

Resumo 2 — Energia dos eletrões: espectros, quantização e configuração eletrónica

10.º Ano Física e Química A 2 páginas Resumo

Objetivo: consolidar a energia quantizada dos níveis do hidrogénio, a origem dos espectros de emissão e de absorção e as regras que governam a distribuição dos eletrões na nuvem eletrónica.

Níveis de energia e o fóton

A energia do eletrão é **quantizada**: só existem valores discretos, dados por $E_n = -13,6 \div n^2$ eV. O nível $n = 1$ é o estado fundamental; ao **descer** de nível o eletrão emite um fóton com $E = E_{superior} - E_{inferior}$, e ao subir absorve exatamente a mesma energia.

Nível	1	2	3	4
E_n (eV)	-13,6	-3,4	-1,511	-0,85

$$E = h \cdot f = h \cdot c \div \lambda \quad \cdot \quad E(eV) \times \lambda(nm) \approx 1240 \quad \cdot \quad 1 eV = 1,602 \times 10^{-19} J$$

A energia do fóton determina a região do espectro: quanto maior a energia, menor o comprimento de onda. O visível (400 – 700 nm) corresponde a 3,10 – 1,77 eV — a única faixa que o olho humano deteta.

Séries do hidrogénio

Série	Transição	ΔE	λ	Zona
Lyman	$n \rightarrow 1$	10,2 eV ($2 \rightarrow 1$)	121,6 nm	ultravioleta
Balmer	$n \rightarrow 2$	1,89 eV ($3 \rightarrow 2$)	656,5 nm	visível
Paschen	$n \rightarrow 3$	0,66 eV ($4 \rightarrow 3$)	1875,6 nm	infravermelhos

Os dois espectros

Um **espectro de emissão** apresenta linhas brilhantes sobre fundo escuro e obtém-se de um gás quente e rarefeito. Um **espectro de absorção** apresenta linhas escuras sobre fundo contínuo e forma-se quando luz contínua atravessa um gás mais frio — a atmosfera de uma estrela é o caso típico. O **espectro contínuo**, sem linhas, vem de um objeto sólido e quente.

A **regra de ouro** é que as linhas de absorção de um elemento ocorrem nos mesmos comprimentos de onda das suas linhas de emissão, porque envolvem as mesmas diferenças de energia. Daí que cada elemento atue como **impressão digital**: o sódio assina aos 589,0 nm (2,11 eV), o hidrogénio aos 656,3 e 486,1 nm. É assim que se determina a composição da atmosfera das estrelas e se detetam quantidades vestigiais em análise forense.

Nuvem eletrónica, níveis e subníveis

O eletrão não descreve órbitas: existe apenas a **probabilidade** de o encontrar em certas regiões do espaço. Chama-se **orbital** à região onde essa probabilidade é elevada. Cada nível n divide-se em n subníveis, e as orbitais de um mesmo subnível têm **a mesma energia** — diz-se que são degeneradas.

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

As capacidades seguem $2n^2$ e $2l + 1$ orbitais por subnível: s tem 1 orbital e 2 eletrões, p tem 3 e 6, d tem 5 e 10. Em átomos polieletrónicos soma-se à atração eletrão-núcleo a **repulsão entre eletrões**, que eleva a energia e dificulta a remoção — daí se definir a **energia de remoção eletrónica** como o mínimo necessário para arrancar um eletrão do estado fundamental.

Configuração eletrónica — as três regras

- Princípio da Construção (Aufbau):** os eletrões entram pelas orbitais de menor energia. Ordem: $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p$.
- Exclusão de Pauli:** cada orbital comporta no máximo 2 eletrões, com **spins opostos**.
- Regra de Hund:** em orbitais degeneradas, os eletrões ocupam primeiro orbitais **diferentes**, todos com spin igual, antes de se emparelharem.

Nota de escrita: o preenchimento faz-se com o $4s$ antes do $3d$, mas a configuração **escreve-se por ordem crescente de nível**. Exemplo, ferro ($Z = 26$):

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$$

Erros frequentes

- Escrever $4s^2 3d^6$ — incorreto: a ordem de escrita é por nível, logo $3d$ antes de $4s$.
- Confundir **descida** de nível (emissão) com **subida** (absorção) — as energias são iguais em módulo.
- Esquecer que o $2n^2$ é a capacidade do **nível**, não do subnível.
- Dar spins iguais a eletrões que se emparelham — são obrigatoriamente opostos.
- Assumir órbitas clássicas: o modelo correto é a nuvem de probabilidade.

Para reter: a energia é discreta ($E_n = -13,6/n^2$), o fóton carrega a diferença entre níveis ($E \cdot \lambda \approx 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$), cada elemento assina a seu próprio espetro, e a configuração eletrónica obedece a Aufbau, Pauli e Hund — escrita sempre por ordem crescente de nível.