

# L'Universo tascabile



La nebulosa del Granchio



Grażyna Stasińska  
Osservatorio di Parigi

## Come è stato scoperto

L'astronomo dilettante inglese John Bevis scoprì questo oggetto nel 1731. Fu poi riscoperto dall'astronomo francese Charles Messier, mentre cercava la cometa Halley, il cui ritorno in cielo era previsto per il 1758. Poiché questo oggetto non si muoveva, non poteva essere una cometa. Messier lo elencò come numero 1 nel suo "catalogo delle nebulose e degli ammassi stellari", da non confondere con le comete. Intorno al 1800 William Herschel lo osservò molte volte con un grande telescopio e concluse che era un ammasso di stelle. Più di un secolo dopo, gli spettri di questo oggetto hanno permesso agli astronomi di analizzare la natura della sua luce ed hanno mostrato che non si trattava di un agglomerato di stelle, ma piuttosto di una vera nebulosa, composta da gas diluito e ionizzato.

3

Il primo disegno di questo oggetto, fatto da Lord Rosse nel 1844, visto attraverso il suo telescopio di 90 cm di diametro. Questo disegno ha dato origine al nome di 'Crab Nebula' (anche se assomiglia piuttosto a un insetto). Comunque, il nome "granchio" è rimasto, ed è ancora in uso oggi.



2

Sotto: La prima foto della nebulosa del Granchio fu ottenuta da Isaac Roberts, un costruttore gallese e astronomo dilettante, nel 1892, con un'esposizione di 3 ore con un riflettore da 50 cm.

Questa immagine assomiglia poco al disegno di Lord Rosse. Ma si può già vedere una certa somiglianza con l'immagine dettagliata ripresa dal telescopio spaziale Hubble, che è in copertina.

## Il granchio e la guest star

Nei primi anni '20, gli astronomi si resero conto che la posizione della Nebulosa del Granchio coincideva con quella della «stella ospite» vista dagli astronomi cinesi nel 1054.

Hanno anche notato che la dimensione angolare della Nebulosa del Granchio stava crescendo con il tempo, e gli spettri dei suoi filamenti indicavano che si muovevano ad una velocità di 1500 chilometri al secondo\*. Questo li ha portati a concludere che la nebulosa è nata e ha iniziato ad espandersi circa 1000 anni prima.

Nel 1928, Edwin Hubble propose che la Nebulosa del Granchio fosse il residuo della stella la cui esplosione fu vista nel 1054. Tuttavia, la fisica dell'esplosione non era compresa a quel tempo e quindi all'inizio questa idea non fu accettata.

Vedi pagina 4 5

Nel 1054, l'astronomo imperiale cinese Yang Weide vide una nuova stella nel cielo. Questa "stella ospite", come la chiamò lui, poteva essere vista in pieno giorno per 23 giorni e rimase rilevabile nel cielo notturno per oltre due anni.

Questo evento è registrato in antiche cronache cinesi, come il Lidai mingchen zouyi (a sinistra). Il passaggio evidenziato si riferisce alla "stella ospite"



Questo evento è stato testimoniato anche in altre parti del mondo, come Giappone, Europa e Arabia.

Sotto: come gli spettri rivelano i moti delle sorgenti astronomiche.

Lo spostamento delle linee spettrali è proporzionale alla velocità della sorgente rispetto all'osservatore.



Si sta muovendo verso di te



A riposo

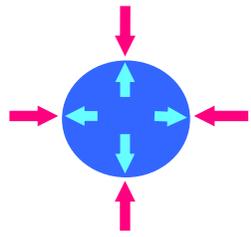


Allontanarsi da te

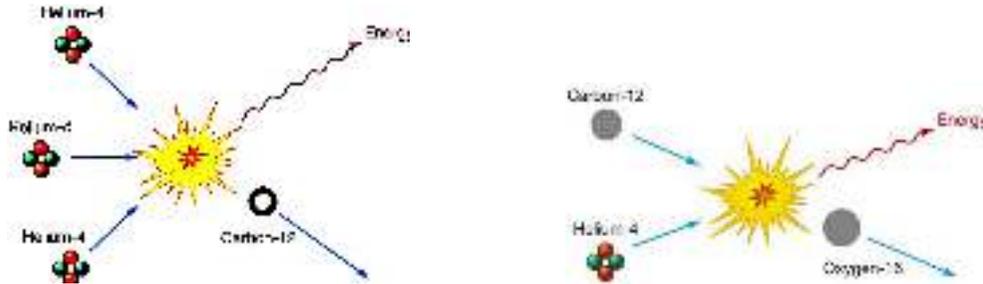
# Supernova

La vita di una stella è una battaglia costante tra due forze opposte:

- **gravità** che provoca la contrazione
- e la **pressione** che provoca l'espansione.



Nel nucleo della stella, che è la zona più calda, gli atomi si combinano e formano atomi più pesanti. Questo processo rilascia energia e crea pressione. Quando il combustibile è esaurito, la gravità fa contrarre il nucleo e aumentare la sua temperatura, fino a quando non possono avvenire nuove reazioni nucleari.



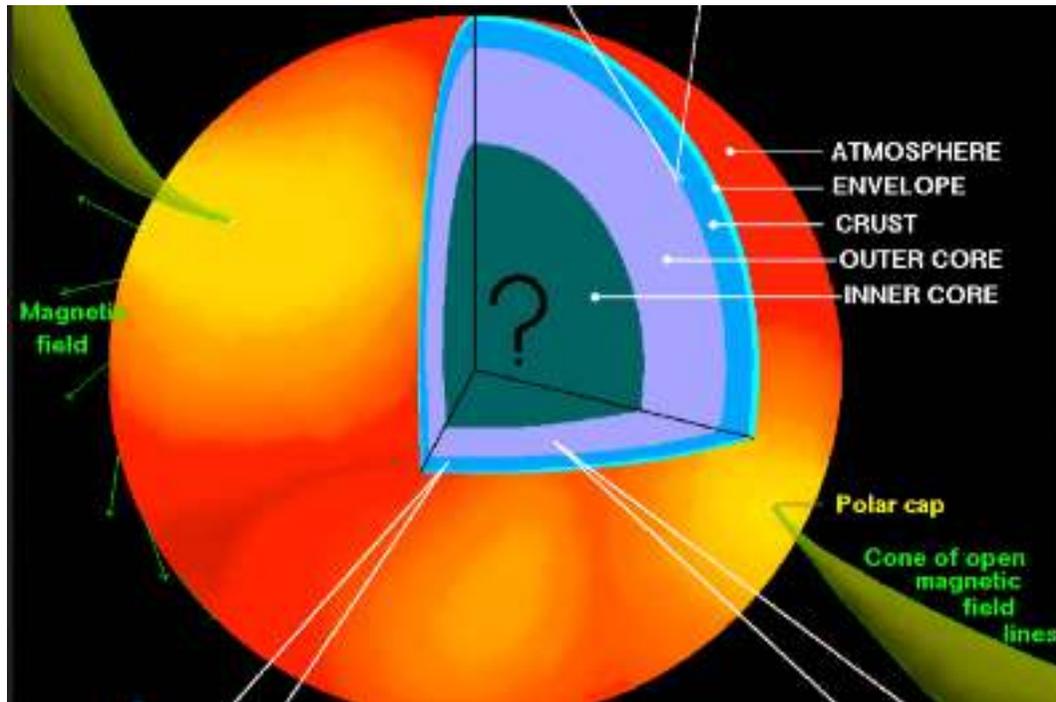
Prima l'idrogeno si combina con se stesso per formare elio, poi l'elio si combina con se stesso per formare carbonio, il carbonio si combina con l'elio per formare ossigeno e così via. Nelle stelle massicce questo può andare fino alla formazione del ferro. Se il processo continua fino a quando il nucleo stellare è diventato ferro puro, queste reazioni non possono più avvenire e il nucleo si restringe.

Nel 1934 Baade e Zwicky suggerirono che tali esplosioni stellari - che chiamarono *supernovae* - potevano verificarsi durante la transizione da una stella normale a una stella con un raggio molto piccolo e una grande densità.

La causa di tale transizione, tuttavia, non è stata ancora compresa.

Nel 1957, Burbidge, Burbidge, Fowler & Hoyle spiegarono in un articolo fondamentale come nell'interno molto caldo delle stelle massicce, gli elementi chimici si trasformano gradualmente in elementi più pesanti, fino a quando il nucleo è interamente fatto di ferro. Poi il nucleo collassa mentre gli strati esterni esplodono ed espellono gli elementi appena formati nello spazio interstellare.

Anatomia di una stella di neutroni  
come illustrato da Dany Page  
(Univ de Mexico)



Andando dall'esterno verso l'interno si trova un'atmosfera calda la cui temperatura è di circa un milione di gradi; poi un involucro più freddo; poi una crosta cristallina di nuclei di ferro; poi un nucleo esterno fatto di neutroni, protoni ed elettroni allo stato solido; e infine il nucleo interno composto dalle stesse particelle ma allo stato liquido e, forse, di quark liberi, le particelle fondamentali che si uniscono per formare protoni e neutroni.

## Stelle di neutroni

Quando il nucleo di una stella è stato convertito in ferro, ulteriori reazioni nucleari non possono aver luogo e il collasso gravitazionale avviene su una scala temporale di secondi. La forza di gravità è così forte che gli atomi vengono schiacciati insieme. Gli elettroni sono costretti a fondersi con i protoni, dando luogo a una sfera molto densa di neutroni.

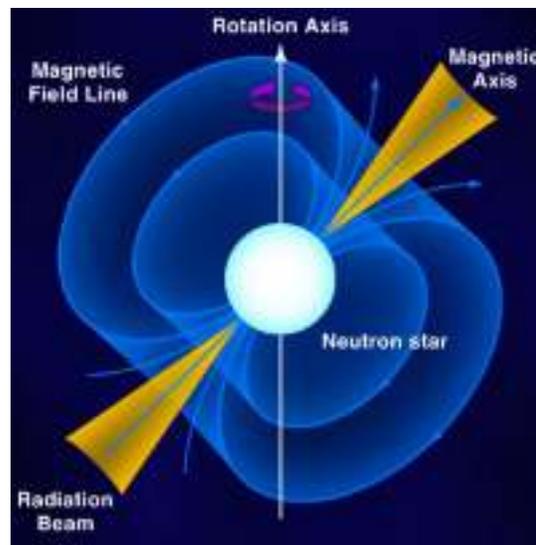
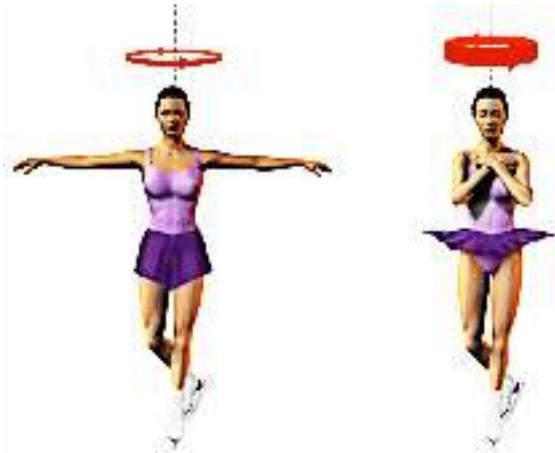
La stella di neutroni all'interno della nebulosa del Granchio è più massiccia del Sole ma il suo diametro è solo di circa 20km. Una zolletta di zucchero del suo materiale sulla Terra peserebbe quanto l'intera popolazione umana.

Alle densità estreme delle stelle di neutroni, i processi fisici sono molto diversi da quelli che avvengono altrove nell'Universo. Con l'aiuto della fisica teorica è possibile dedurre la struttura interna di una stella di neutroni.

## La pulsar Crab

Negli anni '60, i radioastronomi osservarono strani segnali radio che pulsavano regolarmente nel cielo. Dimostrarono che questi impulsi provenivano da fonti astronomiche. Tali fonti radio furono chiamate pulsar. La pulsar del Granchio fu una delle prime ad essere scoperta.

Tuttavia, fu presto compreso che l'emissione radio non proveniva da un oggetto pulsante, ma piuttosto da una stella di neutroni che ruota rapidamente, emettendo radiazioni in due fasci stretti. I fasci attraversano lo spazio mentre la stella ruota, proprio come i fasci di un faro.



Durante il collasso gravitazionale che produce la stella di neutroni, la velocità di rotazione della stella aumenta enormemente perché la stella si restringe.

Questo è lo stesso fenomeno di quando una pattinatrice sul ghiaccio che gira con le braccia tese tira le braccia verso l'interno: allora gira molto più velocemente.

Le stelle di neutroni hanno un campo magnetico molto forte ed emettono radiazioni solo in fasci stretti dai loro poli magnetici. La radiazione si osserva solo quando il fascio punta verso la Terra.

Mentre la stella di neutroni ruota e il fascio passa davanti alla Terra, si osservano impulsi di radiazione, equamente distanziati nel tempo.

## Altri 'granchi' nell'universo

Dato il numero di stelle morte nella nostra Galassia, essa dovrebbe contenere miliardi di stelle di neutroni. Tuttavia, la maggior parte di queste sono vecchie e fredde e non rilevabili. Anche le stelle di neutroni calde possono essere rilevate solo quando il loro raggio pulsar è diretto verso la Terra o quando sono in un sistema binario. In quest'ultimo caso, i raggi X sono spesso emessi dal gas caldo mentre cade verso la superficie della stella di neutroni.

Attualmente, ci sono quasi 3000 stelle di neutroni conosciute nella Via Lattea, la maggior parte delle quali sono state rilevate come pulsar radio. La pagina accanto mostra le immagini di alcune di esse.

La nebulosa Chitarra nella luce visibile. È prodotta da una stella di neutroni altrimenti ordinaria, che viaggia ad alta velocità.

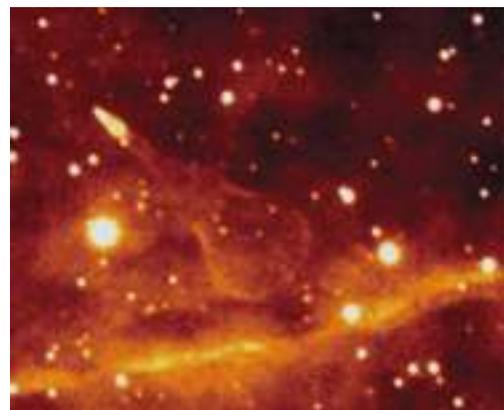


Un'immagine del resto della supernova Vela, scattata dall'astronomo dilettante Marco Lorenzi in luce visibile.



12

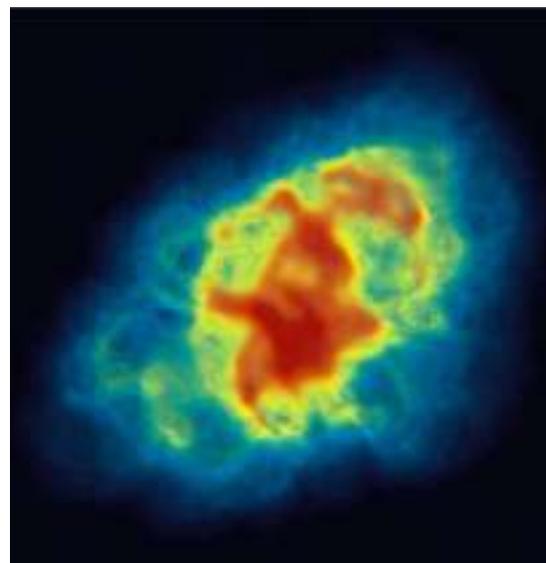
13



Un'immagine a raggi X di Cas A. Si stima che la luce dell'esplosione stellare abbia raggiunto la Terra circa 300 anni fa, ma non ci sono registrazioni scritte.



Un'immagine a raggi X della nebulosa compatta che circonda la pulsar Vela. Le strutture ad arco sono prodotte da particelle ad alta energia emesse dalla stella di neutroni.



# Quiz



Immagine a infrarossi presa dal telescopio Spitzer



Immagine radio presa dal VLA



Tutte queste immagini rappresentano la nebulosa del Granchio?

Tutte le immagini rappresentano la nebulosa del Granchio



Immagine a raggi X presa da Chandra

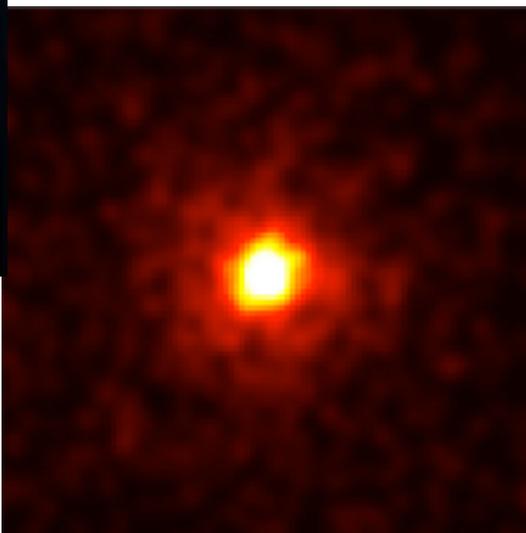


Immagine di raggi gamma presa da Fermi

Risposte sul retro

# L'Universo tascabile no. 10

Questo libretto è stato scritto nel 2018 da Grażyna Stasińska dell'Osservatorio di Parigi (Francia) e rivisto da Fabrice Mottez, Mikaela Oertel e Silvano Bonazzola (tutti dell'Osservatorio di Parigi).

Immagine di copertina: La Nebulosa del Granchio ripresa dal telescopio spaziale Hubble. Credito d'immagine: NASA, ESA, J. Hester, e A. Loll (ASU).

Altre immagini in questo opuscolo provengono da HST, VLA, Spitzer, ALMA, Chandra e Fermi.



Per saperne di più su questa collana e sugli argomenti trattati in questo libretto, visita <http://www.tuimp.org>

Traduzione: Marcello Fulchignoni  
TUIMP Creative Commons

