

Fari nello Spazio

Quella strana emissione radio pulsate

Siamo nel 1967, una giovane studentessa di astrofisica dell'Università di Cambridge, Jocelyn Bell, è a lavoro sulla sua tesi di laurea. La ricerca prevede lo studio della scintillazione (variazione rapida della luminosità) prodotta dalle quasar, nuclei galattici distanti miliardi di anni luce dalla Terra.



Fig. 1 Cambridge 1967, Jocelyn Bell immortalata davanti al radiotelescopio

Durante l'analisi dei dati del radiotelescopio, Bell e il suo relatore Hewish, osservano un segnale molto regolare: un impulso radio di breve durata che si ripete ogni 1,337 secondi.

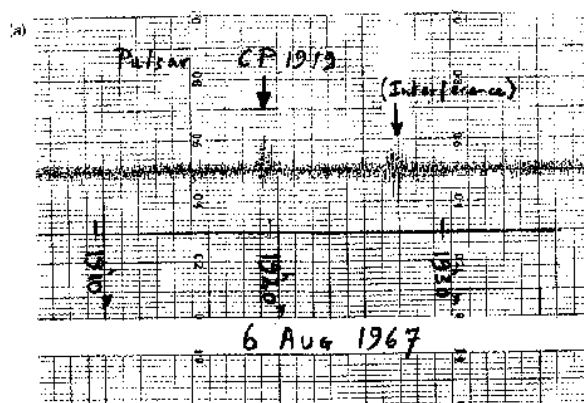


Fig. 2 La prima registrazione su carta di LGM1, denominata poi PSR B1919+21

All'inizio i due ricercatori pensano di aver trovato il segnale proveniente da extraterrestri, per cui battezzano l'impulso radio con il nome di LGM1 dove LGM è l'acronimo di Little Green Man (piccoli omini verdi). L'ipotesi del primo contatto

con una popolazione aliena viene abbandonata rapidamente, poiché vengono rilevati nuovi segnali in punti differenti del cielo e con differenti periodi di pulsazione, inoltre non viene osservato nessun moto orbitale dell'oggetto emittente che invece si avrebbe nel caso di un segnale inviato da un pianeta che ruota attorno alla propria stella. Si trattava di una pulsar, cioè di una stella di neutroni in rapida rotazione, dotata di un intenso campo magnetico che emette un fascio di radiazione collimato (in un cono ristretto), e lo si comprende definitivamente solo un anno dopo, grazie alla scoperta della pulsar nella Nebulosa del Granchio.

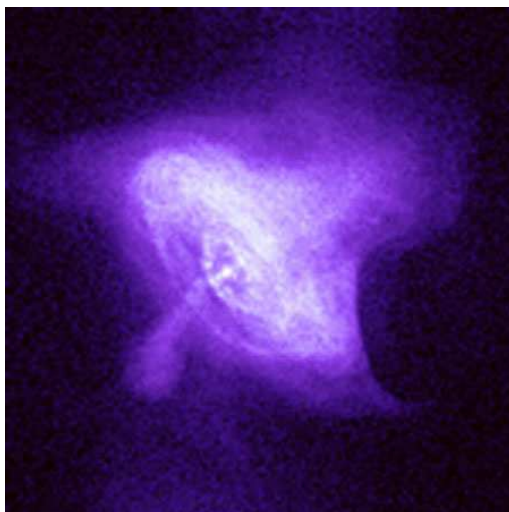


Fig. 3 La Nebulosa del Granchio vista dal satellite NASA a raggi X Chandra

La scoperta della prima pulsar verrà suggellata con il conferimento del premio Nobel per la Fisica. A giorno sarà però solo il relatore Hewish, infatti, Jocelyn Bell non verrà insignita di tale riconoscimento. Tuttavia l'astrofisica inglese viene comunque sempre ricordata come la vera scopritrice della prima pulsar.

Le stelle di neutroni

Le stelle di neutroni rappresentano la fase finale dell'evoluzione di stelle di grande massa, molto più massicce del Sole. Le stelle massive esauriscono rapidamente le loro riserve di combustibile, anche se all'inizio dispongono di una quantità di idrogeno maggiore rispetto a quelle di piccola o media massa. Il Sole e le stelle di massa analoga dispongono di combustibile nucleare sufficiente a poter brillare per 10 miliardi di anni mentre, una stella massiva, con massa 20 volte quella del Sole, vive solo alcuni milioni di anni. La massa della stella determina anche la morte della stella. Quando si riduce l'apporto di energia nucleare, in grado di contrastare la contrazione gravitazionale, le regioni centrali tendono a comprimersi in un nocciolo sempre più compatto. Nel caso delle stelle massive, il nocciolo diventa talmente denso da diventare un enorme nucleo atomico con 10^{57} neutroni, evolvendo così in una stella di neutroni. Gli strati più esterni della stella vengono scagliati lontano in una enorme esplosione, detta supernovae. Uno di questi eventi portò alla nascita della Nebulosa del Granchio nella costellazione del Toro. Questa esplosione venne registrata nel 1054 da alcuni astronomi cinesi. La stella di neutroni si contrae fino alle dimensioni di 10 chilometri, raggiungendo una densità inimmaginabile, 10^{14} volte maggiore della densità del piombo. Possiedono campi magnetici straordinariamente intensi, in grado come nelle dinamo, di generare potenti correnti elettriche e di accelerare gli elettroni.

Meccanismo di produzione del segnale pulsato

Le stelle di neutroni sono dotate di un intenso campo magnetico, per intenderci la Terra possiede un campo magnetico che varia da 0,3 a qualche Gauss (il Gauss è l'unità di misura della densità del flusso magnetico), mentre per una stella

di neutroni si può arrivare anche a 10^{11} Gauss. E proprio a causa dell'estremo campo magnetico, la radiazione prodotta (si tratta di onde elettromagnetiche nella banda radio) non viene emessa in tutte le direzioni, ma forzata a viaggiare solo entro due coni molto stretti, allineati con l'asse del campo magnetico della stella. L'asse di rotazione della stella e l'asse del suo campo magnetico invece non coincidono. Ne consegue che, mentre la stella ruota, i poli magnetici ruotano e si presentano all'osservatore alternativamente. Quando un cono di radiazione è nella direzione della Terra, l'impulso radio arriva fino a noi. Esattamente come accade nel caso di un faro, noi vediamo la luce solo quando questa è lungo la nostra linea di vista.

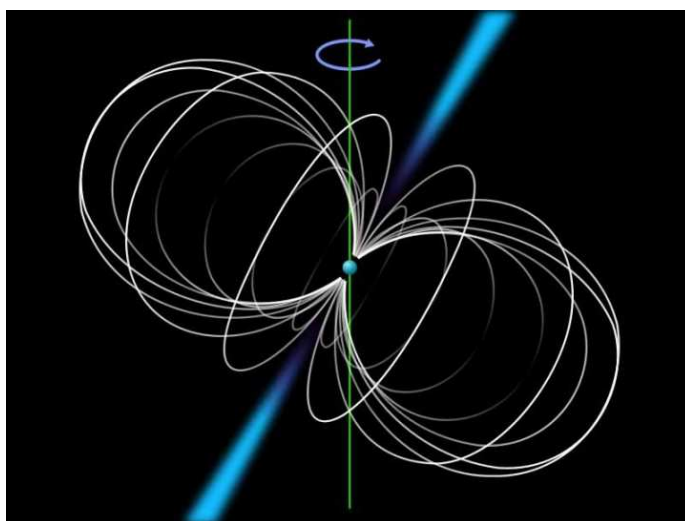


Fig. 4 Rappresentazione di una pulsar: in bianco sono riportate le linee del campo magnetico. La radiazione (in blu) viene emessa in stretti coni lungo una direzione che non è allineata con l'asse di rotazione della stella di neutroni (verde).

Il segreto delle pattinatrici

Guardando una gara di pattinaggio sul ghiaccio o di tuffi dal trampolino si rimane affascinati dalla velocità con la quale gli atleti riescono ad affrontare le piroette e, con quale leggiadria e naturalezza riescono a rallentare o ad accelerare semplicemente avvicinando o allontanando le braccia e le gambe.

Alla base del meccanismo c'è una legge fisica, nota come legge di conservazione del momento angolare. Il momento angolare è una grandezza fisica che dipende dalla velocità di rotazione e dalla distanza della massa dall'asse di rotazione. Nel caso del pattinatore sul ghiaccio, quando l'atleta porta le proprie braccia e gambe vicine all'asse di rotazione, la distanza diminuisce e di conseguenza, perché il momento angolare si conservi, la sua velocità angolare deve aumentare. Lo stesso fenomeno dà luogo alla rotazione estremamente veloce delle stelle compatte come le stelle di neutroni che si formano a partire da stelle di grandi dimensioni. Quando la stella si contrae, formando il nucleo compatto, la sua velocità aumenta enormemente. Le stelle di neutroni infatti, ruotano con grandissima velocità, anche 100 volte al secondo.

Le pulsar doppie

Quarant'anni dopo la scoperta della prima pulsar, nel 2003, è di nuovo una donna a dare un contributo fondamentale nello sviluppo della conoscenza di questi corpi celesti. Si tratta della giovane astrofisica italiana, allora ancora dottoranda, Marta Burgay.

"Nel 2003 durante il dottorato di ricerca" - racconta l'astrofisica- "ero in Australia con altri colleghi per fare osservazioni: dovevo osservare e analizzare i dati di una parte del cielo in cerca di segnali periodici provenienti da pulsar. Lavoravo con radiotelescopi che raccolgono appunto onde radio e a complicare il nostro lavoro c'erano anche le interferenze terrestri, tipo quelle di un frullatore acceso. Qualche tempo dopo però analizzando i dati raccolti mi sono accorta di un segnale periodico molto particolare. Era il segnale di una 'pulsar al millisecondo', un oggetto celeste in rapidissima rotazione". "L'eccezionalità" precisa la ricercatrice - è data dal fatto che la pulsar che abbiamo scoperto sta ruotando attorno a un'altra pulsar. Sono 1700 le pulsar scoperte finora nella nostra galassia, di queste una decina circa ruota intorno a un'altra stella di neutroni, ma solo in questo caso la stella attorno alla quale ruota è anch'essa una pulsar ed emette un fascio di onde radio". L'importanza delle pulsar binarie è molteplice, sia perché solo in configurazioni di questo tipo è possibile una misura diretta delle loro masse, sia perché aprono la strada a nuove verifiche della teoria della relatività, come ad esempio una prova indiretta dell'emissione di onde gravitazionali. Le osservazioni in corso quindi saranno un test per le teorie di Einstein: si parla infatti di astronomia relativistica.

A cura di Simona Romaniello

Astrofisica e divulgatrice scientifica, per il Planetario di Torino si occupa di formazione e di sviluppo e allestimenti museali.