NASCITA E MORTE DI UNA STELLA

Una stella nasce da una nube, composta principalmente di idrogeno e polvere, che collassa per effetto della forza di gravità. Man mano che si contrae, all'interno le particelle di gas si muovono sempre più rapidamente, scontrandosi, e il nucleo si riscalda. In questa fase, in cui la stella si trova nella sua formazione iniziala, la nube emette dell'energia sotto forma di radiazione, anche se molto più debolmente di una stella. Il nostro Sole, ad esempio, non "brucia", non nel modo in cui bruciano un pezzo di legno o di carta. Il Sole brilla perché è una gigantesca "palla" di gas incandescente, e al suo interno ha luogo un processo chiamato fusione nucleare. La fusione nucleare avviene quando un protone urta contro altri protoni così violentemente che essi si uniscono, rilasciando una certa quantità di energia. Questa energia viene trasferita gradualmente dal centro del Sole fino al suo esterno, dove troviamo una temperatura superficiale di 2/3000 gradi. La stella in questa fase è ancora immersa nel gas e nella polvere dai quali si è originata. Questa energia, che si irradia nello spazio è composta per la gran parte dalla radiazione solare che a noi esseri umani perviene sotto forma di fotoni (ossia di luce). A volte dice che il Sole "brucia idrogeno" per brillare, ma è solo un modo di dire. L'idrogeno in realtà non si brucia, ma si fonde in elio. In questo processo non è necessario l'ossigeno come invece lo è nella combustione di un pezzo di legno ! Non sempre la nube di gas riesce ad accendersi! Ciò dipende dalla quantità di materia che costituisce la neostella: se la massa è piccola, inferiore al 10% di quella del nostro Sole, il nucleo non diventerà sufficientemente caldo da innescare le reazioni nucleari e la futura neostella non riuscirà a tramutarsi in una stella. Pertanto, la stella più piccola che può esistere dovrà avere almeno una massa equivalente a circa il 10% di quella del nostro Sole. Una nube di gas meno massiccia, continuerà a collassare sotto l'influenza della forza di gravità, si raffredderà e diventerà una debole nana bruna. Invece se la stella nascente avesse una massa equivalente al 10% o più di quella del nostro Sole allora essa continuerà a collassare finchè al suo interno verranno raggiunte temperature di milioni di gradi. Questo sarà sufficiente ad accendere nel nucleo le reazioni nucleari che faranno brillare la stella per milioni o miliardi di anni. Un forte vento stellare, successivamente, spazzerà via l'involucro di polvere che ancora la circonda, permettendo così di vedere la luce proveniente dal nuovo astro. Il vento solare è un flusso di particelle cariche emesso dall'alta atmosfera della stella e quindi dal nostro Sole: esso è generato dall'espansione continua nello spazio interplanetario della corona solare. Questo flusso è principalmente composto da elettroni e protoni con energie normalmente compresi tra 1,5 e 10 keV. La velocità delle particelle va da 200 a 900 chilometri al secondo. Il vento solare ha una temperatura che varia da qualche migliaio a un milione di gradi centigradi e provoca alterazioni nei campi magnetici della Terra e degli altri pianeti. Premesso che il sole brucia da più di quattro miliardi di anni anche lui, purtroppo, è destinato a morire. Il Sole produce energia da così lungo tempo e brucierà per circa 7,5 miliardi di anni, ben oltre l'età della Terra, perché è una bomba H in esplosione controllata continua , una fornace atomica nella quale l'idrogeno si trasforma in elio liberando una enorme quantità di energia secondo la famosa formula di Einstein e=mc^2. La materia prima è dunque l'idrogeno (valenza 1), che è l'elemento più abbondante nell'Universo ed anche il più semplice, essendo formato soltanto da un protone e da un elettrone. Nella fusione viene prodotto elio (valenza 2), costituito da due protoni, due neutroni e due elettroni: in pratica quattro atomi di idrogeno vengono fusi in un atomo di elio con la trasformazione di due protoni in due neutroni. Poiché l'atomo di elio ha una massa inferiore del 7 per mille a quella dei quattro atomi di idrogeno, la massa mancante viene trasformata in energia. O se preferite: Il ciclo protone - protone inizia quando i protoni di due nuclei di idrogeno (1H) si fondono a formare un nucleo di deuterio (2H): infatti, uno dei due protoni si trasforma in neutrone, espellendo da sé un neutrino ed un positrone, che con grande probabilità è destinato ad annichilarsi con un elettrone, liberando radiazioni gamma energetiche sotto forma di fotoni. Il deuterio appena formato si fonde a sua volta con un altro nucleo di idrogeno, formando così un nucleo di elio 3He, un isotopo leggero dell'elio, e liberando altri raggi gamma. La catena si chiude quando due nuclei di elio "leggero" formati in precedenza si fondono in un nucleo di elio normale (4He), emettendo due protoni che potranno essere riutilizzati per un nuovo ciclo. Il bilancio complessivo del ciclo p-p è dunque: 4 1H 4He + 2e + + 2v + energia (l'energia totale rilasciata è pari a 26,7 MeV). Infatti nella fusione nucleare avviene un processo di reazione nucleare attraverso il quale i nuclei di due o più atomi vengono avvicinati o compressi a tal punto da superare la repulsione elettromagnetica e unirsi tra loro generando il nucleo di un elemento di massa minore, o maggiore, della somma delle masse dei nuclei reagenti, nonché, talvolta, uno o più neutroni liberi. Sebbene i nuclei degli elementi più leggeri possano esistere in forme stabili, se i nuclei vengono sottoposti a pressione sufficientemente intensa (per esempio, la pressione estrema all'interno delle stelle) finiscono per superare la repulsione causata dalla carica elettrica positiva di ogni nucleo, **e** si combinano tra loro rilasciando energia. Le condizioni estreme richieste per portare i nuclei alla

fusione rendono estremamente difficile stimolare la fusione sulla Terra, in condizioni controllate, ma è proprio questo processo a fornire l'energia della cosiddetta bomba all'idrogeno, dove la fusione viene scatenata all'esplosione di una bomba atomica. Il Sole annienta in questo modo 4 milioni e mezzo di tonnellate di materia ogni secondo ed ogni grammo di materia produce 25 milioni di kW/h – il consumo giornaliero di una città di un milione di abitanti. La fusione dell'idrogeno può avvenire soltanto a temperature molto alte, oltre il milione di gradi; all'inizio, nella fase di formazione del sistema solare, questa temperatura è stata generata dalla contrazione gravitazionale della nube di idrogeno primordiale sufficiente a produrre la temperatura necessaria all'avvio della fusione nucleare. Ma perché il Sole non esplode? Perché la pressione verso l'esterno generata dall'energia nucleare viene controbilanciata dalla pressione verso l'interno esercitata dagli strati esterni del Sole per la legge della gravitazione universale = G* (m1*m2)/(R^2): una specie di pentola a pressione senza coperchio. Infatti una volta che la stella, il nostro sole, ha esaurito la scorta di elio (He) è esaurito la fusione termina (il nucleo di non può essere acceso). Senza una sorgente di energia, il nucleo della stella si raffredda e si contrae. Ad un certo punto il collasso viene fermato dalla pressione degli elettroni degeneri. La stella diventa una Nana Bianca (Una nana bianca (o nana degenere) è una stella di piccole dimensioni, con una bassissima luminosità e un colore tendente al bianco. Nonostante le ridotte dimensioni, paragonabili a quelle della Terra, la massa dell'astro è simile o lievemente superiore a quella del Sole; è quindi un oggetto molto compatto, dotato di un'elevatissima densità e gravità superficiale. Ma il sole potrebbe diventare un buco nero ossia in uno "stato" in cui la gravità è così grande da comprimere la materia che lo compone fino ad una densità praticamente infinita tale da intrappolare anche i fotoni. Uno stato fisico, cioè, a noi sconosciuto! Inoltre il buco nero non ha dimensioni. La sua superficie prende il nome di "orizzonte degli eventi": un raggio di luce che passa subito al di fuori di questa regione, viene incurvato molto fortemente dalla forza gravitazionale del buco nero, ma riesce a proseguire il suo cammino. Se invece vi entra, non potrà più uscirne. Generalmente, quando una stella massiva, terminato il suo combustibile, collassa a causa della propria gravità dà origine ad un oggetto estremamente denso, il buco nero per l'appunto! Generalmente queste stelle massive hanno la dimensione di una supernova (una *stella* sette-otto volte più *massiva* del Sole!). Ora poiché il sole è grande solo la metà di una stella da super-nova, diventerà una gigante rossa e si ingrandirà fino ad risucchiare mercurio venere terra e marte, sciogliendo anche i ghiacci delle lune di giove e di saturno dove si potrebbe stabilire una qualche forma di vita anche se durerebbe ben poco dato che il sole andrebbe in corso ad una ulteriore trasformazione, ossia come detto sopra, da gigante rossa diventerebbe una nana bianca! Anche per la terra la forte pressione della massa terrestre genera nel nucleo reazioni nucleari di Uranio e Torio che contribuiscono al riscaldamento del nucleo stesso a circa 6.000 gradi Celsius e pressioni di oltre 1,3 milioni di atmosfere. In queste condizioni, il ferro è allo stato liquido come l'acqua. Il nocciolo al centro della sfera, dove sia la temperatura che la pressione sono più alte, è costituito invece da ferro allo stato solido..Anche quest'ultimo in un futuro molto lontano potrebbe spegnersi. Quando avverrà molto probabilmente anche il Sole sarà una nana bianca e la vita sulla Terra sarà sicuramente scomparsa (per la dilatazione del Sole nella fase di Gigante rossa ..prima della fase di nana bianca). L'eventuale spegnimento del nucleo potrebbe portare alla perdita del campo magnetico terrestre e quindi del suo scudo anti-radiazione solare (es. la luna, il cui nucleo è freddo!). Con il raffreddamento della Terra, il ferro nel suo nucleo ha iniziato a congelarsi dall'interno verso l'esterno. Il nucleo interno solido attualmente cresce di circa 6000 tonnellate al secondo. Fin'ora, solo circa il 4% dell'intero nucleo si è solidificato, lasciando ancora il pieno di energia per permettere al campo magnetico di rimanere in vita potenzialmente per ulteriori miliardi di anni.