

## Fusão nuclear

Daniel Ribeiro  
FC/ Universidade do Porto

### CITAÇÃO

Ribeiro, D. (2015)  
Fusão nuclear,  
*Rev. Ciência Elem.*, V2(04):083.  
[doi.org/10.24927/rce2014.083](https://doi.org/10.24927/rce2014.083)

### EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

### RECEBIDO EM

08 de dezembro de 2011

### ACEITE EM

09 de fevereiro de 2012

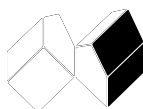
### PUBLICADO EM

31 de dezembro de 2014

### COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2014.  
Este artigo é de acesso livre,  
distribuído sob licença Creative  
Commons com a designação  
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite  
a utilização e a partilha para fins  
não comerciais, desde que citado  
o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)

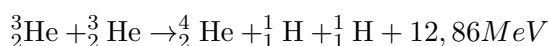
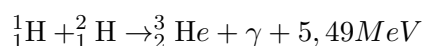
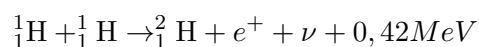


A fusão nuclear consiste na reação entre dois núcleos atômicos leves que resulta na produção de uma espécie nuclear mais pesada do que os núcleos atômicos iniciais.<sup>1</sup> Quando da compressão de dois núcleos de hidrogénio, por exemplo, eles podem fundir-se formando um núcleo de hélio, libertando uma gigantesca quantidade de energia ao longo do processo. Com sucessivas reações de fusão nuclear, todos os elementos químicos conhecidos podem ser sintetizados a partir do hidrogénio.

O legado dos fenómenos de fusão nuclear remonta a 1920 quando o astrónomo Sir Arthur Eddington (1882 – 1944) propõe a ocorrência de fusões nucleares nos seus modelos estelares. Contudo, apenas nos anos 30 é que a fusão nuclear é verificada experimentalmente.<sup>2</sup> Em 1932 a fusão de isótopos de hidrogénio é conseguida em laboratório e em 1939 o físico nuclear Hans Bethe (1906 – 2005) descreve os processos de fusão nuclear existentes nas estrelas (nucleossíntese estelar).

A fusão nuclear é um fenómeno incrivelmente difícil de ser provocado, exigindo temperaturas da ordem de muitos milhares de graus Celsius. No entanto, quando alcançado, liberta muito mais energia do que a que consome. A energia gigantesca necessária para ativar o processo de fusão nuclear deve-se, essencialmente, à barreira de forças electrostáticas entre os núcleos (carregados positivamente).

Uma das mais importantes cadeias de reações de fusão nuclear ocorre no Sol e estrelas idênticas que utilizam como “combustível” o seu hidrogénio produzindo hélio (ver FIGURA 1). As equações que descrevem o processo exposto na FIGURA 1 podem também ser escritas<sup>3</sup>



em que  ${}^1_1\text{H}$  é um protão,  ${}^2_1\text{H}$  é o deutério,  $e^+$  é um positrão (ou eletrão positivo),  $\nu$  é um neutrino (que não possui nem número atômico nem número de massa),  ${}^3_2\text{He}$  é o hélio-3,  $\gamma$  é um fotão gama e  ${}^4_2\text{He}$  é o isótopo mais estável do hélio (também denominado de partícula alfa).

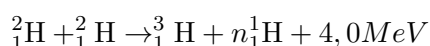
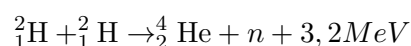
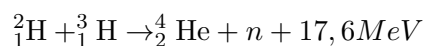
Note-se que a libertação de energia neste processo está expressa em MeV/átomo em vez de kJ/mol, o que evidencia a enorme diferença entre as ordens de grandeza das energias envolvidas nas reações químicas e nas nucleares. Por exemplo, a combustão do gás propano debita 2220 J por cada mole de gás ( $3,60 \times 10^{-21}$  J/molécula de propano) que

reage enquanto a anterior reação de fusão nuclear entre dois núcleos de hélio-3 com a formação de um núcleo de hélio-4 e dois prótons debita  $110 \times 10^{12}$  J por cada mole de átomos de hélio-4 formado ( $18 \times 10^{-11}$  J/átomo = 12,86 MeV/átomo).<sup>†</sup>

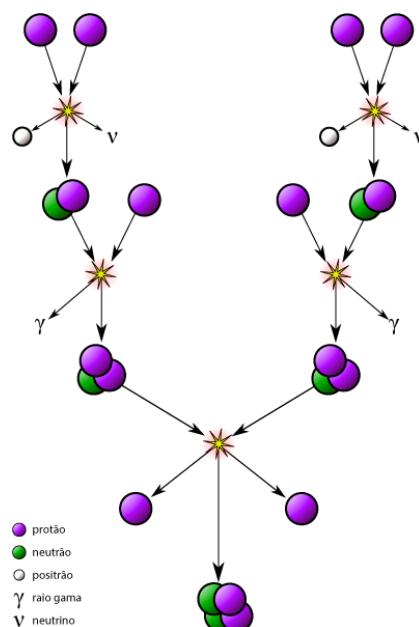
A escrita de equações que traduzem reações de fusão nucleares (tal como as de fissão nuclear) obedece a duas regras específicas<sup>5</sup>:

- Regra Z – A soma dos números atômicos, Z, das partículas reagentes é igual à soma dos números atômicos dos produtos de reação;
- Regra A – A soma dos números de massa, A, das partículas reagentes é igual à soma dos números de massa dos produtos da reação.

A mais importante e desejada aplicação da fusão nuclear reside na construção de reatores termonucleares de fusão. Todavia, apesar do gigantesco esforço mundial, a fusão nuclear controlada ainda não foi atingida. Embora algumas reações nucleares de fusão já tenham sido realizadas em condições laboratoriais, tais como<sup>3</sup>



A principal dificuldade na obtenção de energia a partir da fusão nuclear reside no problema da contenção do material combustível a temperaturas bastante elevadas (suficientemente elevadas para ser possível suplantar a barreira electrostática) durante um intervalo de tempo considerável.<sup>3</sup> Uma equipa internacional de cientistas está a colaborar na construção de um reator de fusão chamado *International Thermonuclear Experimental Reator* (ITER), que irá testar a viabilidade comercial da utilização da fusão nuclear.<sup>2</sup> Contudo, ainda há muito trabalho a ser realizado antes da energia proveniente da fusão nuclear poder ser comercializada.



‡ Como  $1 \text{ eV} = 1,6022 \times 10^{-19} \text{ J}$ ,  $1 \text{ MeV/átomo}$  corresponde a  $9,65 \times 10^7 \text{ kJ/mol}$ .<sup>6</sup>

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup> [TUPAC Gold Book: Nuclear fusion reaction](#), consultado em 08/12/2011.

<sup>2</sup> BAKER, J., *50 Ideias Que Precisa Mesmo De Saber – Física*, 1ª edição, Alfragide: Publicações Dom Quixote, 2011, ISBN: 978-972-20-4707-4.

<sup>3</sup> DAS, A. & FERBEL, T., *Introduction to Nuclear and Particle Physics*, 2nd edition, New Jersey: World Scientific, 2003, ISBN: 981-238-744-7

<sup>4</sup> [Wikimedia Commons: Fusion in the Sun](#), consultado em 08/12/2011

<sup>5</sup> C. CORRÊA, et al., *Química*, 1ª edição, Porto: Porto Editora, 2008, ISBN: 978-972-0-42248-4

<sup>6</sup> [NIST electron volt-joule relationship](#), consultado em 08/12/2011.