

# INFORME-SE SOBRE A QUÍMICA

Eduardo Leite do Canto

Autor de *Química na Abordagem do Cotidiano* – Editora Saraiva

## Por que tanto a fissão quanto a fusão nucleares podem ocorrer?

*A Equação de Einstein ajuda a esclarecer essa questão, pois possibilita o cálculo da energia de ligação por núcleon.*

A fissão nuclear é a quebra de núcleos grandes em núcleos menores e mais estáveis. A fusão nuclear é a reunião de núcleos menores em núcleos maiores e mais estáveis. Isso não parece paradoxal?

Para esclarecer, consideremos o núcleo de  ${}^4_2\text{He}$ . Somando a massa de dois nêutrons ( $2 \cdot 1,00866 \text{ u}$ ) e de dois prótons ( $2 \cdot 1,00728 \text{ u}$ ) chegamos ao valor de  $4,03188 \text{ u}$ . Mas a massa experimental de um núcleo de  ${}^4_2\text{He}$  é  $4,00150 \text{ u}$ .

Então, o núcleo de  ${}^4_2\text{He}$  tem massa menor que seus constituintes isolados. Isto é uma regra geral: **um núcleo atômico sempre tem massa inferior à dos seus núcleons** (prótons e nêutrons) **isolados**. A diferença é denominada **defeito de massa**. No caso do  ${}^4_2\text{He}$ , o defeito de massa é de  $0,03038 \text{ u}$ .

A Equação de Einstein,  $E = mc^2$  (em que  $c$  é a velocidade da luz no vácuo,  $2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ), enuncia a equivalência entre massa ( $m$ ) e energia ( $E$ ). Convertendo  $0,03038 \text{ u}$  para kg (Sistema Internacional) e substituindo na equação, chegamos a  $E = 4,533 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ . Isso significa que a fragmentação de um núcleo de  ${}^4_2\text{He}$  em seus núcleons isolados **absorve**  $4,533 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ . Alternativamente, na formação de um núcleo de  ${}^4_2\text{He}$  a partir de núcleons inicialmente isolados há **liberação** de  $4,533 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ . Tal valor é a **energia de ligação** do núcleo de  ${}^4_2\text{He}$ .

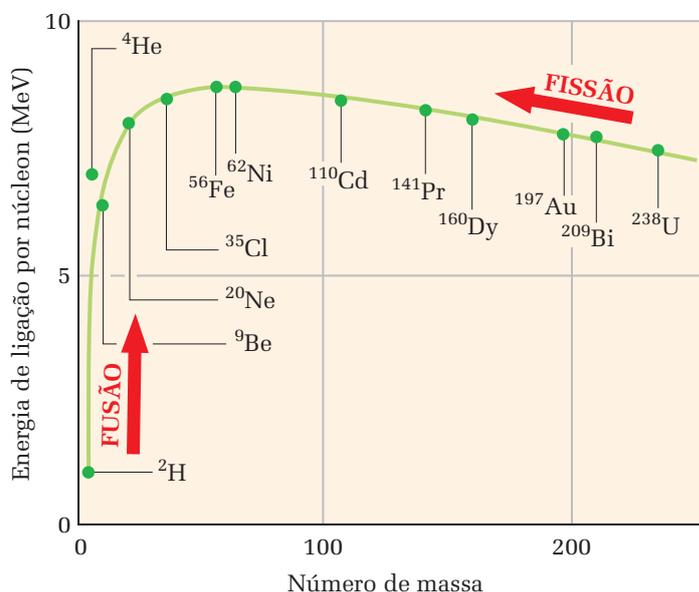
Dividindo a energia de ligação pelo número de massa (total de núcleons) obtemos a **energia de ligação por núcleon**. Veja alguns exemplos:

núcleo	defeito de massa (u)	energia de ligação (J)	energia de ligação por núcleon (J)
${}^4_2\text{He}$	0,03038	$4,53 \cdot 10^{-12}$	$1,13 \cdot 10^{-12}$
${}^{56}_{26}\text{Fe}$	0,52846	$7,90 \cdot 10^{-11}$	$1,41 \cdot 10^{-12}$
${}^{238}_{92}\text{U}$	1,93420	$2,89 \cdot 10^{-10}$	$1,21 \cdot 10^{-12}$

Observe o gráfico. De modo geral, a energia de ligação por núcleon é pequena para núcleos

pequenos, cresce até um valor máximo por volta de  $A = 60$  e decresce à medida que  $A$  aumenta além disso. ( $1 \text{ MeV} = 1 \text{ megaelétron-volt} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ )

Assim, a fusão propicia que núcleos pequenos se unam em um novo núcleo mais estável. E a fissão permite que núcleos grandes se fragmentem, o que também conduz a núcleos mais estáveis. Os nuclídeos com maior de estabilidade nuclear (cerca de  $8,8 \text{ MeV}$ ) são de ferro e níquel, elementos bastante abundantes em meteoritos e em planetas rochosos, como é o caso da Terra.



### E isso tem a ver com...

- Massa atômica — v. 1, unidade I, e vu, cap. 13
- Reações nucleares — v. 2, unidade K, e vu, cap. 24

*Química na Abordagem do Cotidiano*, 3 volumes.  
*Química na Abordagem do Cotidiano*, volume único.

