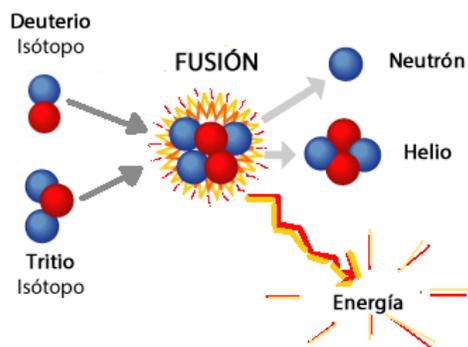


Capturando la Esencia del Universo

Del helio al hierro: tecnología estelar

6 de septiembre de 2019

Nahiely Flores Fajardo
Noche de las Estrellas



Proceso de formación de helio por fusión de deuterio y tritio en el interior de las estrellas.

Hidrógeno, Helio y Litio conformaban el Universo en sus primeros minutos. Al expandirse, el Universo se enfrió tanto que ya no le fue posible juntar a más electrones, protones y neutrones para formar átomos más pesados que esos primeros, a los que los astrónomos conocen como “metales”. Sin embargo, el Universo se las ingenió para crear laboratorios en los que, por miles de millones de años, produce todos los demás elementos de la tabla periódica.

Lo cierto es que “sintetizar” nuevos elementos no es fácil, ni siquiera para el Universo. Se requieren muy altas temperaturas y densidades para poder lograr esto. Hay que lograr las condiciones para vencer las fuerzas de repulsión entre los protones, con carga positiva, y los electrones, con carga negativa. Por naturaleza, estos dos están regidos por las fuerzas electromagnéticas que los obligan a rechazarse el uno

al otro. Esto solo puede ocurrir en el centro de las estrellas.

Tuvieron que pasar ~250 millones de años después de que el Big Bang ocurriera para que, una a una, inmensas nubes de gas que se encontraban en el espacio empezaran a colapsar. Esto hace que la cantidad de material en el centro de la nube aumente cada vez más y con ello también la fuerza de gravedad de éste aumente. Se convierte entonces en un círculo vicioso: aumenta la fuerza de gravedad y con ello más material cae al centro, y esto hace que aumente más la fuerza de gravedad, y más material cae al centro y ... algo tiene que romper con este ciclo que lleva a una inminente catástrofe.

Al aumentar la presión sobre el centro de la nube, la densidad y la temperatura del material ahí contenido aumentan drásticamente. Eso quiere decir que los átomos del gas en el centro están cada vez más y más juntos y que también se mueven cada vez más y más rápidamente. Es de esperarse entonces, que los átomos choquen continuamente. Cuando la densidad y la temperatura aumentan lo suficiente, los átomos de hidrógeno, o si nos olvidamos un momento de los electrones, los núcleos que ahí se encuentran se empiezan a fusionar.

Primero dos núcleos de hidrógeno, cada uno formado por un solo protón, se fusionan para formar un núcleo de deuterio, es decir, un núcleo formado por un protón y un neutrón. También, en esta fusión se libera un

poco de energía. Luego, dos deuterios se encuentran y forman un núcleo de tritio, es decir, un núcleo con dos neutrones y un protón, una vez más, también liberando energía. Ese núcleo de tritio, en un ambiente tan denso, aun cuando sea más pesado que los otros de hidrógeno o deuterio y nos se pueda mover tan rápido como ellos, no dura mucho tiempo sólo, pronto encontrará de cerca a un núcleo de deuterio y se fusionará con él logrando formar finalmente un núcleo de helio (dos protones y dos neutrones), liberando, una vez más, energía.

El camino no es fácil, pero con las condiciones adecuadas en el centro de las estrellas, los átomos de hidrógeno se fusionan para formar átomos de helio, y en el proceso se libera energía. Esta energía se manifiesta en forma de fotones, es decir, partículas de luz. Éstas no tienen nada que hacer en el centro de esa bola de gas que estaba colapsando, nadie los ocupa en realidad, así que, tratan de escapar de ahí. En su huida, estos fotones chocan y empujan a los átomos del gas que, por la fuerza de gravedad están yendo hacia el centro. Cuando son muchos estos fotones, logran contrarrestar la fuerza de gravedad y romper ese círculo vicioso de colapso de la nube de gas.

Entonces, se dice que ha nacido estrella, esa bola de gas que se encuentra en equilibrio entre la fuerza de gravedad y la presión que ejercen los fotones que quieren salir y que la hacen brillar. En el proceso, también se ha formado una gran cantidad de helio. El Universo ahora, tendrá un poco menos de hidrógeno y un poco más de helio.

Pero eventualmente el hidrógeno en el centro de las estrellas se terminará y éstas empezarán su proceso de muerte.

Las estrellas que nacieron con un poco de menos masa que nuestro Sol, poco a poco van apagando los procesos de fusión de hidrógeno y se van apagando poco a poco. Dejan de brillar. Únicamente han sido capaces de formar helio.

Las estrellas como nuestro Sol y hasta de 8 veces la masa de él, mueren de manera muy diferente. Cuando se termina el hidrógeno en su núcleo, deja de haber las reacciones de fusión que dan origen a los fotones que contrarrestan la fuerza de gravedad, entonces, la estrella colapsa sobre su núcleo provocando que la densidad y la temperatura de éste aumenten drásticamente. En este caso, se dan las condiciones ideales para fusionar núcleos de helio.

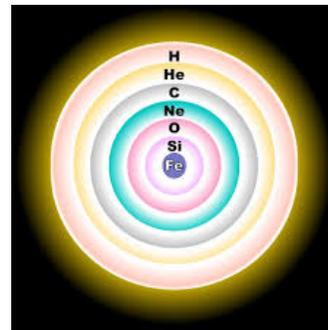
Los núcleos de helio se fusionan para formar berilio, carbono y nitrógeno. Dos de esos elementos esenciales para la vida como la conocemos. En cada

uno de esos procesos, una vez más se liberará energía en forma de fotones, los cuales, una vez más, en su lucha por escapar del núcleo, ejercerán una presión sobre los átomos que están colapsando al centro y contrarrestarán la fuerza de gravedad. La estrella, agonizante, pero sigue viva. Eventualmente el helio también se terminará y esta vez, este tipo de estrellas ya no tendrán la capacidad para encender más fusiones nucleares y morirán produciendo nebulosas planetarias.

Pero, las estrellas que tienen más de 8 veces la masa de nuestro Sol, la historia es diferente. Cuando terminan la fusión de helio en su centro, una vez más colapsan y la temperatura y densidad que llegan a alcanzar en su centro, son suficientes para fusionar ahora núcleos de carbono para formar núcleos mucho más pesados como de magnesio, sodio, neón y oxígeno. Se ha formado, en el interior de una estrella, uno más de los elementos esenciales para la vida como la conocemos.

Se termina la fusión de carbono y ahora, para que la estrella regrese al equilibrio, fusiona el oxígeno en su centro para formar azufre, fósforo y silicio. Ahora, mucho más rápido, el oxígeno se termina. El silicio se fusionará para formar manganeso y éste se fusionará para formar hierro.

Pero el hierro, ya no se puede fusionar y darle energía en forma de fotones a la estrella para que se mantenga en equilibrio. Su muerte es inminente, ya no hay una fuente de energía que sostenga el colapso y las estrellas, en tan solo un segundo, se colapsa y se produce una Super Nova.



Estructura de una estrella de alta masa al final de su vida.

Empezando por el helio y terminando por el hierro, 25 elementos químicos fueron sintetizados en el interior de las estrellas. El calcio de nuestros huesos, el oxígeno que respiramos, el aluminio que usamos en las casas, etc. Pero para que elementos mucho más pesados como el oro de las joyas o el mercurio de los termómetros se formen es necesario que eventos mucho más energéticos ocurran.