

Ampliación: la estabilidad del Fe^{56}_{26}

Hemos visto que en la nucleosíntesis estelar se van formando en las estrellas gigantes rojas elementos cada vez más pesados, pero el proceso se detiene en el Fe, de número atómico 26. Veamos cual es la causa.

Las reacciones nucleares son procesos en los cuales una pequeña pérdida de masa equivale a una gran liberación de energía. La expresión que relaciona ambas magnitudes es la conocida ecuación de Einstein $\Delta E = m \cdot c^2$

Cuando nace una estrella, a partir de 4 núcleos de H^1_1 y después de una serie de reacciones nucleares se forma He^4_2 liberándose una energía de 26,73 MeV. Puesto que el He tiene de número másico $A = 4$ (ya que su núcleo está formado por 4 nucleones, dos protones y dos neutrones), si dividimos la energía total por el número de nucleones obtenemos:

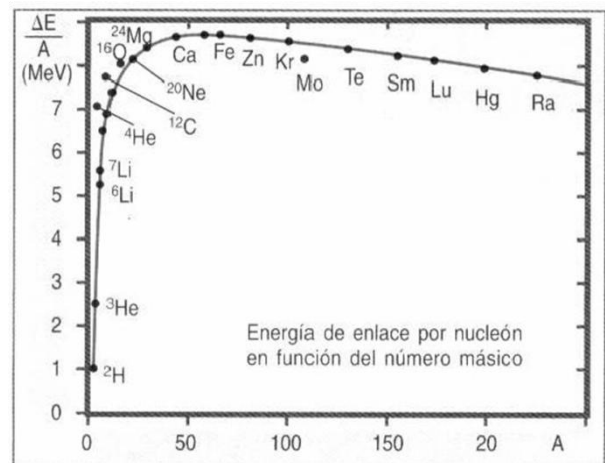
$$\Delta E/A = 26,73/4 = 6,6825 \text{ MeV/nucleón}$$

Este es un valor que nos indica la energía que hay que aportar a cada nucleón para que este núcleo se rompa. Es por tanto una medida de la estabilidad de los núcleos atómicos.

Debemos tener en cuenta que la energía que hay que dar a un electrón para que escape del átomo es del orden de electrones voltios, eV, mientras que la necesaria para romper los núcleos corresponde a una escala de MeV, ¡un millón de veces mayor!

La gráfica siguiente representa cómo varía esta energía de enlace por nucleón ($\Delta E/A$) con respecto al número másico (A) para los diferentes isótopos conocidos.

Se puede observar que en un principio la energía de enlace por nucleón aumenta con la masa atómica, no obstante a partir de un cierto valor esta energía empieza a disminuir paulatinamente. El núcleo más estable es el Fe-56 al que corresponde una energía de enlace de 8'8 MeV/nucleón. Las mayores energías se presentan para números másicos comprendidos entre 40 y 100 aproximadamente.



Si un núcleo pesado se divide en dos núcleos más ligeros (fisión nuclear), o si dos núcleos ligeros se unen para formar uno más pesado (fusión nuclear), se obtienen núcleos más estables, es decir, con mayor energía de enlace por nucleón en los productos de la reacción nuclear que la que tenían el o los núcleos de partida.

El proceso de formación de núcleos en estrellas masivas se detendrá en el Fe. Sólo en condiciones de energías extremadamente elevadas, como ocurre en la explosión de las supernovas, se podrán formar los restantes elementos de la tabla periódica desde el Co-27 al U-92.