

Ficha — Configuração eletrónica: Princípio da Construção, Pauli e regra de Hund

10.º Ano Física e Química A 4 páginas 12 exercícios

Objetivo: Estabelecer a configuração eletrónica de átomos de elementos até $Z = 23$ na notação spd , aplicando o Princípio da Construção, o Princípio da Exclusão de Pauli e a maximização do número de eletrões desemparelhados em orbitais degeneradas.

Revisão rápida — as três regras

1. Princípio da Construção (Aufbau): os eletrões entram pelas orbitais de **menor energia** para a maior, dando ao átomo a menor energia possível — o **estado fundamental**. Um subnível só começa a ser preenchido depois de o anterior estar completo.

Ordem de preenchimento:

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p$

2. Princípio da Exclusão de Pauli: cada orbital comporta no **máximo 2 eletrões**, com **spins opostos**.

3. Regra de Hund: em orbitais **degeneradas**, os eletrões ocupam primeiro orbitais **diferentes**, todos com spin igual, antes de se emparelharem.

Subnível	Orbitais	Máx. de eletrões
s	1	2
p	3	6
d	5	10

Nota de escrita: a ordem de **preenchimento** é $4s$ antes de $3d$, mas a configuração **escreve-se** por ordem crescente de nível: ... $3d\ 4s$...

Exercícios

1. Completa a ordem crescente de energia dos subníveis.

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < \rule{1cm}{0.4pt} < \rule{1cm}{0.4pt} < 4p < 5s$

2. Enuncia as três regras que determinam a configuração eletrónica de um átomo.

.....

.....

.....

3. Escreve a configuração eletrónica dos átomos de oxigénio, sódio e cálcio no estado fundamental.

4. Indica qual das configurações seguintes está errada e justifica a resposta.

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
- c) $1s^2 2s^1 2p^5$
- d) $1s^2 2s^2 2p^3$

5. Explica o que afirma o Princípio da Exclusão de Pauli e indica quantos eletrões cabem num subnível p e num subnível d .

6. Representa, em caixas, a distribuição dos eletrões do subnível $2p$ para o carbono ($Z = 6$) e para o oxigénio ($Z = 8$), aplicando a regra de Hund. Indica o número de eletrões desemparelhados em cada caso.

7. Verdadeiro ou falso. Corrige as falsas.

- a) Um subnível começa a ser preenchido antes de o anterior estar completo. (V/F)
- b) Dois eletrões numa mesma orbital têm necessariamente spins opostos. (V/F)
- c) Antes de se emparelharem, os eletrões ocupam orbitais diferentes do mesmo subnível. (V/F)
- d) O subnível d comporta 8 eletrões. (V/F)
- e) O estado fundamental corresponde à distribuição de menor energia. (V/F)

8. Determina o número atómico e o elemento correspondente a cada configuração.

a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 \rightarrow Z = \text{_____}$, elemento: _____

b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 \rightarrow Z = \text{_____}$, elemento: _____

c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2 \rightarrow Z = \text{_____}$, elemento: _____

9. Escreve as configurações eletrónicas dos elementos de $Z = 19$ a $Z = 23$ na notação com gás nobre interior.

10. Completa as lacunas indicando o subnível que se está a preencher.

a) $\dots 3s^2 3p^6 \text{_____}$ — está a preencher-se o subnível _____

b) $\dots 4s^2 \text{_____}$ — está a preencher-se o subnível _____

c) $\dots 3p^6 \text{_____}$ — está a preencher-se o subnível _____

11. Um átomo tem a configuração $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Identifica o elemento, indica quantos eletrões existem no nível mais externo e explica, com base no Princípio da Construção, porque é que os eletrões não passam ao subnível $4s$ antes de completarem o $3p$.

12. Explica, com as tuas palavras, porque é que a combinação das três regras (Princípio da Construção, Exclusão de Pauli e regra de Hund) é necessária para escrever a configuração eletrónica de um átomo — dando o exemplo do azoto, $Z = 7$.

Soluções — Configuração eletrónica

10.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

- $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s$. Depois do $3p$ vem o $4s$ e só depois o $3d$.
- (i) Princípio da Construção (Aufbau) — os eletrões entram pelas orbitais de menor energia para a maior. (ii) Princípio da Exclusão de Pauli — cada orbital comporta no máximo 2 eletrões, com spins opostos. (iii) Regra de Hund — em orbitais degeneradas os eletrões ocupam primeiro orbitais diferentes com o mesmo spin antes de se emparelharem.
- Oxigénio ($Z = 8$): $1s^2 2s^2 2p^4$. Sódio ($Z = 11$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Cálcio ($Z = 20$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$.
- Está errada a alternativa **c**. O subnível $2s$ está incompleto (só 1 eletrão em vez de 2) enquanto o $2p$ já tem 5 eletrões — viola o Princípio da Construção, porque um subnível só começa a ser preenchido depois de o anterior estar completo. As restantes estão corretas.
- O princípio afirma que **nenhum orbital pode conter dois eletrões com os mesmos quatro números quânticos**, ou seja, cada orbital comporta no máximo 2 eletrões e estes têm de ter **spins opostos**. O subnível p tem 3 orbitais e comporta **6** eletrões; o subnível d tem 5 orbitais e comporta **10** eletrões.
- Carbono ($2p^2$): $\uparrow \uparrow$ $\uparrow \downarrow$ $\uparrow \downarrow$ — 2 eletrões desemparelhados. Oxigénio ($2p^4$): $\uparrow \downarrow$ $\uparrow \downarrow$ $\uparrow \downarrow$ — 2 eletrões desemparelhados. Em ambos os casos, os eletrões ocupam primeiro orbitais diferentes antes de se emparelharem.
- a) **F** — só começa quando o anterior já está completo. b) **V** — spins opostos, por definição do princípio. c) **V** — é exatamente o que afirma a regra de Hund. d) **F** — o subnível d comporta **10** eletrões (5 orbitais $\times$ 2). e) **V** — o estado fundamental é a distribuição de energia mínima.
- a) $Z = 12 \rightarrow$ **magnésio (Mg)**. b) $Z = 20 \rightarrow$ **cálcio (Ca)**. c) $Z = 23 \rightarrow$ **vanádio (V)**. Em todos os casos, Z é igual à soma dos eletrões indicados na configuração.
- Potássio ($Z = 19$): $[\text{Ar}] 4s^1$. Cálcio ($Z = 20$): $[\text{Ar}] 4s^2$. Escândio ($Z = 21$): $[\text{Ar}] 3d^1 4s^2$. Titânio ($Z = 22$): $[\text{Ar}] 3d^2 4s^2$. Vanádio ($Z = 23$): $[\text{Ar}] 3d^3 4s^2$.
- a) Depois de $3s^2 3p^6$ segue-se o $4s \rightarrow$ subnível **4s**. b) Depois de $4s^2$ segue-se o $3d \rightarrow$ subnível **3d**. c) Depois de $3p^6$ segue-se o $4s \rightarrow$ subnível **4s**.
- O elemento é o **cloro** ($Z = 17$), com **7 eletrões** no nível mais externo ($n = 3$). Segundo o Princípio da Construção, preenche-se sempre a orbital de menor energia disponível: como o subnível $3p$ ainda tem vaga, é ele que continua a ser preenchido. O $4s$ só começa a ser ocupado depois de o $3p$ estar completo, o que acontece a partir do **argônio** ($Z = 18$).
- Exemplo de resposta: *Cada regra responde a uma pergunta diferente. O Princípio da Construção diz por **que ordem** é que se preenche — $1s, 2s, 2p, 3s$ — garantindo a menor energia; a Exclusão de Pauli limita cada orbital a 2 eletrões com spins opostos, dizendo **quantos** cabem; a regra de Hund diz **como** distribuir dentro de subníveis degenerados, escolhendo primeiro orbitais diferentes. Para o azoto ($Z = 7$) isso dá $1s^2 2s^2 2p^3$, com os três eletrões do $2p$ cada um numa orbital diferente.* (Resposta possível — a correção valoriza a função distinta de cada regra.)