

LA SINFONIA DEL SOLE

(Dott.ssa Alessandra Di Cecco)

Lo studio della luce del Sole, fino a pochi decenni fa, sembrava non permette l'analisi degli strati più interni a causa dell'alta opacità della materia in queste regioni.

Robert Leighton, nel 1960, analizzando lo spostamento di righe per effetto doppler, si accorse dell'esistenza di piccoli moti oscillatori sulla superficie del Sole.

Queste oscillazioni, della durata dai 5 ai 12 minuti, vennero interpretate all'inizio come fenomeni locali e ricollegabili ai moti convettivi dell'atmosfera. Oggi sappiamo che tali moti interessano tutta la struttura solare e sono legati ad onde acustiche, che generate dai moti turbolenti dell'atmosfera, vengono intrappolate all'interno della nostra stella.

Per analogia con la scienza che studia le onde sismiche della Terra, lo studio del Sole per mezzo delle onde acustiche è stato denominato 'eliosismologia'.

Poichè le onde acustiche possono propagarsi in un mezzo con densità variabile solo se la loro lunghezza d'onda è minore della lunghezza sulla quale cambia significativamente la densità, la superficie del Sole non permette alle onde di frequenza $>$ di 5mHz* di propagarsi e le riflette verso l'interno. L'alta temperatura degli strati interni crea una variazione della velocità del suono e le onde vengono curvate fino ad essere respinte verso la superficie. In questo modo viene a crearsi una regione in cui le onde rimbalzano tra due 'specchi acustici'.

All'interno di questa cavità si generano, dunque, onde stazionarie date dai possibili modi normali di vibrazione, denominati modi-p o pressure-modes. Il Sole oscilla, così, con una combinazione di modi diversi, che vengono riflessi da differenti strati di profondità e che possono essere distinti da potenti computer. In questa maniera, l'analisi delle varie frequenze permette, insieme alle più difficoltose tecniche di rivelamento dei neutrini, lo studio delle caratteristiche degli strati interni del Sole.

* Sono state registrate onde di frequenza maggiore di 5mHz, tuttavia esse sono il risultato di interferenze positive di onde di più bassa frequenza.

I modi-p possono essere descritti dalle armoniche sferiche, i cui nodi sono localizzati sulla superficie del Sole e in modo radiale, verso l'interno. In maniera analoga agli stati di energia dell'atomo di idrogeno, le armoniche sferiche sono identificate da tre numeri: 'l', 'm' ed 'n'. Nel nostro caso, il grado armonico 'l', indica il numero di linee nodali sulla superficie del Sole, che possono essere individuate da piani passanti per i poli, in maniera analoga ai meridiani terrestri. L'ordine 'm' è compreso tra '-l' e '+l' ed il numero dato da 'l-m' è il numero delle linee nodali parallele all'equatore solare, in analogia ai paralleli terrestri. Il numero 'n' indica il numero dei nodi presenti lungo la direzione radiale, tra la superficie ed il centro.

Esistono oltre 10^6 modi-p di oscillazione che generano regioni che o si allontanano o si avvicinano al centro del Sole.

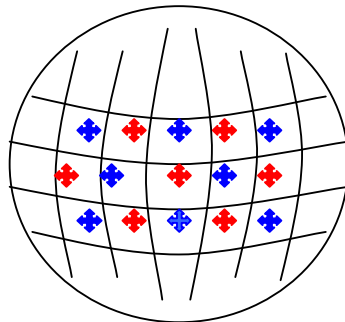


Fig.1 Rappresentazione delle linee nodali per $l = 12$ ed $m = 8$. Le zone con asterisco rosso oscillano radialmente in direzione opposta alle zone con asterisco blu.

I risultati dell'eliosismologia sono importanti per lo sviluppo delle teorie di evoluzione stellare e della nucleosintesi primordiale, tramite lo studio degli strati interni, infatti, è possibile risalire alla profondità della zona convettiva e all'abbondanza di elio cosmologico. Un'ulteriore indagine condotta dall'eliosismologia riguarda la rotazione differenziale del Sole: il fenomeno di rotazione rimuove la degenerazione dei modi di vibrazione con uguale 'n' ed 'l' e differenti 'm' (in modo simile all'effetto Zeeman negli atomi).

Attualmente l'eliosismologia si avvale di numerose stazioni terrestri che monitorano il Sole costantemente e del satellite Soho posto in orbita eliostazionaria.

In maniera equivalente all'eliosismologia, l'analisi delle onde acustiche intrappolate nelle stelle lontane, prende il nome di 'astrosismologia', per i cui studi sarà lanciato nel prossimo anno il satellite Corot dell'ESA.