

Modelo quântico

Relembrar...

Modelo atômico de Bohr

Os elétrons só podem ocupar níveis de energia bem definidos – **Quantização da energia**.

Os elétrons giram em torno do núcleo em **órbitas com energias diferentes**.

As **órbitas interiores** representam uma **energia mais baixa** e à medida que se encontram mais afastadas do núcleo o valor da energia é maior.

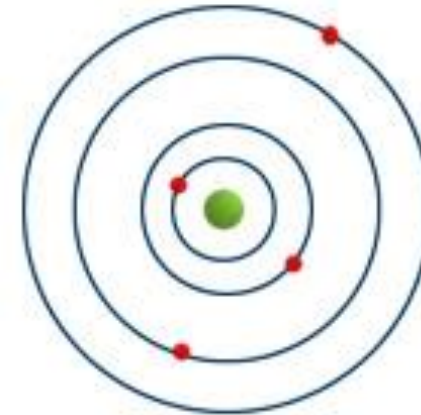
Mas... As **órbitas regulares** dos elétrons em torno do núcleo foram **postas em causa**.



Aparecimento de um novo modelo.



Modelo quântico!



[Niels Henryk David Bohr](#) (1885-1962).

Princípio de incerteza de Heisenberg (1927)

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

É impossível determinar simultaneamente a **posição** e a **velocidade** de um elétron.



[Werner Karl Heisenberg](#)
(1901-1976).

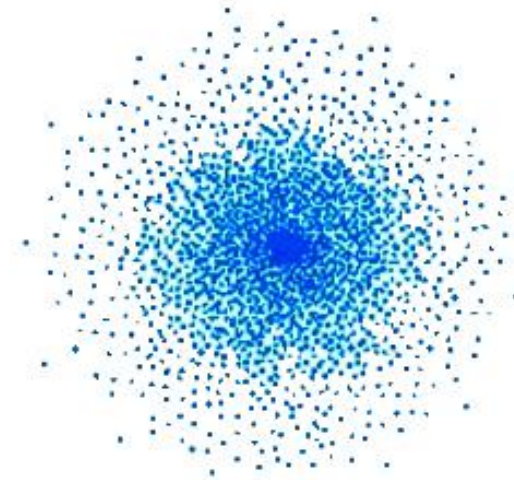
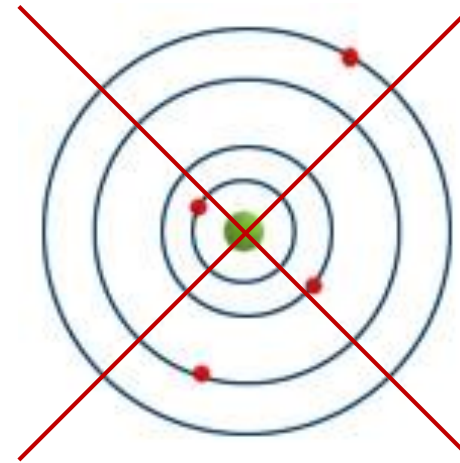
Modelo quântico

O conceito de ~~órbita~~ (do modelo de Bohr) – a posição do elétron é bem definida e previsível,

é substituída pelo conceito de

Orbital – Região do espaço onde existe 90% de probabilidade de encontrar um elétron com determinada energia.

Uma maneira de visualizar estas probabilidades é a **nuvem eletrônica**.



Modelo quântico

Na mecânica quântica o comportamento dos elétrons é descrito por uma equação de onda:

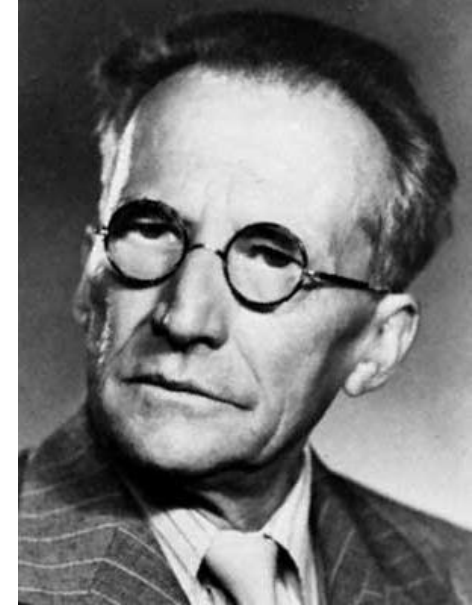
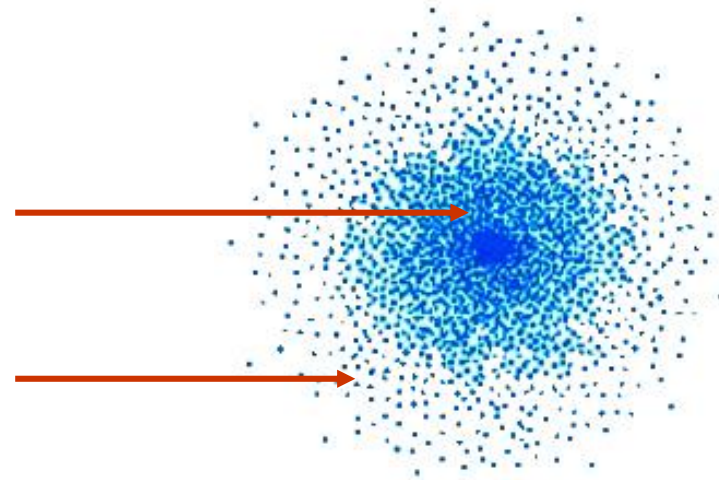
Equação de onda de Schrödinger.

$$H(t)|\psi(t)\rangle = i\hbar \frac{d}{dt} |\psi(t)\rangle$$

Passa-se a falar na **probabilidade** de encontrar o elétron, com uma determinada energia, numa determinada posição.

Zona **mais densa** – **maior probabilidade** de encontrar um elétron.

Zona **menos densa** – **menor probabilidade** de encontrar um elétron.



Erwin Rudolf Josef Schrödinger
(1887-1961).

Energia num átomo

A **energia de um átomo** é a soma das:

Energias cinéticas dos eletrões – devido à sua velocidade;

Energia potenciais de:

Repulsão entre cargas do mesmo sinal;

Atração entre cargas de sinal contrário.

Energia num átomo

Num átomo com vários eletrões (**polieletrónicos**), a **energia necessária para retirar cada eletrão desse átomo** não é igual para todos os eletrões:

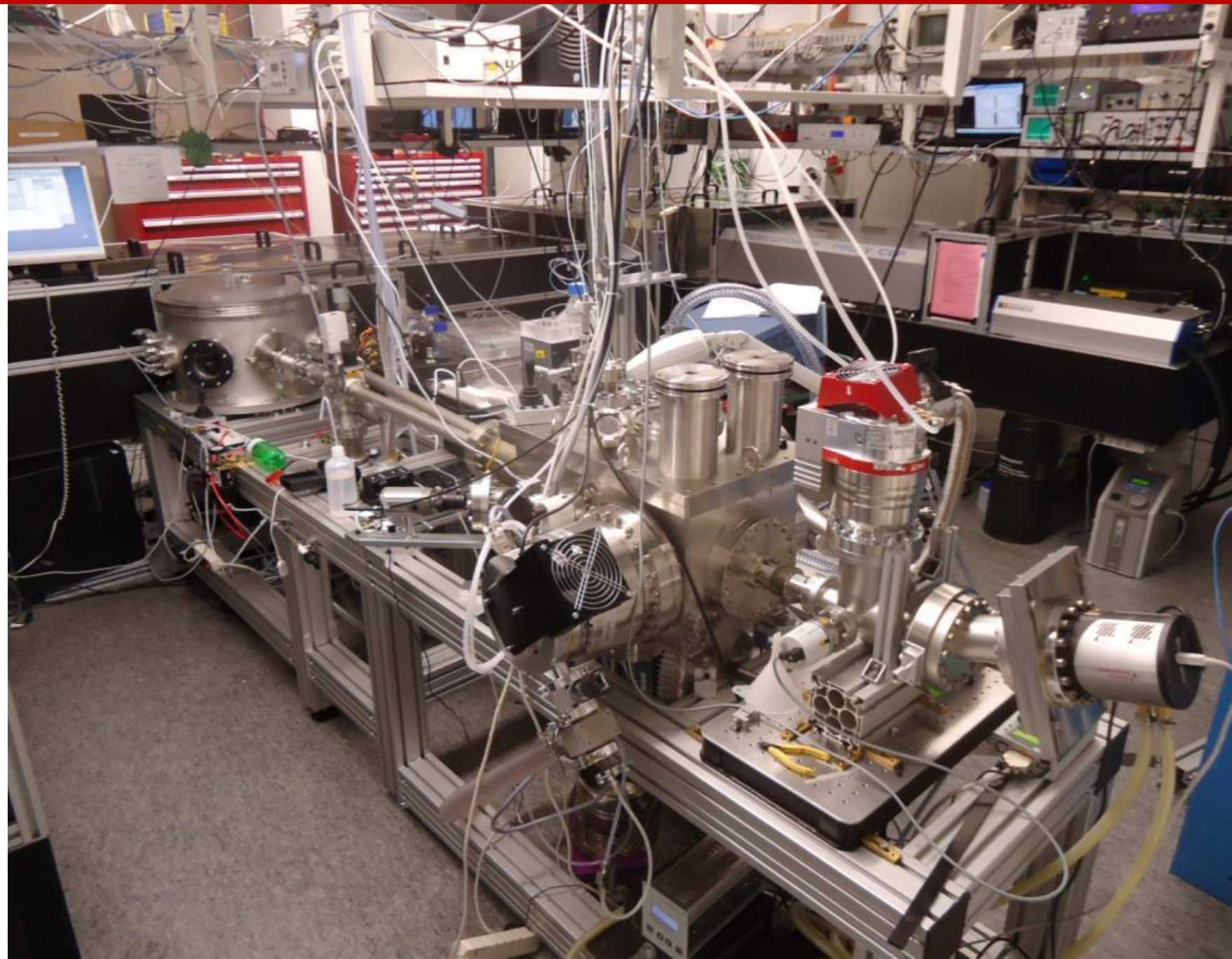
Para retirar os **eletrões mais afastados do núcleo** é necessário dar **menos energia** ao átomo!

Para retirar os **eletrões mais perto do núcleo** é necessário dar **mais energia** ao átomo!

É possível determinar experimentalmente estas energias através da **espectroscopia fotoeletrónica!**

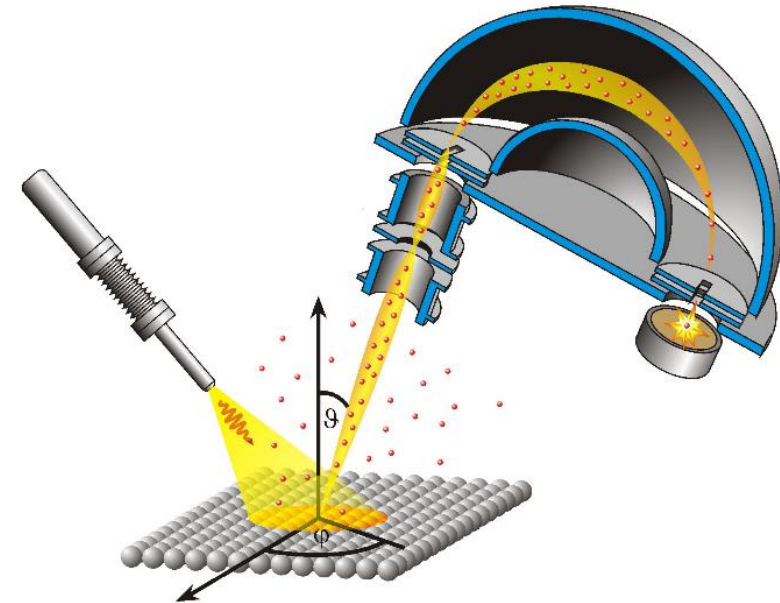
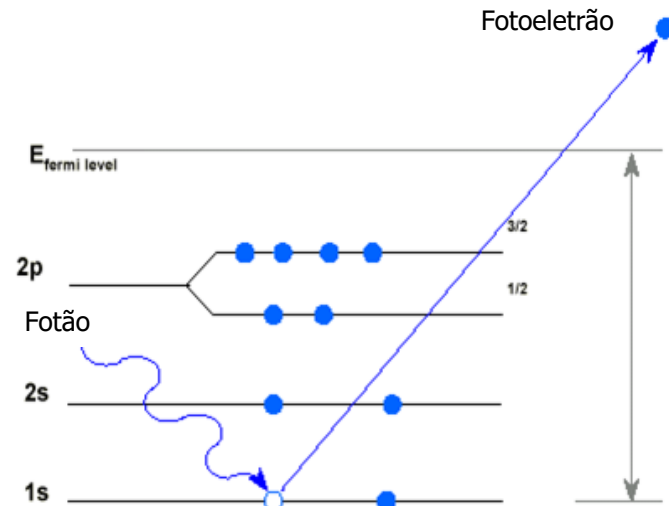
Espetroscopia fotoeletrônica

Espetrofotômetro eletrônico



Espetroscopia fotoeletrônica

A **espectroscopia fotoeletrônica** é um método que **permite conhecer a energia dos diferentes subníveis** de um átomo.

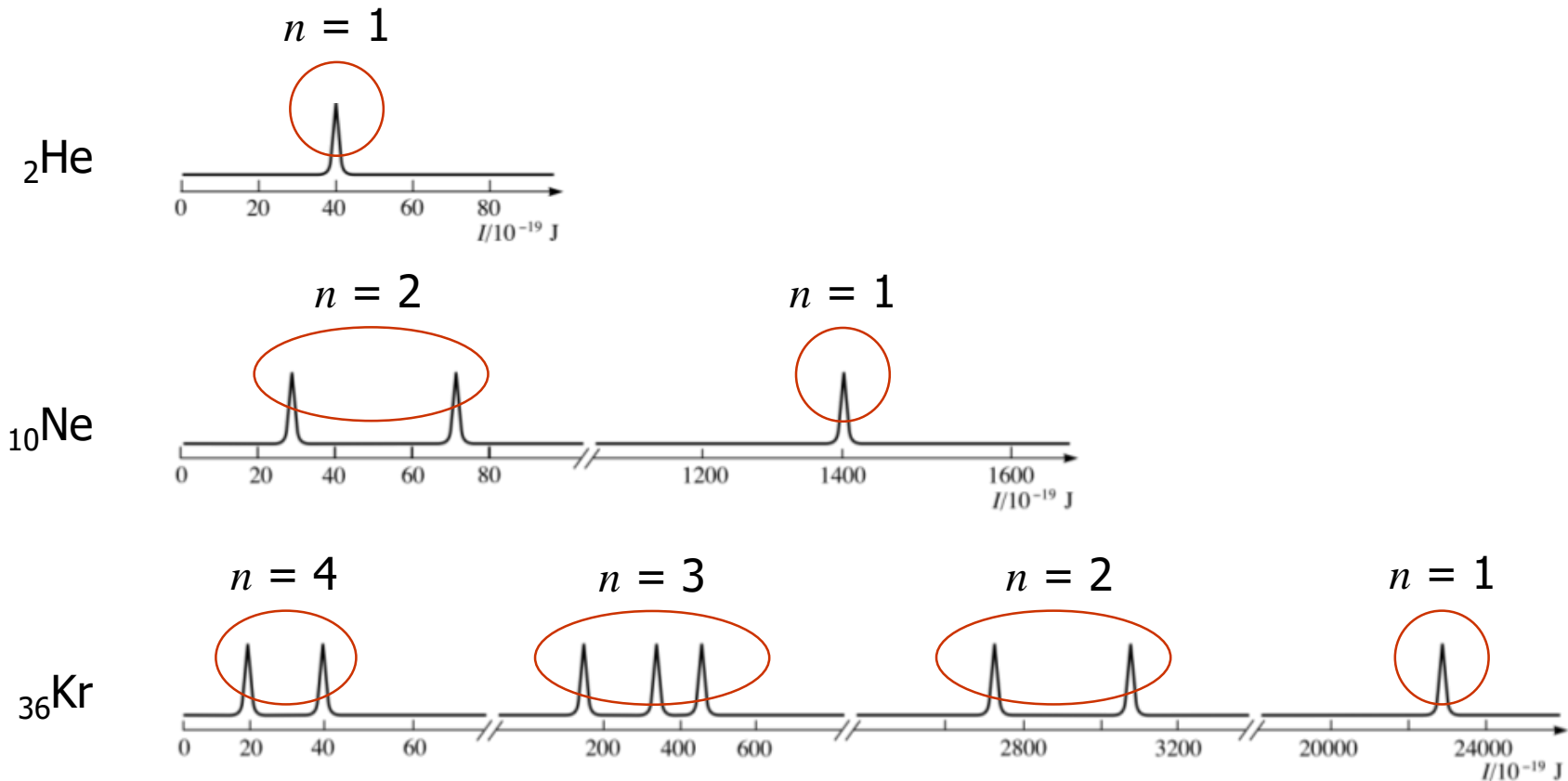


No caso de **átomos polieletrônicos** os diferentes elétrões encontram-se em **níveis energéticos diversos**.

...a remoção destes elétrões provoca a **saída de elétrões com diferentes energias cinéticas**.

Espetroscopia fotoeletrônica

Resultados experimentais



Isto quer dizer que...

Para além de níveis ($n = 1, 2, 3\dots$)
também há **subníveis!**

Níveis e subníveis

Cada **nível** pode conter um ou mais **subníveis**...

A cada subnível estão associadas diferentes **formas espaciais de orbitais**.

Ou seja... os elétrons não ocupam as mesmas zonas do espaço do átomo!

Tipos de orbitais

Orbitais s – apenas uma por cada nível (menor energia de cada nível)

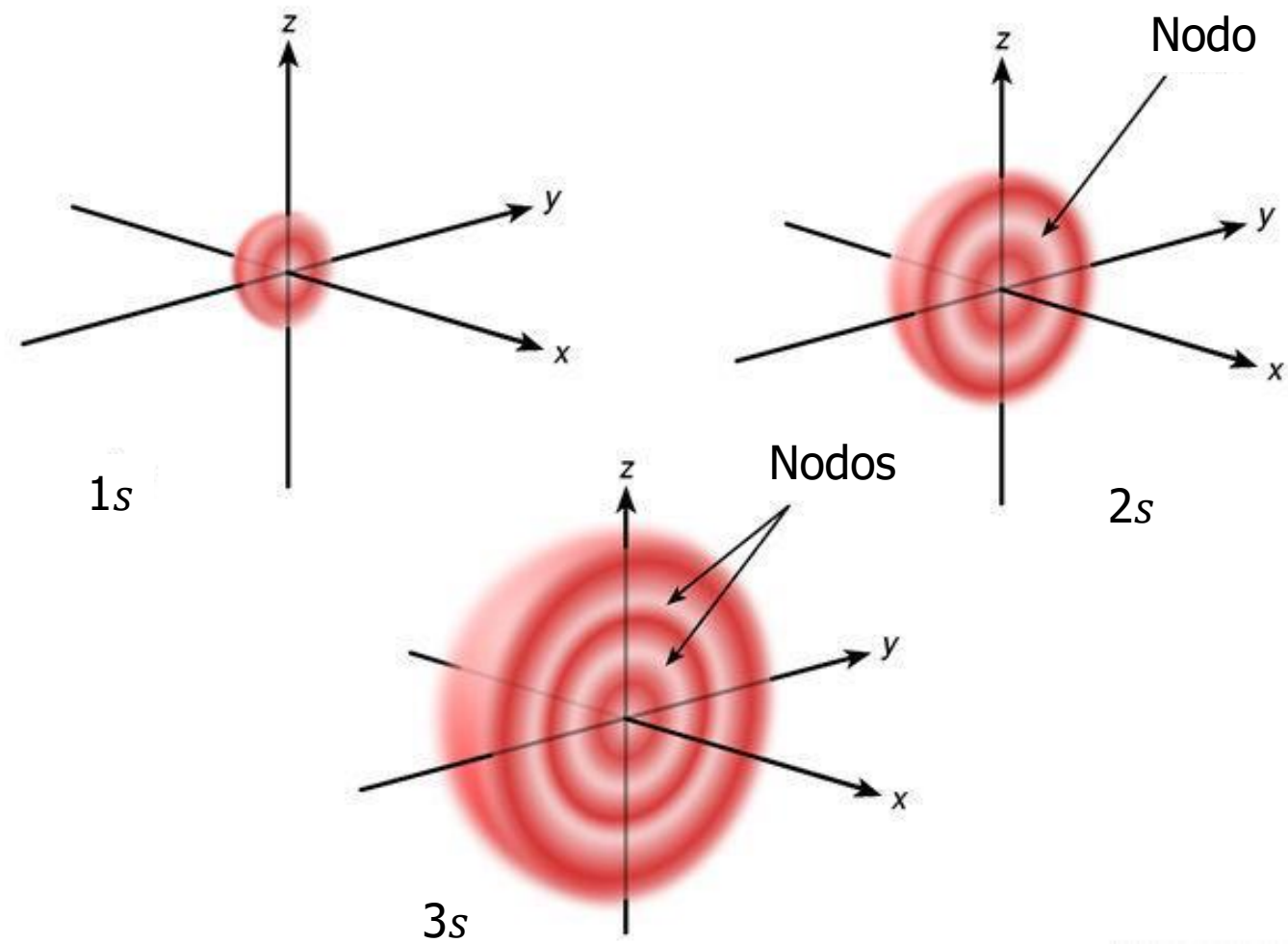
Orbitais p – máximo de 3 por cada nível (maior energia que a s)

Orbitais d – máximo de 5 por cada nível (maior energia que a p)

Orbitais f – máximo de 7 por cada nível (maior energia que a d)

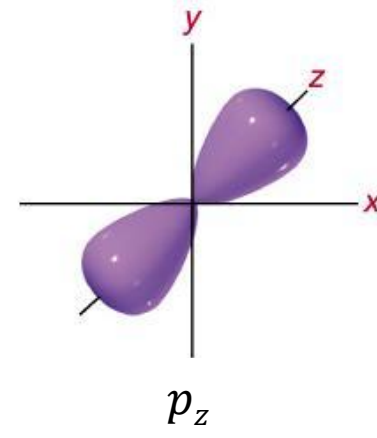
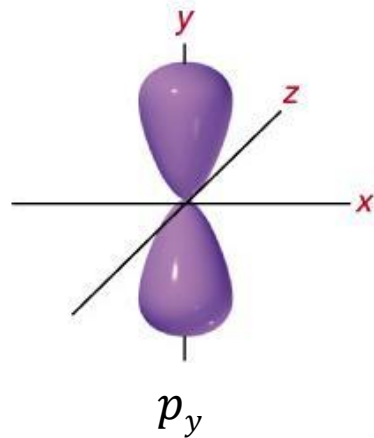
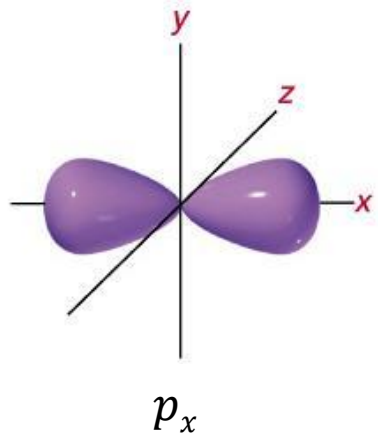
Níveis e subníveis

Formas da orbitais s



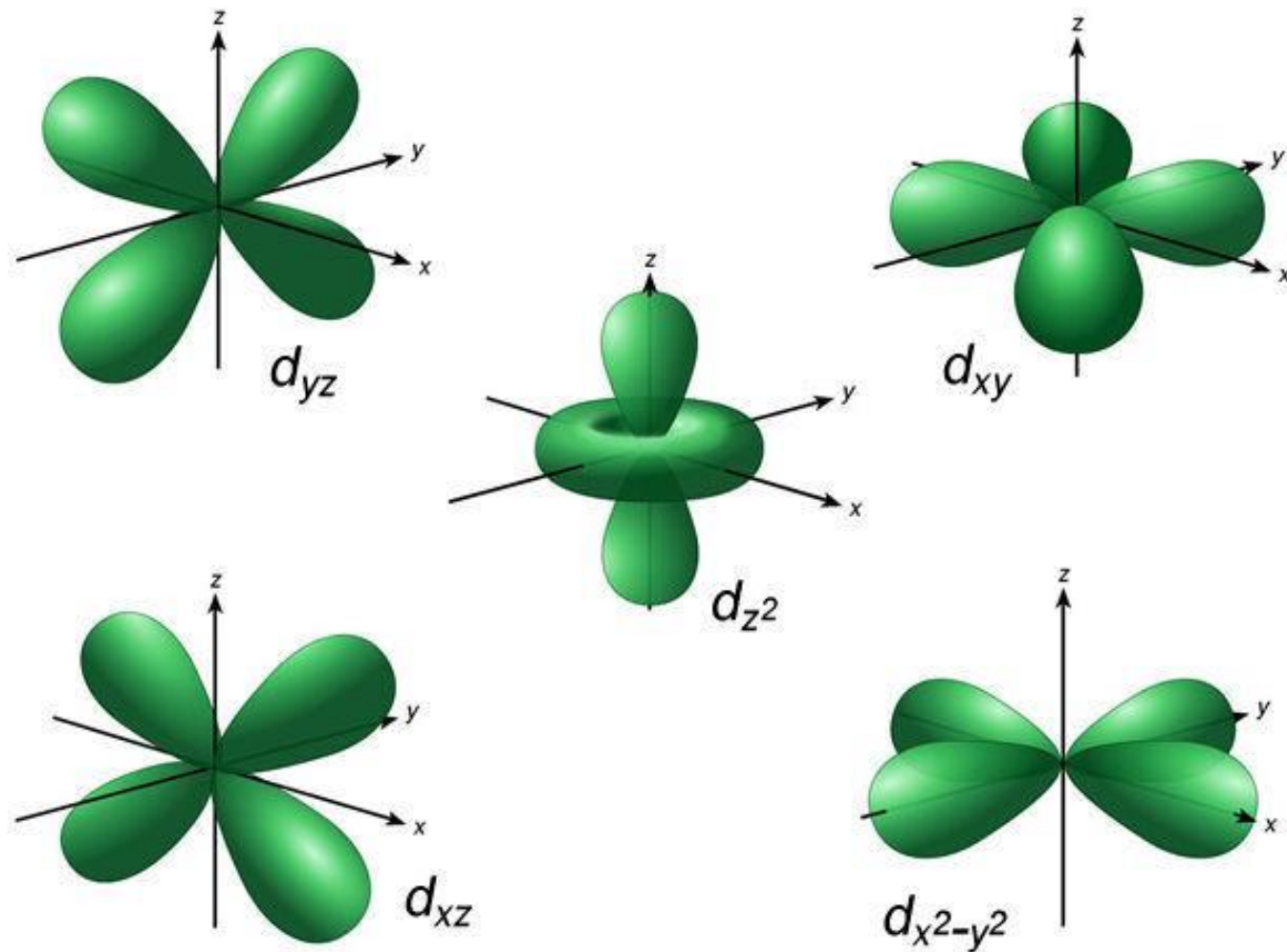
Níveis e subníveis

Formas da orbitais p



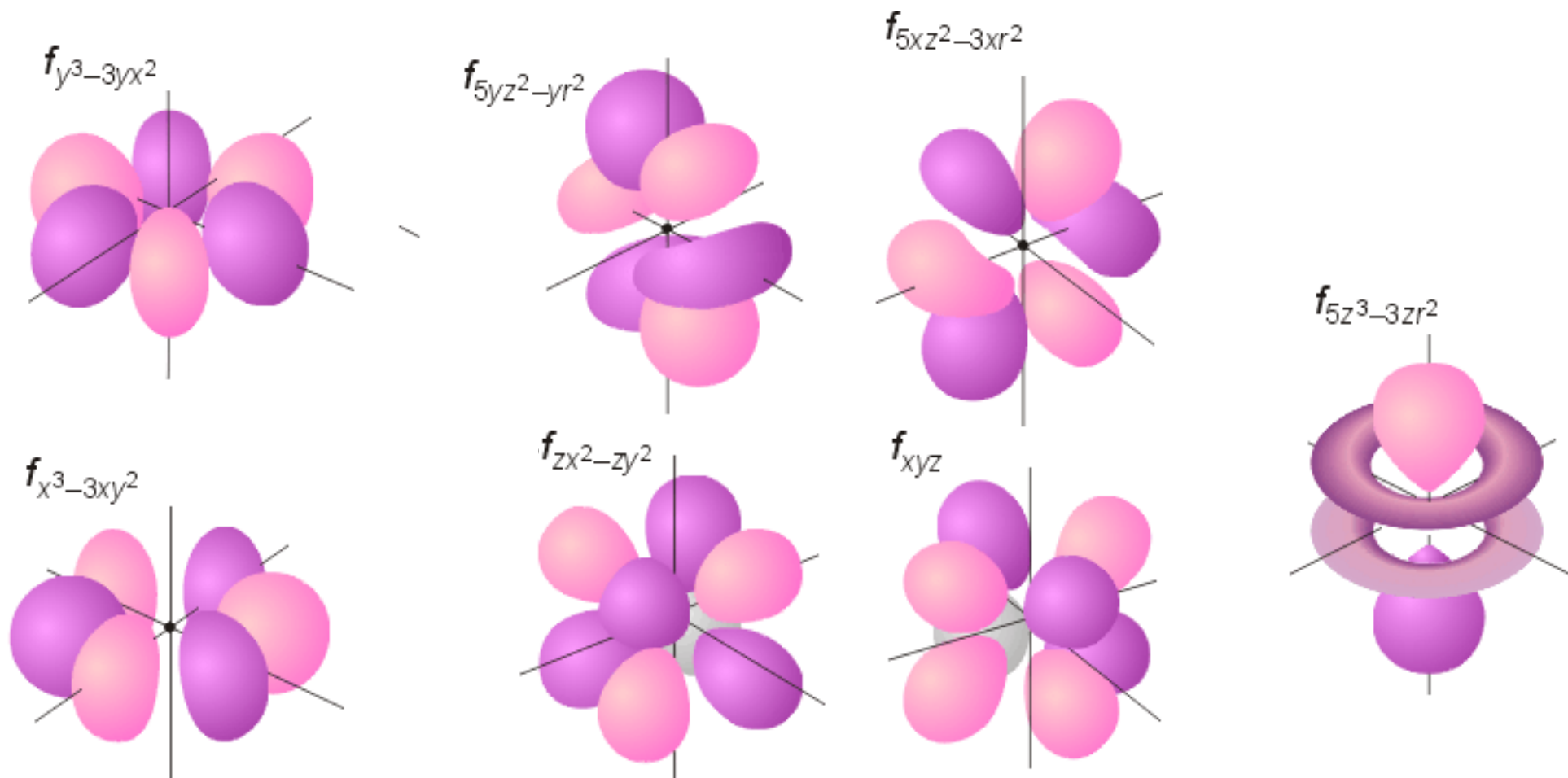
Níveis e subníveis

Formas da orbitais d



Níveis e subníveis

Formas da orbitais f



spin

Está relacionado com a **rotação do elétron** sobre si próprio e apenas pode ter dois valores:

spin α (+1/2)

spin β (-1/2)

Estes valores estão relacionados com propriedades de cada elétron em cada orbital.

Se numa orbital apenas se encontrar um elétron, este terá *spin* α ou β .

Se a orbital contiver dois elétrons um deles terá *spin* α e o outro *spin* β .

Bibliografia

- J. Paiva, A. J. Ferreira, C. Fiolhais, “Novo 10Q”, Texto Editores, Lisboa, 2015.