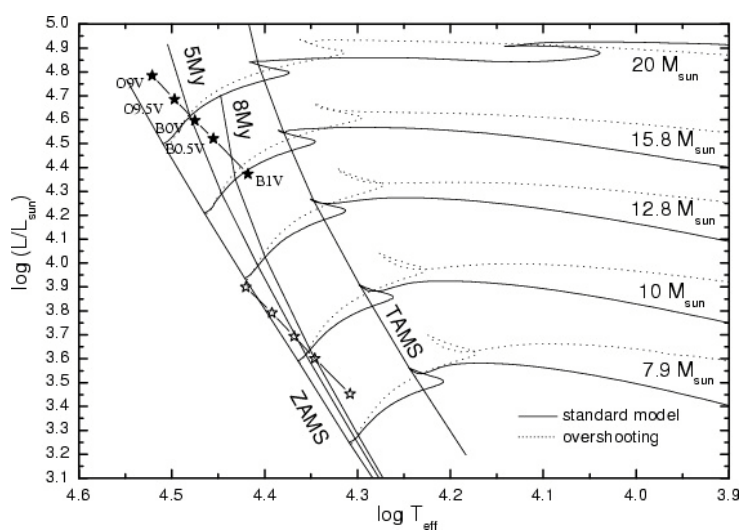


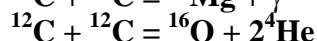
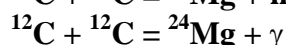
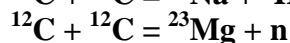
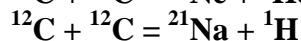
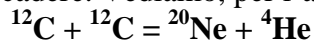
Le stelle di massa maggiore (03/03/10)

Finora abbiamo trattato di stelle con una massa iniziale, all'arrivo in Sequenza Principale, inferiore a circa $8 M_{\odot}$. Ora, prendiamo in esame cosa succede a quelle di massa maggiore, sempre ricordando che dovremo tornare sull'evoluzione di Nana Bianca, perché in molti casi non rappresenta ancora la fine della storia ("A volte ritornano...").

In tutte le sequenze evolutive esaminate finora, o il bruciamento dell'Elio iniziava in condizioni degeneri, con un "Flash dell'Elio", oppure quasi degeneri, con un'esplosione più limitata. In queste stelle di massa molto più elevata, invece, allo spegnimento dell'Idrogeno centrale, la densità del nocciolo di Elio è ancora relativamente bassa, e la sua temperatura piuttosto alta, per cui esso non è degenerare, contrae, si riscalda e, finalmente, comincia pure lui a bruciare in modo quiescente. In media, queste stelle sono, nel diagramma HR, distribuite a luminosità superiori a 10.000 volte quella del Sole, nella fascia delle "Supergiganti". Il loro studio teorico è piuttosto complesso, e in parte ancora controverso, proprio a causa del contemporaneo bruciamento stazionario (o quasi) di Elio al centro, e Idrogeno nel guscio più esterno. In media, dovrebbero comparire come supergiganti rosse, ma il bruciamento dell'Elio, che può essere anche molto intenso, a volte le riporta per qualche tempo nella regione blu del diagramma. Come si vede dalle tracce accanto, comunque, le incertezze nei fenomeni fisici, specie quelli dovuti al mescolamento chimico, possono essere notevoli e, a seconda del tipo di approccio che si sceglie, le tracce fanno avanti e indietro. Comunque, si noti questa particolarità: mentre le stelle di massa minore facevano su e giù nel diagramma HR, cambiando di moltissimo la luminosità, qui le cose cambiano. Via via che si va verso stelle di massa sempre più alta la luminosità, durante tutta l'evoluzione, cambia abbastanza poco, mentre cambia molto la temperatura superficiale.

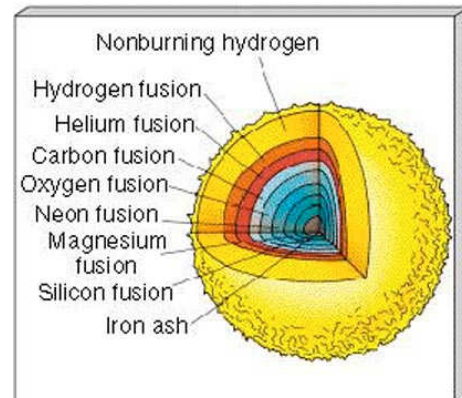
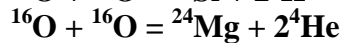
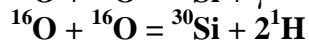
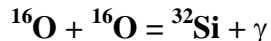
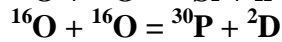
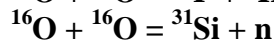
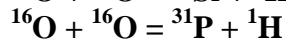
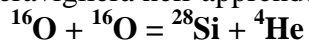


Cosa succede al centro? Che il bruciamento dell'Elio produce sempre un nocciolo di Carbonio e Ossigeno, ma quest'ultimo non è neppure lui degenerare, e dunque può seguitare a contrarre, riscaldandosi. Così, quando la temperatura raggiunge circa 800 milioni di gradi, può avviarsi la reazione $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C} = ^{20}\text{Ne} + ^4\text{He}$. Non ho ancora scritto l'esito di questa reazione, perché in linea di principio dovrebbe fornire ^{24}Mg , ma questo nucleo, appena formato, si trova in uno stato eccitato, con tantissima energia da espellere, e ci sono almeno 5 canali principali attraverso i quali ciò può accadere. Vediamo, per l'appunto, i 5 principali..



In sostanza, si producono Ossigeno, Sodio, Neon e Magnesio (2 isotopi), ma l'aspetto più importante è che, durante questi processi, si mettono in circolo neutroni liberi, e nuclei di Idrogeno ed Elio ad altissima temperatura. Già in queste condizioni, tenere conto della nucleosintesi dovuta a questi elementi leggeri (più neutroni) in un ambiente estremamente "ghiotto" di queste particelle, richiede di considerare diverse decine di nuclei, isotopi compresi. Come se non bastasse, quando si

supera di poco il miliardo di gradi (circa 1.2 miliardi), iniziano le reazioni $^{16}\text{O} + ^{16}\text{O}$. Nessuno si meraviglierà nell'apprendere che anche queste non danno un unico risultato. I 7 principali sono:



Ovvero, diversi isotopi di Silicio, Fosforo e Magnesio, più tanti neutroni, nuclei d'Idrogeno e di Elio. Anche qui, per cercar di calcolare come tutti questi elementi reagiscono assieme, occorre salire, nei modelli teorici, ad almeno un centinaio di elementi e isotopi.

Andando avanti, la temperatura del nocciolo aumenta e la nucleosintesi diventa sempre più complessa. Per esempio, non si hanno reazioni tipo $^{20}\text{Ne} + ^{20}\text{Ne}$, ma il Neon (e tutti gli altri elementi) reagiscono piuttosto con Idrogeno, Elio e neutroni, costruendo nuclei sempre più complessi, fino al ^{56}Fe . La stella è composta da gusci successivi, in cui l'elemento indicato non è l'unico, ma quello presente in modo prevalente. Impropiamente, si definisce questa struttura "a cipolla", ma in realtà solo le regioni di Idrogeno ed Elio sono "pulite"; tutte le altre sono una miscela di elementi e, per calcolare cosa succede in queste circostanze, occorre lavorare su programmi in cui sono considerate diverse centinaia di elementi e isotopi.

La prossima volta parleremo dell'esplosione di supernova, poiché si tratta di un fenomeno piuttosto complesso, e necessita di spiegazioni un po' accurate.