

# Fusão nuclear

Daniel Ribeiro

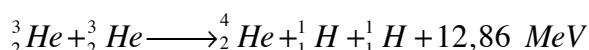
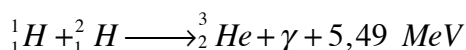
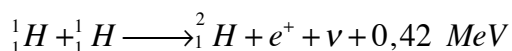
Ribeiro, D. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0109

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> Aquando 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 electrão positivo),  $\nu$  é um neutrino (que não possui nem número atómico nem número de massa),  ${}^3_2\text{He}$  é o hélio-3,  $\gamma$  é um fóton 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 protões 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.

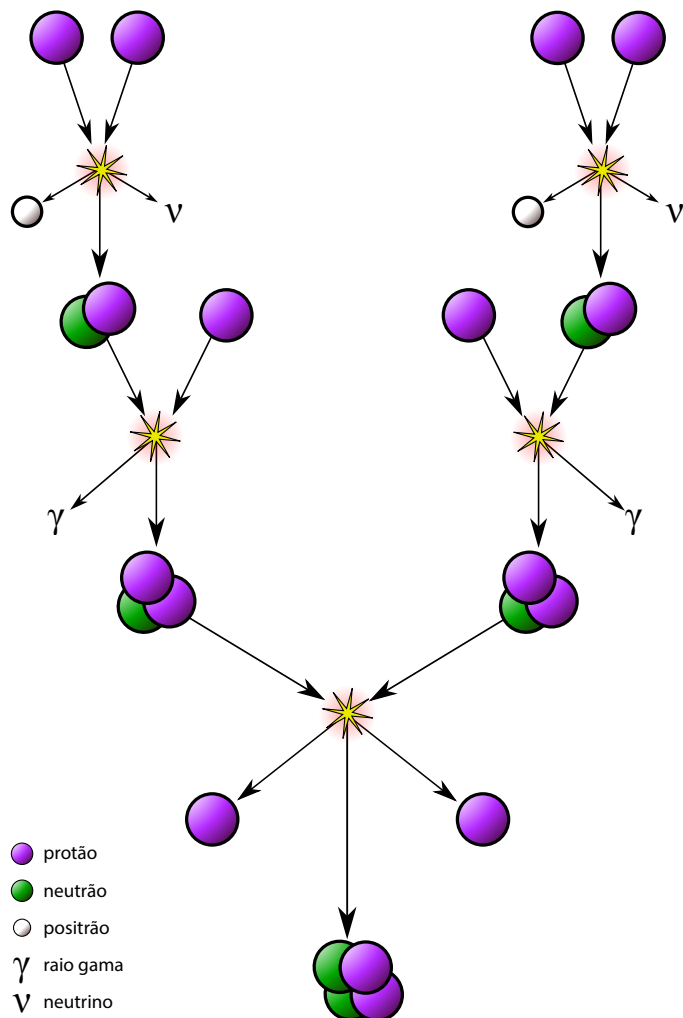
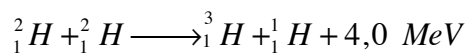
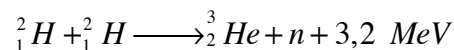
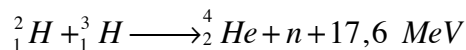


Figura 1 Cadeia de reações nucleares protão-protão. (Adaptado de [4])

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 [3]



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. [3] Uma equipa internacional de cientistas está a colaborar na construção de um reator de fusão chamado *International Thermonuclear Experimental Reactor* (ITER), que irá testar a viabilidade comercial da utilização da fusão nuclear. [2] 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  $9,65 \times 10^7 \text{ kJ/mol}$ . [6]

#### Referências

1. IUPAC Gold Book: Nuclear fusion reaction, consultado em 08/12/2011;
2. J. Baker, 50 Ideias Que Precisa Mesmo De Saber – Física, 1ª edição, Alfragide: Publicações Dom Quixote, 2011, ISBN: 978-972-20-4707-4;
3. A. Das, T. Ferbel, Introduction to Nuclear and Particle Physics, 2nd edition, New Jersey: World Scientific, 2003, ISBN: 981-238-744-7;
4. Wikimedia Commons: Fusion in the Sun, consultado em 08/12/2011;
5. C. Corrêa, F. P. Basto, N. Almeida, Química, 1ª edição, Porto: Porto Editora, 2008, ISBN: 978-972-0-42248-4;
6. NIST electron volt-joule relationship, consultado em 08/12/2011.

#### Autor

Daniel Ribeiro

Mestrado em Ensino de Física e Química pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

#### Editor

Jorge Gonçalves

Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto