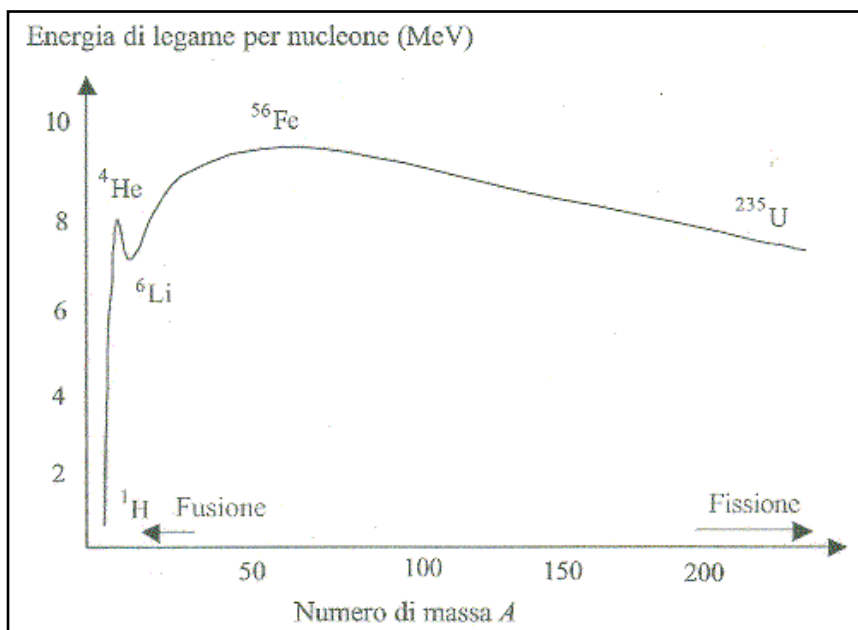


LA RICERCA

Quali sono le fornaci dell'Universo?

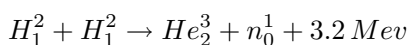
Dove si formano i materiali con numero atomico superiore al ferro?



In primis rispondiamo alla domanda sul perchè le stelle bruciano combustibile leggero producendo combustibile pesante solo fino ad arrivare al gruppo del ferro?

Questo si può capire dalla figura dell'energia di legame media per nucleone (cioè per ogni particella, sia essa un protone o un neutrone, contenuta nel nucleo di un determinato materiale). Questa energia rappresenta l'energia che dovrebbe essere fornita per poter 'strappare' un nucleone dal nucleo. Questo grafico costituisce l'essenza dei concetti di fusione e fissione nucleare. Ad esempio, se due nuclei leggeri si fondono per

formare un nucleo più pesante si ottiene un nucleo più stabile e viene liberata dell'energia. Questo è il caso della reazione:



che è uno dei cardini della produzione di energia da fusione nucleare.

Questo discorso vale partendo dall'idrogeno per arrivare fino al ferro (che è appunto il massimo della curva di figura 1): oltre il gruppo del ferro la reazione di fusione non è più energeticamente favorevole (cioè occorre fornire energia perché queste reazioni possano avvenire).

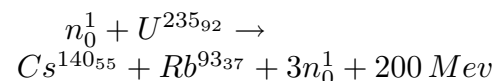
Domanda

Le stelle "bruciano" combustibile leggero (come peso atomico: idrogeno, elio) e ne producono di più pesante, fino ad arrivare al ferro, dopodiché a seconda della massa che hanno o si spengono diventano supernove o addirittura buchi neri.

La mia domanda (se è corretta la premessa) è questa: tutti gli elementi di nr. atomico maggiore del ferro, dove sono stati "prodotti"? Da dove vengono?

*Carlo Resta,
24 Novembre 2006.*

Viceversa, un nucleo pesante può essere 'spezzato' in frammenti più leggeri (e più stabili) con conseguente rilascio di energia. È il caso della reazione



che è uno dei cardini della produzione di energia da fissione nucleare. Anche in questo caso, il discorso vale partendo dai materiali più pesanti fino al gruppo del ferro.

Sulla base di questa premessa, possiamo dunque capire perché le reazioni nucleari in una stella si fermano al gruppo del ferro.

COME È POSSIBILE DUNQUE LA FORMAZIONE DI ELEMENTI PIÙ PESANTI DEL FERRO?

È possibile tramite due processi che sono la cattura neutronica e il decadimento beta. Un determinato materiale con numero di massa A e carica Z può assorbire un neutrone (cattura neutronica) e trasformarsi in un isotopo più pesante dello stesso materiale, cioè avente numero di massa $A+1$ e carica Z . Se questo nucleo è stabile allora il processo di cattura neutronica può proseguire ed altri neutroni possono essere assorbiti. Ad un certo punto però si arriverà ad ottenere un isotopo che sarà instabile al decadimento beta, cioè un isotopo che si trasformerà in un nuovo materiale convertendo un neutrone del nucleo in un protone (che rimane nel nucleo e ne aumenta la carica da Z a $Z+1$) ed un elettrone (che viene espulso dal nucleo).

Se il nuovo nucleo è stabile, ricomincerà a catturare neutroni. Se invece è instabile, continuerà ad avere dei decadimenti beta che ne aumenteranno la carica.

Questo scenario combinato di catture neutroniche e di decadimenti beta permette dunque di creare gli elementi pesanti.

È evidente però che per rendere questo scenario possibile occorre che siano presenti molti neutroni nell'ambiente della stella.

Nelle condizioni tipiche della vita di una stella (fino al suo collasso o alla esplosione mediante

eventi di tipo supernova) la produzione di neutroni ottenuti dal bruciamento del combustibile 'leggero' ha uno spettro di intensità relativamente bassa. Perciò oltre ai materiali prodotti dalle reazioni nucleari all'interno della stella si può giustificare la presenza di materiali pesanti fino al bismuto.

Viceversa, negli eventi di tipo supernova si genera un flusso di neutroni molto veloce e questo permette la formazione degli altri materiali pesanti della Tavola Periodica.

Pertanto per rispondere alla tua domanda, la filosofia di pensiero corrente nell'astrofisica è che i materiali pesanti si formino in uno scenario di cattura neutronica e decadimento beta all'interno delle stelle e nell'ambito di eventi di supernova

GIAN LUCA DELZANNO

Dottorato in Energetica e Ingegnere Nucleare, responsabile Divisione Ricerca e Sviluppo, Centro Ricerche ISCAT s.r.l.

REFERENZE

- I. Burbidge, E. M., Burbidge, G. R., Fowler, W. A. & Hoyle, F., Rev. Mod. Phys. 29, 547 (1957).
- II. Cameron, A. G. W., Atomic Energy of Canada Ltd., CRL-41; Pub. Astr. Soc. Pacific 69, 201 (1957).

IL CENTRO RICERCHE ISCAT S.R.L.

IL centro ricerche ISCAT s.r.l. si dedica allo sviluppo di nuove tecnologie, prodotti e servizi nel campo delle energie rinnovabili.

Le attività si concentrano nei seguenti campi strategici:

Impianti di produzione di energia da fonte solare fotovoltaica.

Impianti di produzione di energia da fonte eolica.

Impianti di produzione produzione di energia mini-idroelettrici

FOTOVOLTAICO

Il centro ricerche ISCAT s.r.l. sta investendo in modo significativo nella ricerca e nello sviluppo di questo settore ed è in grado di progettare, eseguire lo studio di fattibilità e produbbilità energetica, ottimizzare e costruire si-

stemi fotovoltaici completi di piccole, medie e grandi dimensioni.

Il Centro ricerche commercializza moduli in silicio mono e poli cristallino, i sistemi di inseguimento della DEGER Energie e della Lorentz e i gruppi di conversione delle marche più prestigiose.

Chiedete agli esperti.

Centro Ricerche ISCAT s.r.l.

Via S. Pellico 19, 12037 Saluzzo (CN), Italia.

T :: 0039 0175 44648

E :: info@iscat.com