

Ficha — Nuvem eletrónica: níveis, subníveis e orbitais s, p e d

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

Objetivo: Explicar a atração e a repulsão entre eletrões e núcleo nos átomos polieletrónicos, interpretar o modelo da nuvem eletrónica e os valores de energia de remoção eletrónica com base nos níveis e subníveis, e reconhecer que as orbitais s, p e d são distribuições probabilísticas degeneradas dentro do mesmo subnível.

Revisão rápida — do nível ao subnível

Nível	Subníveis	N.º de orbitais	Máx. de eletrões
n = 1	1s	1	2
n = 2	2s, 2p	1 + 3 = 4	8
n = 3	3s, 3p, 3d	1 + 3 + 5 = 9	18

Nuvem eletrónica: o eletrão não descreve órbitas; existe apenas a **probabilidade** de o encontrar em certas regiões do espaço. A orbital é a região onde a probabilidade é elevada.

Degenerescência: as orbitais de um **mesmo subnível** têm a **mesma energia** — 1 para o s, 3 para o p e 5 para o d.

Átomos polieletrónicos: além da atração eletrão–núcleo há **repulsão entre eletrões**, que aumenta a energia dos eletrões e dificulta a remoção.

Energia de remoção eletrónica: energia mínima necessária para arrancar um eletrão do átomo no estado fundamental.

Exercícios

1. Nos átomos polieletrónicos existe não só a atração entre cada eletrão e o núcleo, mas também repulsão entre os eletrões. Explica como esta repulsão influencia a energia dos eletrões e o que se passa quando se arranca um eletrão do átomo.

2. Distingue o conceito de órbita, do modelo de Bohr, do conceito de orbital, do modelo da nuvem eletrónica.

3. Completa a tabela dos níveis e subníveis.

Nível	Subníveis	Orbitais	Elétrões máximos
$n = 1$	_____	_____	_____
$n = 2$	_____	_____	_____
$n = 3$	_____	_____	_____

4. Quantos orbitais existem em cada subnível s, p e d e quantos elétrons comportam? Explica porque é que as orbitais de um mesmo subnível são ditas degeneradas.

5. Verdadeiro ou falso. Corrige as falsas.

- a) As orbitais são trajetórias fechadas que o elétron percorre à volta do núcleo. (V/F)
- b) Uma orbital descreve a probabilidade de encontrar o elétron numa região do espaço. (V/F)
- c) As três orbitais de um subnível p têm a mesma energia. (V/F)
- d) O subnível d possui 5 orbitais degeneradas. (V/F)
- e) O subnível s comporta 6 elétrons. (V/F)

6. Define energia de remoção eletrónica e indica qual dos dois átomos a apresenta maior: o hélio, com $24,587 \text{ eV}$, ou o neón, com $21,565 \text{ eV}$.

7. As energias de remoção eletrónica de três elementos são: lítio $5,392 \text{ eV}$, berílio $9,323 \text{ eV}$ e boro $8,298 \text{ eV}$. Explica porque é que o berílio apresenta um valor superior ao do bório, apesar de o bório ter mais protões no núcleo.

8. O lítio apresenta $5,392 \text{ eV}$ e o sódio $5,139 \text{ eV}$. Nos dois átomos o eletrão mais externo se encontra num subnível s. Explica a diferença dos dois valores com base no nível de energia onde esse eletrão se encontra.

9. Expressa a energia de remoção eletrónica do hélio, $24,587 \text{ eV}$, em joules.

10. O hélio apresenta a maior energia de remoção eletrónica de todos os elementos químicos. Explica porquê.

11. Descreve a forma da orbital 1s e das três orbitais 2p, e explica o que significa a representação gráfica de uma orbital.

12. Escreve um parágrafo curto (4 a 5 linhas) que explique porque é que a nuvem eletrónica é uma distribuição probabilística, o que significa a degenerescência das orbitais de um mesmo subnível e porque é que a repulsão entre eletrões aumenta a energia dos eletrões.

Soluções — Nuvem eletrónica e orbitais

10.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

1. Os eletrões são repelidos entre si, o que se soma à atração eletrão-núcleo e faz com que cada eletrão experimente uma energia superior à que teria se estivesse sozinho. Quanto maior a repulsão, mais facilmente o eletrão é removido. Ao arrancar um eletrão é preciso fornecer a **energia de remoção eletrónica**, que vence simultaneamente a atração pelo núcleo e o efeito da repulsão dos restantes eletrões.

2. A **órbita** é uma trajetória definida e fechada, como a de um planeta, onde o eletrão teria uma posição e velocidade determinadas. O **orbital** não é uma trajetória: é uma região do espaço onde a probabilidade de encontrar o eletrão é elevada, podendo o eletrão não ter posição nem trajetória definidas.

3. $n = 1$: subnível **1s**, **1** orbital, **2** eletrões. $n = 2$: subníveis **2s e 2p**, **4** orbitais ($1 + 3$), **8** eletrões. $n = 3$: subníveis **3s, 3p e 3d**, **9** orbitais ($1 + 3 + 5$), **18** eletrões.

4. O subnível s tem **1** orbital e comporta **2** eletrões; o p tem **3** orbitais e comporta **6** eletrões; o d tem **5** orbitais e comporta **10** eletrões. São ditas **degeneradas** porque, dentro de um mesmo subnível, todas as orbitais têm **exatamente a mesma energia**, diferindo apenas na forma e na orientação no espaço.

5. a) **F** — não existem trajetórias: existe apenas probabilidade de encontrar o eletrão numa região. b) **V** — é precisamente a definição de orbital. c) **V** — as três orbitais de um subnível são degeneradas. d) **V** — o subnível d tem 5 orbitais, todas com a mesma energia. e) **F** — o subnível s comporta apenas **2** eletrões.

6. É a **energia mínima** necessária para arrancar um eletrão de um átomo no estado fundamental. Dos dois, o **hélio** apresenta o valor mais alto ($24,587 \text{ eV}$ contra $21,565 \text{ eV}$ do neón), ou seja, é o átomo que retém mais fortemente o seu eletrão.

7. No berílio o eletrão mais externo sai de um subnível **2s**, enquanto no bório sai de um subnível **2p**. O subnível $2p$ está a **maior energia** do que o $2s$, pelo que o eletrão que dele sai já se encontra menos ligado e é mais facilmente removido. Este efeito do subnível prevalece sobre o aumento do número de prótons: daí o bório ter energia de remoção inferior à do berílio.

8. Nos dois casos o eletrão sai de um subnível s , mas no lítio ele ocupa o nível $n = 2$ e no sódio o nível $n = 3$. Estando mais afastado do núcleo e mais blindado pelos eletrões interiores, o eletrão do sódio é retido com menos energia — por isso $5,139 \text{ eV}$ é inferior a $5,392 \text{ eV}$.

9. $E = 24,587 \times 1,602 \times 10^{-19} = 3,939 \times 10^{-18} \text{ J}$.

10. Porque o hélio tem só **dois eletrões** e um núcleo com **2 prótons**, ou seja, uma carga nuclear elevada em relação ao número de eletrões, e esses eletrões ocupam o nível $n = 1$, o mais próximo do núcleo. Não existe blindagem por camadas interiores e os dois eletrões estão muito fortemente atraídos, pelo que é necessária a maior energia de todos os elementos para remover um deles.

11. A orbital **1s** tem forma **esférica** em torno do núcleo. As três orbitais **2p** têm forma de **dumbbell** (dois lobos) orientadas segundo os três eixos do espaço. A representação gráfica indica a região onde a probabilidade de encontrar o eletrão é elevada — quanto mais densa a nuvem, maior essa probabilidade; não se trata de um percurso percorrido.

12. Exemplo de resposta: *Porque o eletrão não tem trajetória definida, a sua posição é descrita apenas por uma probabilidade: a nuvem eletrónica mostra onde é mais provável encontrá-lo, sendo a orbital a região onde essa probabilidade é mais elevada. As orbitais de um mesmo subnível são degeneradas porque têm exatamente a mesma energia, diferindo apenas na forma e na orientação. Ainda que a atração eletrão-núcleo estabilize o eletrão, a repulsão com os restantes eletrões sobrepõe energia adicional, pelo que os eletrões de átomos polieletrónicos ficam a um nível de energia mais alto.* (Resposta possível — a correção valoriza a ligação entre probabilidade, degenerescência e repulsão.)