramo orizzontale.

Da questo dato possiamo anche calcolare l'intervallo in temperature efficaci coperto dalla striscia di instabilità, e di conseguenza tramite le relazioni di van Albada e Baker ottenere un intervallo di periodi coperto dalle variabili RR Lyrae di quell'ammasso. Confrontando i valori teorici con l'intervallo misurato sperimentalmente possiamo ricavare, tramite il processo inverso, la luminosità dei rami orizzontali, quindi la magnitudine assoluta e la distanza degli ammassi.

La determinazione del contenuto di elio originale delle stelle di ammasso globulare riveste grande interesse cosmologico, poiché tale valore rappresenta il limite superiore per l'elio cosmologico prodotto nel Big Bang, elio che a sua volta è collegato al numero di barioni ed alla geometria dell'universo. Ma a causa della sedimentazione gravitazionale dell'elio dalle atmosfere stellari, non sono possibili misure dirette dell'abbondanza originaria di tale elemento.

Le teorie dell'evoluzione stellare prevedono che al crescere del contenuto originario di elio, cresce la luminosità del ramo orizzontale. Tramite la relazione di van Albada e Baker che lega il periodo pulsazionale ai parametri strutturali stellari (luminosità, massa e temperatura effettiva) si ottengono informazioni sul rapporto massa luminosità per le RR Lyrae. Per la determinazione dell'abbondanza di elio si sfrutta il fatto che tale parametro risulta essenzialmente una funzione del solo contenuto di elio, indipendentemente dalla metallicità. La stima dell'abbondanza di elio dipende però dal valore della temperatura effettiva e quindi può essere influenzata dalla presenza di arrossamento.

Nell'approfondimento un filmato che illustra i risultati della nuova mappa di RR Lyrae prodotta tramite la release 3 dei dati del satellite GAIA dell'ESA.