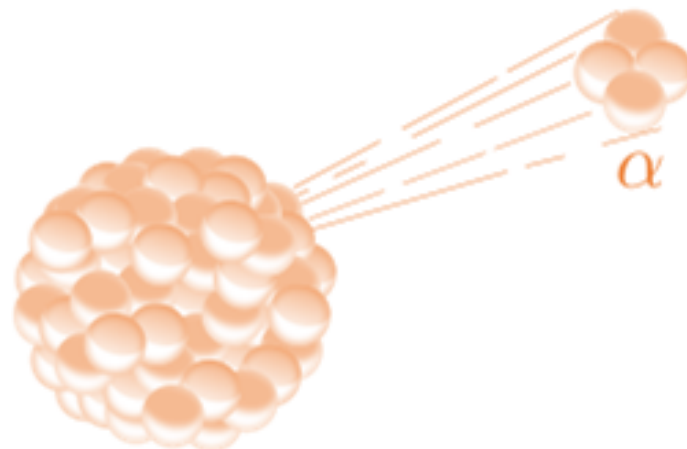


Origen de los elementos



1310 QUÍMICA INORGÁNICA I

PROFESOR: ZURISADAI PADILLA GÓMEZ

El Origen del Universo, el origen de *todo*.

El origen de los elementos está ligada al origen del Universo.

Para entender cómo se originaron los elementos es necesario aprender la notación de los **núcleos atómicos**.

Número de masa
(protones + neutrones)

Número de atómico
(protones, carga)



Símbolo del elemento

Algunas partículas importantes

${}^1_1p^+$ protón.

${}^1_0n^0$ neutrón.

${}^4_2\alpha$ partícula alfa. Esa un núcleo de helio de alta velocidad.

${}^0_{-1}\beta$ partícula beta. Es un electrón de alta velocidad.

${}^0_0\gamma$ fotón.

Algunas partículas importantes

${}^0_1e^+$ positrón. Es la antipartícula del electrón.

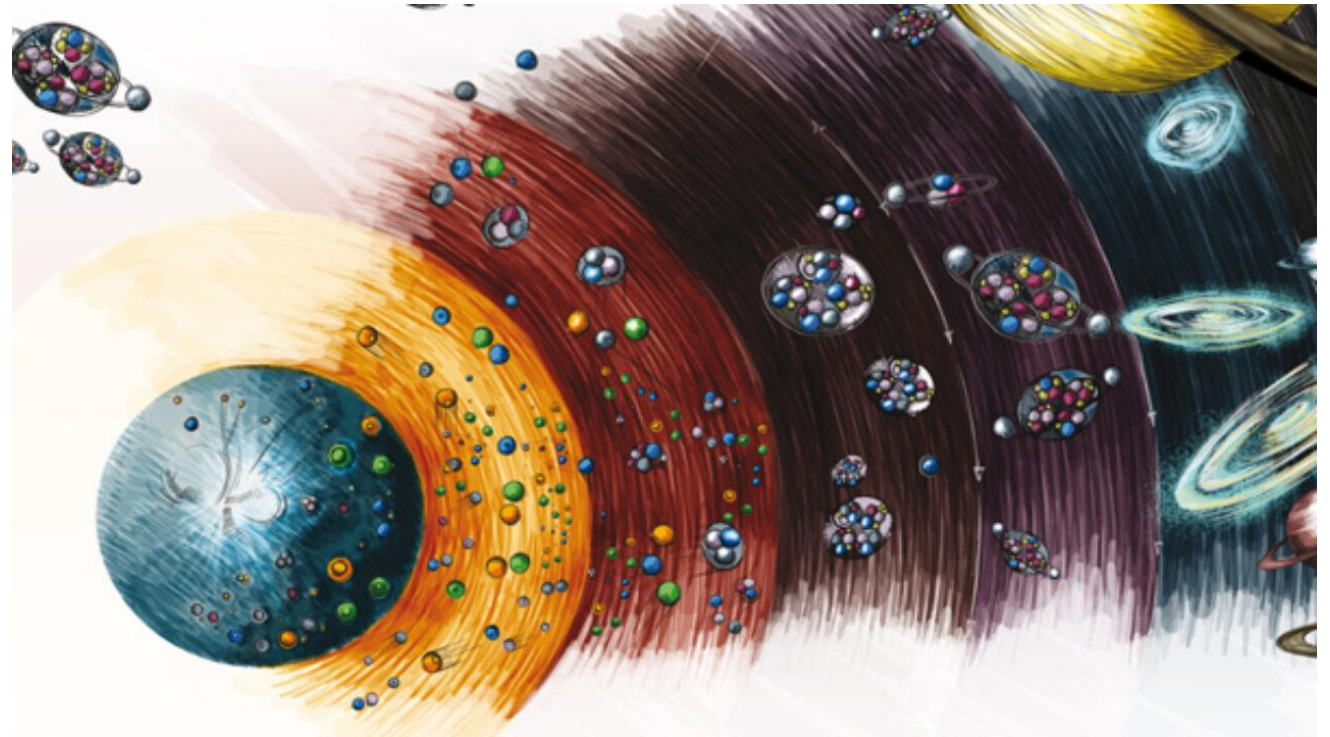
${}^0_0\nu$ neutrino. Partícula de masa ínfima que permite completar el balance de *masa y energía* en ciertas reacciones nucleares.

${}^0_0\bar{\nu}$ antineutrino. Es la antipartícula del neutrino.

El *Big Bang*, el comienzo del Universo

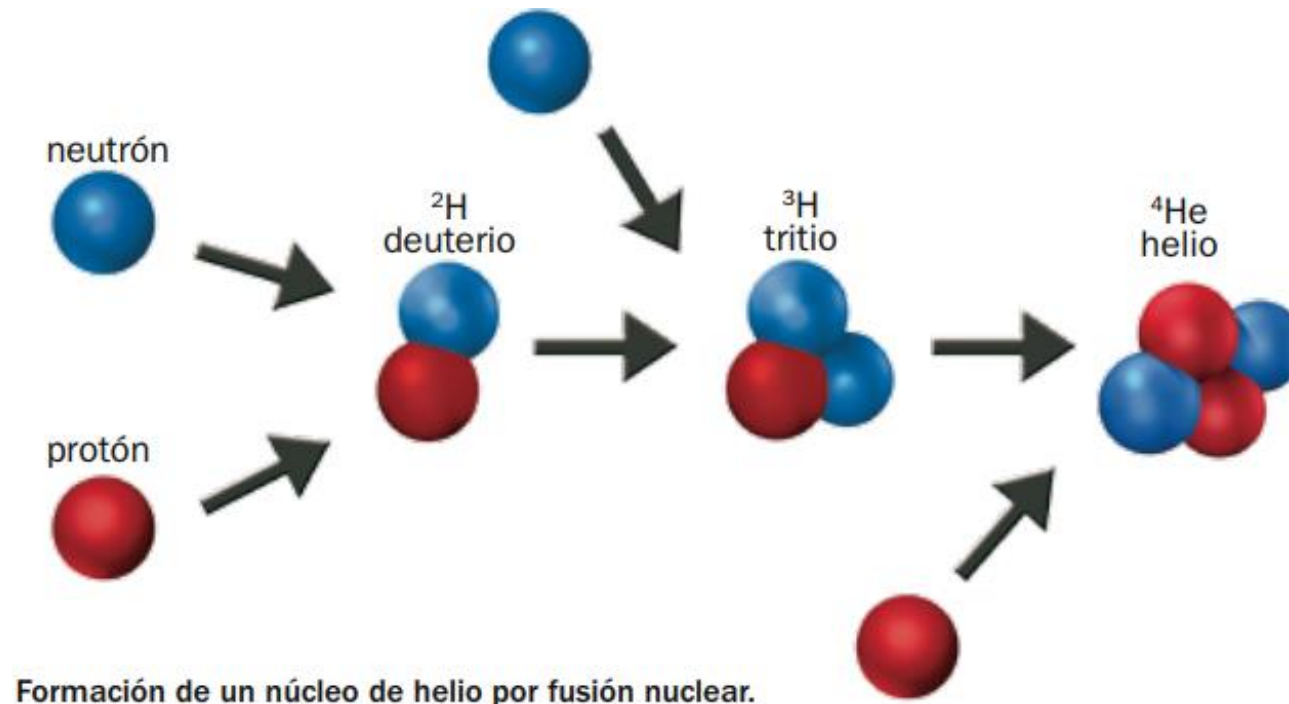
En los instantes inmediatos al *Big Bang* el Universo era un sistema muy caliente y de muy alta energía.

En esas condiciones sólo se podían tener por separado las partículas subatómicas.



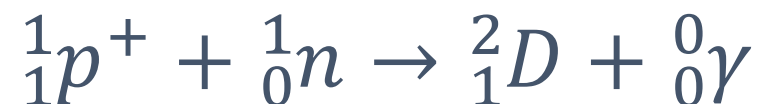
Nucleosíntesis primigenia

Más tarde, aunque aún con muy alta temperatura, comenzaron a ser posibles las primeras asociaciones entre protones y neutrones.



Nucleosíntesis primigenia

En esta fase sólo se lograron sintetizar núcleos de hidrógeno y helio.



Nucleosíntesis estelar

Pasados miles y millones de años, el Universo se enfrió lo suficiente para que los átomos de H y He comenzaran a formar *nebulosas*.

La atracción gravitacional permite que la nebulosa se comprima y el gas que queda al centro aumenta su presión y temperatura.

Las temperaturas que se alcanzan son tan altas que los átomos son ionizados y comienzan a fusionarse. Así nace una estrella.

Nucleosíntesis estelar

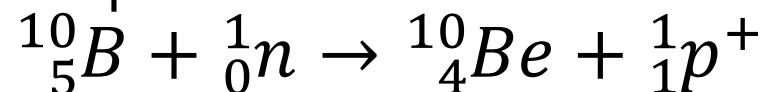
En la estrella se favorecen las reacciones de fusión nuclear para generar núcleos más pesados. Ocurren los siguientes procesos:

1. Captura de protón: ${}^1_1H + {}^4_2He \rightarrow {}^5_3Li + {}^0_0\gamma$
2. Captura de neutrón: ${}^5_3Li + {}^1_0n \rightarrow {}^6_3Li + {}^0_0\gamma$
3. Captura de partícula alfa: ${}^6_3Li + {}^4_2He \rightarrow {}^{10}_5B + {}^0_0\gamma$

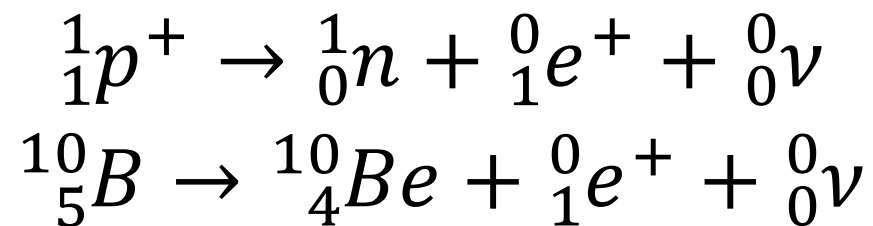
Nucleosíntesis estelar

En la estrella se favorecen las reacciones de fusión nuclear para generar núcleos más pesados. Ocurren los siguientes procesos:

4. Captura de neutrón acoplada con emisión de protón:



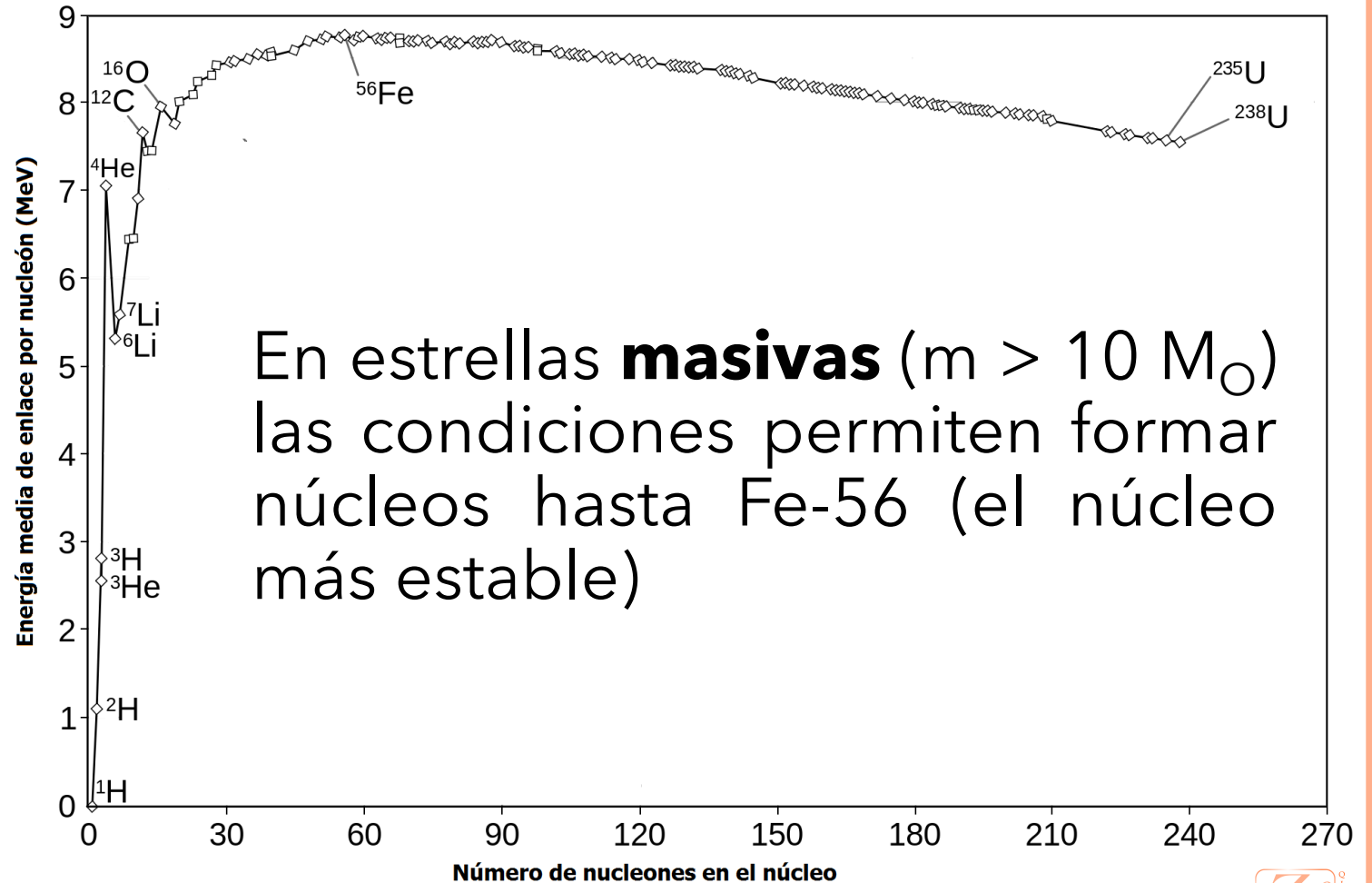
5. Decaimiento de positrón (le sucede a un protón):



Nucleosíntesis estelar

En estrellas de **baja masa** ($m < 10 M_{\odot}^*$) las condiciones permiten formar núcleos hasta el C-12 y trazas de O-16.

* M_{\odot} = Masa de nuestro Sol.

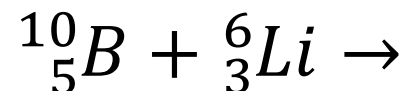
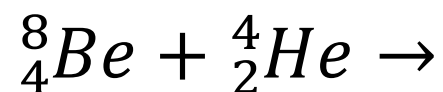
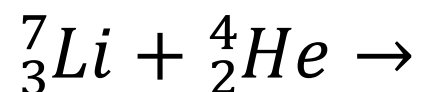
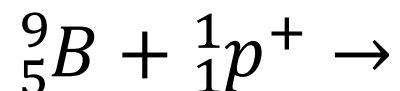


En estrellas **masivas** ($m > 10 M_{\odot}$) las condiciones permiten formar núcleos hasta Fe-56 (el núcleo más estable)

Nucleosíntesis estelar

En las estrellas hay escasez de núcleos como **Li**, **Be** y **B**.

Se forman en las estrellas, pero las reacciones subsecuentes (para formar *núclidos* más pesados) son tan exotérmicas y espontáneas, que suceden prácticamente de forma inmediata.



Nucleosíntesis interestelar

Cuando el *combustible* se agota en las estrellas, éstas mueren.



Nucleosíntesis interestelar

Los núcleos más pesados a Fe-56 se forman en procesos **endotérmicos**. La energía para estos procesos puede provenir de las explosiones de *supernovas*.

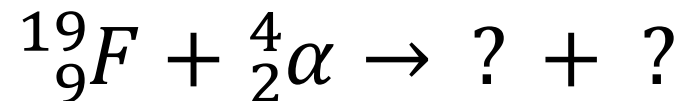
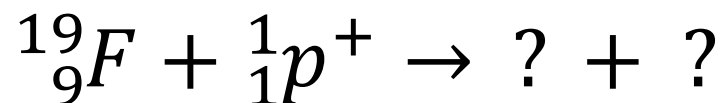
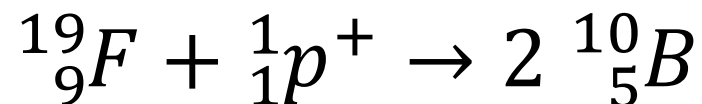
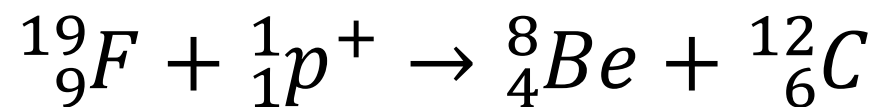
En general se tienen los siguientes procesos.



Espalación o astillamiento

Las cantidades de Li, Be y B que hay en el universo no se pueden explicar por las síntesis estelares.

Estos núcleos se generan por la *fragmentación* de núcleos pesados cuando son impactados por *rayos cósmicos* (partículas cargadas a muy alta velocidad)



Ejercicios

- Indique los productos de las siguientes reacciones:
 - Captura de protón para Li-6
 - Decaimiento de positrón para N-14
 - Captura de neutrón y emisión de protón para C-11

- Escriba las siguientes reacciones sucesivas iniciando con Ca-40
 - Dos capturas de partícula *alfa*.
 - Captura de protón.
 - Captura de neutrón.
 - Captura de partícula alfa.
 - Decaimiento de positrón.