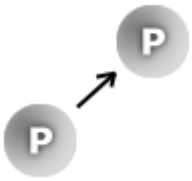
Fusión: reacción Protón-Protón

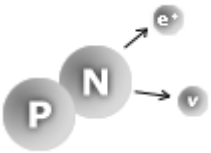
Enzo De Bernardini · Astronomía Sur · http://astrosurf.com/astronosur

En el proceso de fusión nuclear denominado reacción Protón-Protón las partículas intervinientes son el protón (carga positiva), el neutrón (carga neutra), el positrón (carga positiva, antipartícula del electrón) y el neutrino.

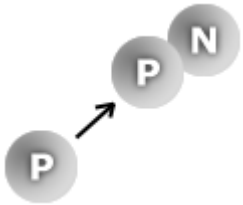
A continuación se detallan las etapas de la reacción protón-protón más común en las estrellas del tipo solar, con un 99.77 % de probabilidad de que ocurra el paso **1**, y un 84.92 % de probabilidad de que ocurra el paso **4** (hay caminos alternativos para la reacción, pero este es el más común de todos).



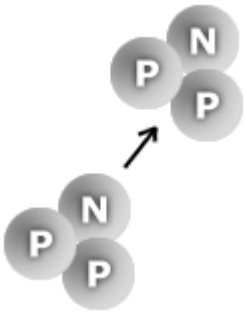
1. En el primer paso, dos protones (núcleos de hidrógeno) se fusionan, gracias a las temperaturas del centro del Sol (alrededor de 15 millones de grados Kelvin), venciendo las fuerzas de repulsión (por tener la misma carga) hasta que se impone la fuerza fuerte (que mantiene unidos a los núcleos atómicos).



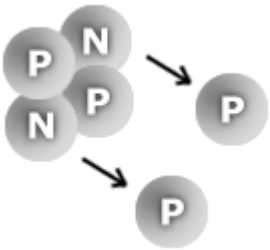
2. Uno de los protones se transmuta en un neutrón por medio de la interacción débil, transformando un quark "up", en "down". Este proceso consume energía (el neutrón tiene ligeramente más masa que el protón) y libera un positrón y un electro-neutrino. El par protón-neutrón se denomina "deuterón", y es el núcleo de un átomo de deuterio (isótopo del hidrógeno).



3. El deuterón se fusiona con otro protón, formando un isótopo del helio (dos protones y un neutrón). Aquí se libera un fotón gamma, y 5.49 MeV (mega electron-voltios).

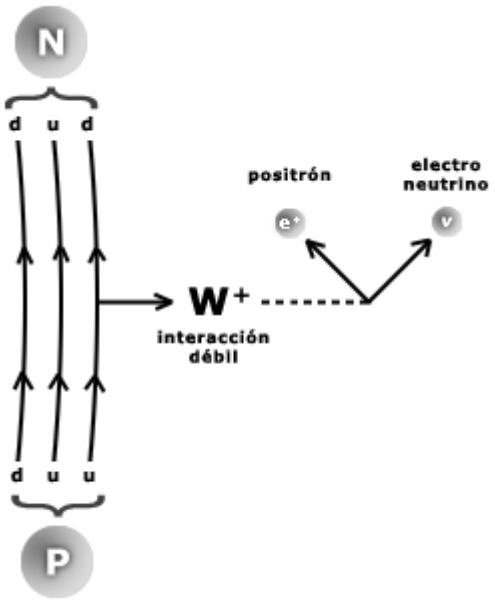


4. Otro núcleo del isótopo del helio se acerca al recién formado.



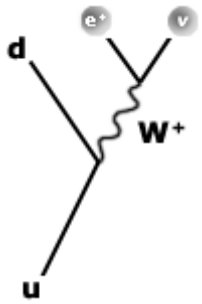
5. Los dos isótopos de helio se fusionan quedando un núcleo de helio con dos protones y dos neutrones (partícula alfa), y expulsando muy rápidamente a los dos protones sobrantes (con una energía tal que se llevan cerca de la mitad de la energía total del proceso de fusión). Aquí se liberan 12.86 MeV.

- Detalle de la transmutación del protón en neutrón (punto 2):



El decaimiento de los hadrones (clase partículas elementales dividida en bariones y mesones que responden a la fuerza nueclear fuerte, los protones y neutrones son bariones) por la interacción débil puede verse como el proceso de decaimiento de sus quarks constituyentes.

Los quarks pueden ser de diferentes clases o "sabores". Los 6 sabores conocidos son "Up" [arriba], "Down" [abajo], "Strange" [extraño], "Charm" [encanto], "Bottom" [fondo], "Top" [cima]. Los sabores de los quarks influyen en como los afecta la fuerza núclear débil (la fuerza nuclear débil gobierna el proceso de desintegración radioactiva).



El protón se transmuta en neutrón por medio de una interacción débil, al cambiar los sabores de los quarks. Uno de los quarks Up del protón decae en un quark Down. Esta transformación se dá gracias al intercambio de bosones W virtuales cargados (W+ en los gráficos).

Los bosones W intercambiados son virtuales, porque el tiempo de existencia se localiza dentro de los límites del principio de incertidumbre. Los bosones W positivos (W+) decaen en un positrón (antipartícula del electrón) y en un electro-neutrino (un de los tipos de neutrinos).

Un bosón es una partícula subatómica de spín entero portadoras de fuerza, y que no obedecen el principio de exclusión de Pauli (regla que dice que dos fermiones no pueden ocupar el mismo estado cuántico, o sea, que no pueden estar al mismo tiempo en el mismo lugar si poseen la misma energía, momento angular y spín. Los fermiones son partículas con spín semientero).

Fuentes:

- Hyper-Physics (http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html)

- "Informe sobre el Universo", Timothy Feris, Crítica 1997.

- "Estrellas" (volúmenes 5 y 6 de "Viajes a través del Universo"), Time-Life / Folio.

…

Por el carácter educativo de este documento, se permite su impresión y libre distribución, siempre mencionando la fuente: Enzo De Bernardini – Astronomía Sur – http://astrosurf.com/astronosur y sin modificar su contenido de ninguna manera. Todos lo derechos reservados © Astronomía Sur – astronomiasur@yahoo.com.ar