

Manuscrito Aceite

Título: O Mito da Estabilidade da Configuração Eletrónica de Gás Nobre

Autores: Carlos Corrêa

Este manuscrito foi aceite após revisão por pares e aparece como um Manuscrito Aceite *online* antes de edição, provas e publicação formal da versão final (VF) no “QUÍMICA”. A VF será disponibilizada brevemente e pode ser ligeiramente diferente do Manuscrito Aceite como resultado de edição.

Os autores são responsáveis pelo conteúdo deste Manuscrito Aceite.

Disponível *online*: 28/09/2020



O Mito da Estabilidade da Configuração Eletrónica de Gás Nobre

Carlos Corrêa

Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

ccorrea@fc.up.pt

Abstract

The Myth of Stability of the Electronic Configuration of Noble Gas. *The idea that atoms tend to lose or accept electrons in order to get the noble gas electronic configuration is a myth and must be faced as a mnemonic.*

Resumo

A ideia repetida de que os átomos tendem a perder ou ganhar eletrões de modo a adquirir a configuração eletrónica do gás nobre mais próximo não é correta e deve ser encarada como uma mnemónica.

Os manuais escolares, livros de texto e programas oficiais repetidamente propagam a ideia errada de que os átomos tendem a perder ou ganhar eletrões de modo a adquirir a configuração eletrónica do gás nobre mais próximo. Assim, a estabilidade dessa configuração eletrónica seria uma espécie de força motriz de origem um tanto metafísica para a formação dos compostos (Fig. 1).

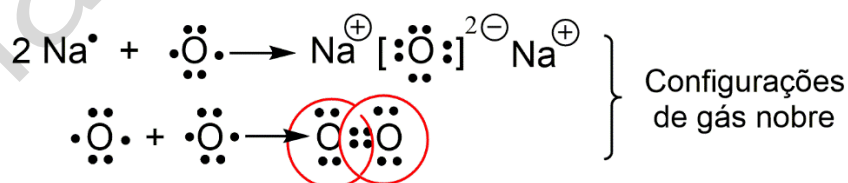


Figura 1 – Os átomos de sódio e oxigénio adquirem configuração eletrónica de gás nobre.

Será que os átomos de sódio e de oxigénio tendem realmente a adquirir as configurações eletrónicas de gás nobre? Os valores da energia de ionização do sódio e da segunda afinidade eletrónica do oxigénio mostram que nenhum deles fica mais estável se se transformar em

ião, Na^+ e O^{2-} (Fig. 2). O oxigénio tende a captar um só eletrão, mas a passagem à configuração eletrónica de gás nobre não é nada favorável, o mesmo sucedendo com o azoto. Mesmo os metais alcalinos, como Na, têm mais tendência a ganhar do que a perder eletrões (o que lhes conferiria configuração eletrónica de gás nobre).

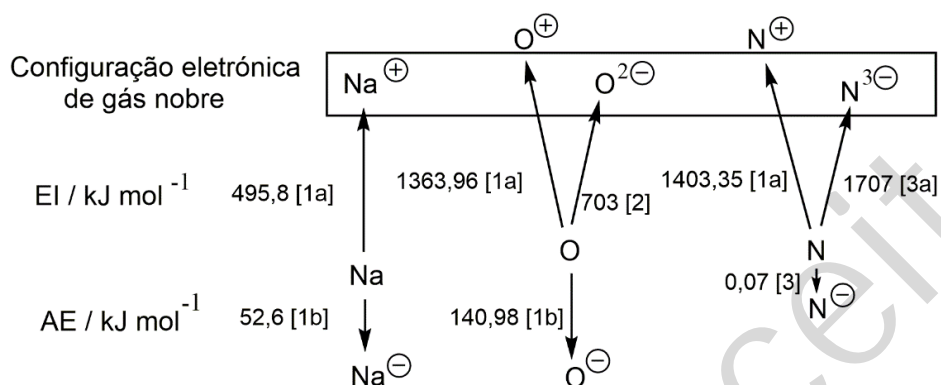


Figura 2 – Energias de ionização e afinidades eletrónicas de alguns átomos. Note-se que nenhum destes átomos ganha estabilidade ao adquirir configuração eletrónica de gás nobre.

Qual a energia posta em jogo quando dois átomos de sódio reagem com um átomo de oxigénio? Podemos calcular essa energia a partir da energia de ionização do sódio e da 2.^a afinidade eletrónica do oxigénio (Fig.3) e verificar que a transformação é endotérmica, ou seja, que o sistema não ganha estabilidade.

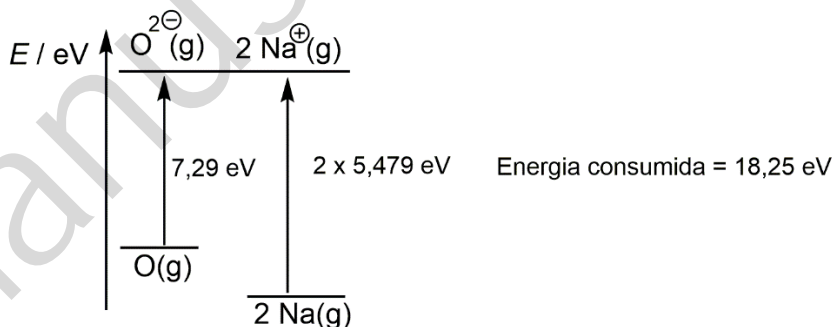
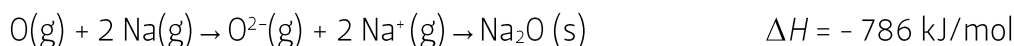


Figura 3 – Para que um átomo de oxigénio receba dois eletrões de dois átomos de sódio, originando dois iões com configuração eletrónica de gás nobre, é preciso fornecer energia ao sistema. Nenhuma das partículas adquiriu maior estabilidade.

No entanto, se partirmos de uma mole de oxigénio atómico e duas moles de átomos de sódio para formar uma mole de Na_2O cristalino, o sistema já liberta energia [1c].



Embora a formação dos iões seja endotérmica (cerca de $703 \text{ kJ/mol} + 2 \times 496 \text{ kJ/mol} = 1695 \text{ kJ/mol}$), a energia libertada pela aproximação dos iões de sinal contrário para formar a rede cristalina (energia reticular [1c], -2481 kJ/mol), mais que compensa a energia consumida na ionização ($1695 \text{ kJ/mol} - 2481 \text{ kJ/mol} = -786 \text{ kJ/mol}$). A força motriz da reação não foi a formação de iões com configuração eletrónica de gás nobre, mas as atrações eletrostáticas entre os catiões e aniões no cristal.

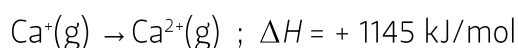
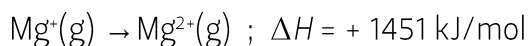
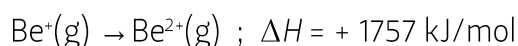
Quanto à ligação entre dois átomos de oxigénio para formar uma molécula (Fig. 1), a verdade é que nenhum dos átomos ganha estabilidade ao adquirir a configuração eletrónica de gás nobre, pois para formar O^{2-} é preciso fornecer ao átomo $7,29 \text{ eV}$. A razão da formação da molécula é o aumento da densidade eletrónica na zona internuclear, passando os núcleos a serem atraídos para essa nuvem com carga elétrica negativa.

Os valores das afinidades eletrónicas do ião N^{2-} mostram, também, que os átomos de azoto não têm qualquer tendência a adquirir a configuração eletrónica de gás nobre, pois a transformação $\text{N} \rightarrow \text{N}^{3-}$ é bastante endotérmica:



Os átomos de azoto não se ligam para adquirirem a configuração eletrónica de gás nobre (isso seria altamente endotérmico), mas devido à elevada densidade eletrónica internuclear quando se ligam por covalência.

Os valores das energias de segunda ionização dos metais alcalinoterrosos [1d] mostram igualmente que estes metais não têm qualquer tendência a adquirir a configuração eletrónica de gás nobre:



A maior vulgaridade dos catiões alcalinos em relação aos respetivos aniões deve-se ao facto de haver átomos na Natureza com maior apetência eletrónica, capazes de remover eletrões dos átomos com mais baixa energia de ionização (caso dos metais alcalinos, cuja carga nuclear efetiva é diminuída pelos eletrões das orbitais interiores). Em contraste, átomos como o oxigénio e flúor, com carga nuclear elevada e pouca blindagem nuclear, tem elevada

tendência para remover elétrons de outros átomos. No entanto, a remoção de mais elétrons para adquirir configuração eletrônica de gás nobre é desfavorável pelo aumento das repulsões eletrônicas. Isso só será possível se aumentar a carga nuclear.

Os gases nobres, com a maior carga nuclear do respectivo período e a mesma blindagem nuclear, apresentam elevada energia de ionização. Não têm praticamente afinidade eletrônica porque o elétron teria de ir ocupar a camada $n+1$, com todos os elétrons do cerne a efetuar uma apreciável blindagem nuclear. Daqui resulta a sua estabilidade.

Os exemplos apresentados demonstram claramente que é errado considerar a configuração eletrônica de gás nobre como um fator de estabilidade e motor da formação dos agregados de átomos, pois há outros fatores importantes a considerar (a carga nuclear, a carga nuclear efetiva, a grandeza da carga, o tamanho de cada ião e o estado, gasoso ou cristalino).

Assim, configuração eletrônica de gás nobre deve ser encarada como **uma mnemónica** para os alunos preverem a carga dos aniões e catiões, mas não como a causa da estabilidade dessas partículas. É mais uma consequência da presença de outros fatores.

Referências (consultadas em 17.08.2020)

[1] William M. Haynes, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 97th Edition, CRC Press, 2016. a) 10-214; b) 10-147; c) 12-17; d) 10-204. As energias em kJ mol^{-1} foram obtidas a partir dos valores em eV, multiplicados por 96,487 $\text{kJ mol}^{-1}/\text{eV}$.

[2] Calculado a partir das afinidades eletrônicas de O e O^- . chemguide.co.uk/atoms/properties/eas.html#:~:text=The%20second%20electron%20affinity%20is,easily%20seen%20in%20symbol%20terms (consultado em 17/08/2020).

[3] [en.wikipedia.org/wiki/Electron_affinity_\(data_page\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Electron_affinity_(data_page)). a) Calculado a partir da afinidade eletrônica de N, N^- e N^{2-} (consultado em 17/08/2020).