

Modelo quântico

Modelo atômico de Bohr

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

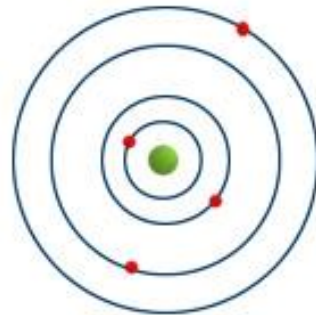
Os elétrons giram em torno do núcleo em **órbitas com energias diferentes**.

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

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)

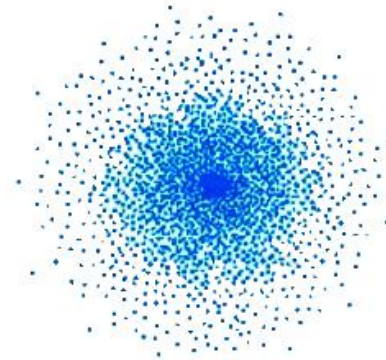
Modelo quântico

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

é substituída pelo conceito de

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

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



Modelo quântico

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

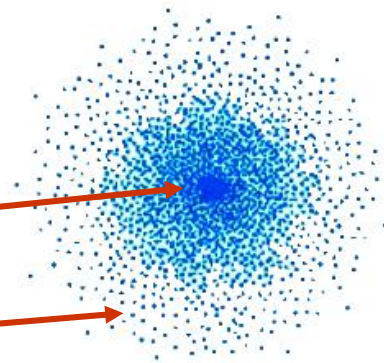
Equação de onda de Schrödinger.

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

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:

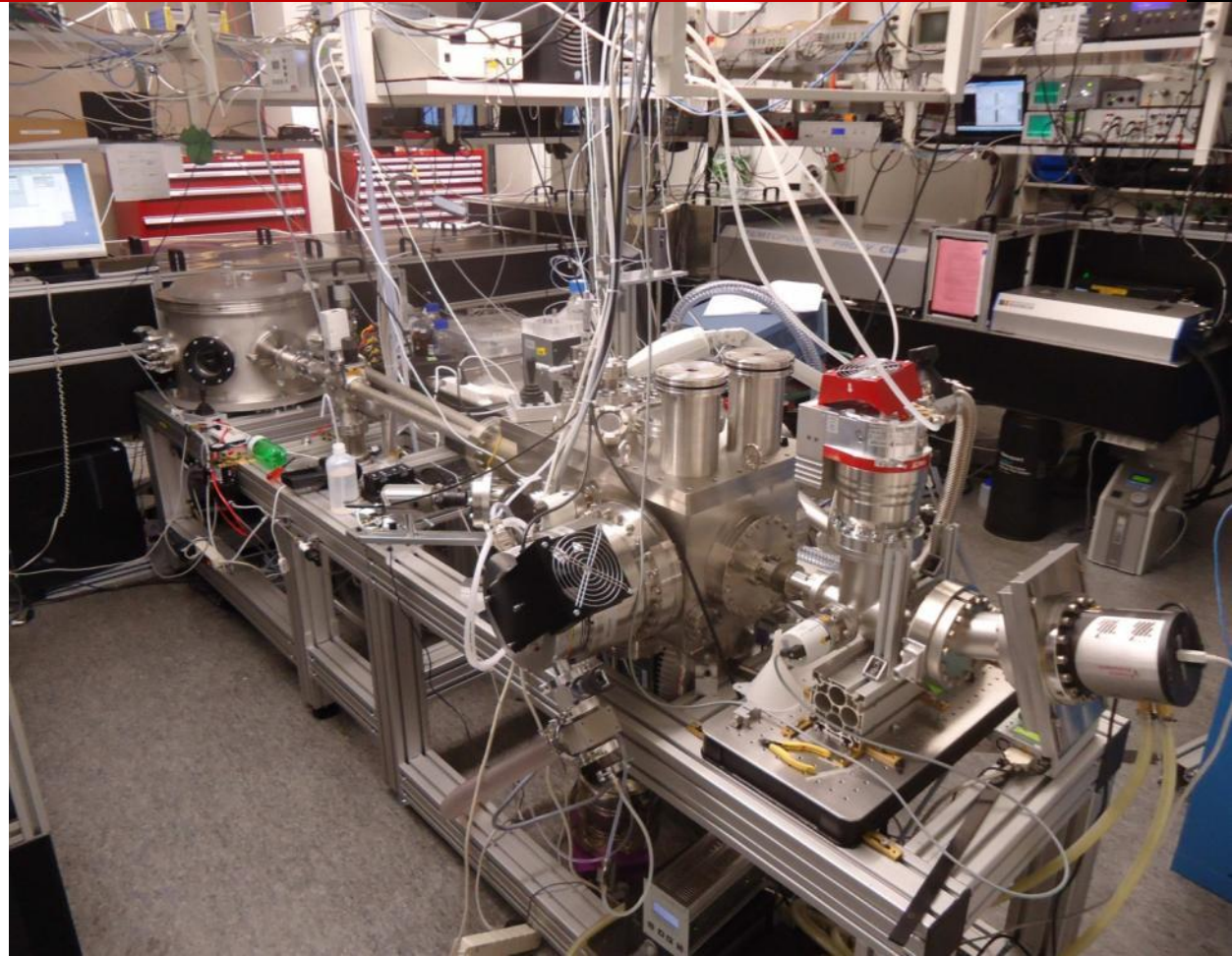
Para retirar os **eletrões mais afastados do núcleo** é necessário dar **menos energia** ao átomo!

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

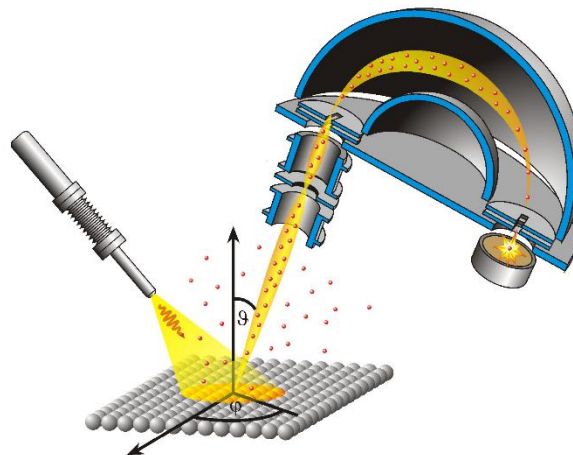
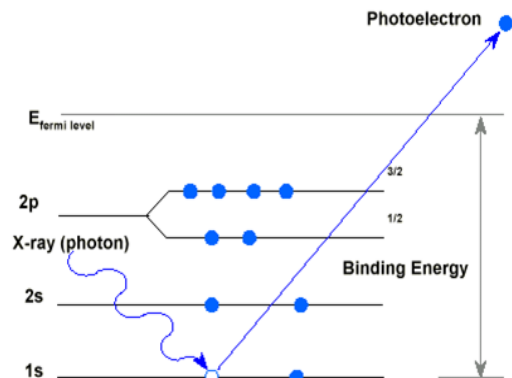
Espetrofotômetro eletrônico



Modelo quântico

Espetroscopia fotoeletrónica

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



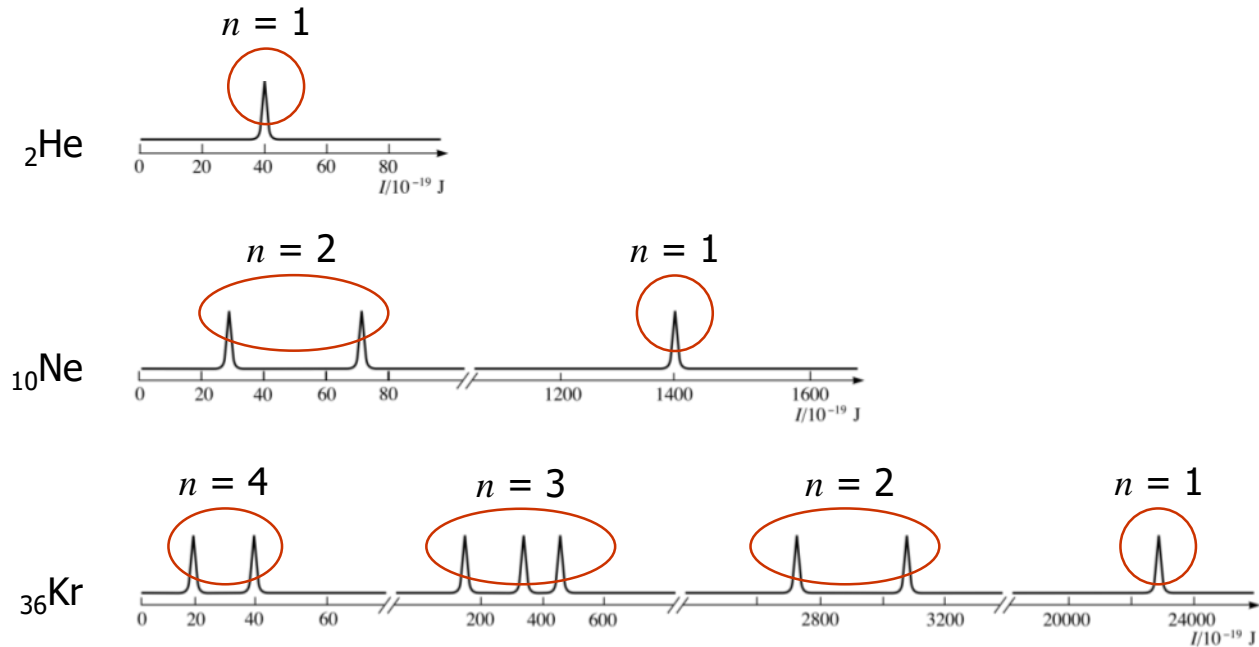
No caso de **átomos polieletrónicos** os diferentes elétrons encontram-se em **níveis energéticos diversos**.

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

Modelo quântico

Espetroscopia fotoeletrónica

Resultados experimentais



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**.

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)

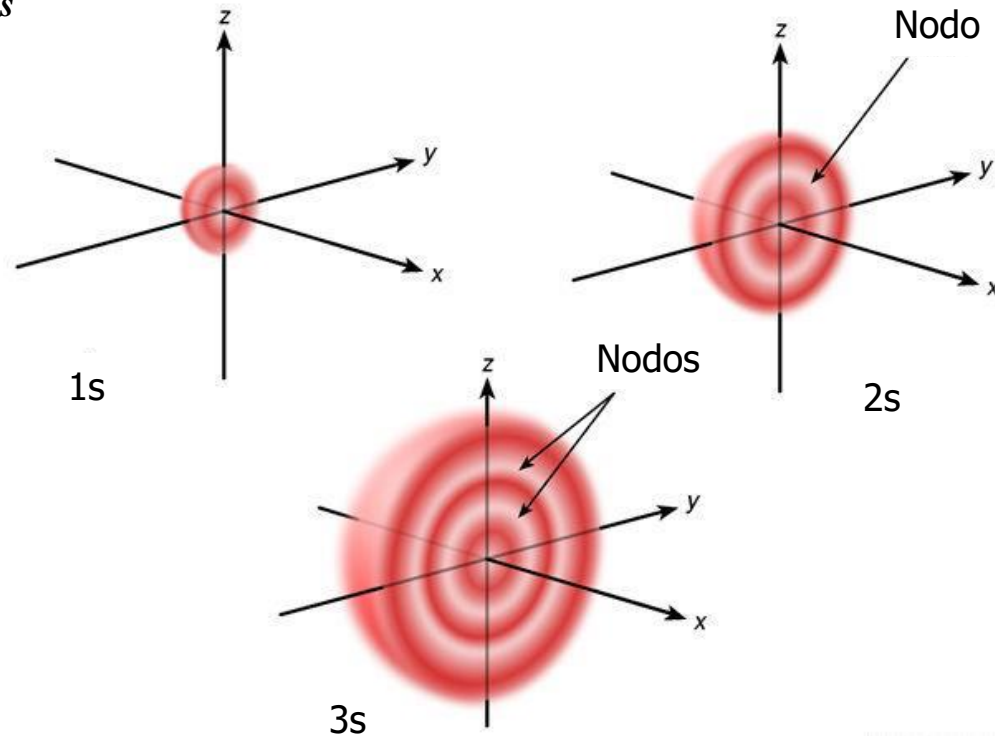
Orbitais d – máximo de 5 por cada nível (maior energia que a p)

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

Modelo quântico

Níveis e subníveis

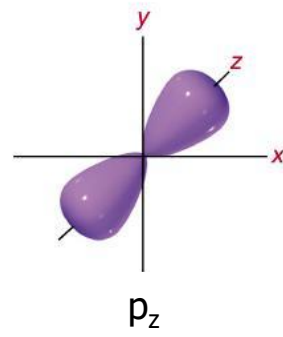
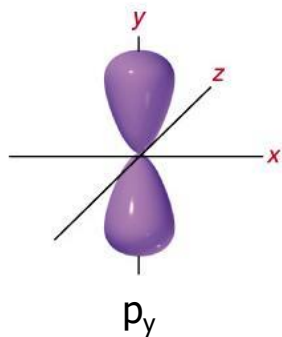
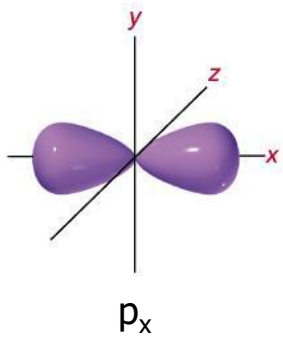
Formas das orbitais s



Modelo quântico

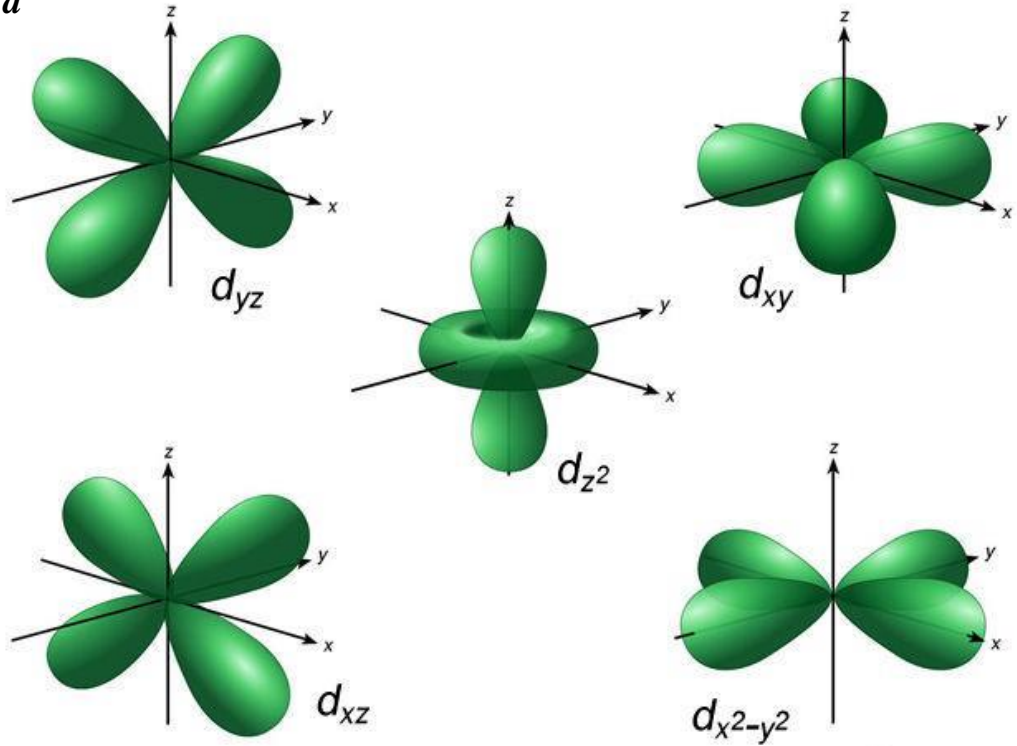
Níveis e subníveis

Formas da orbitais p



Níveis e subníveis

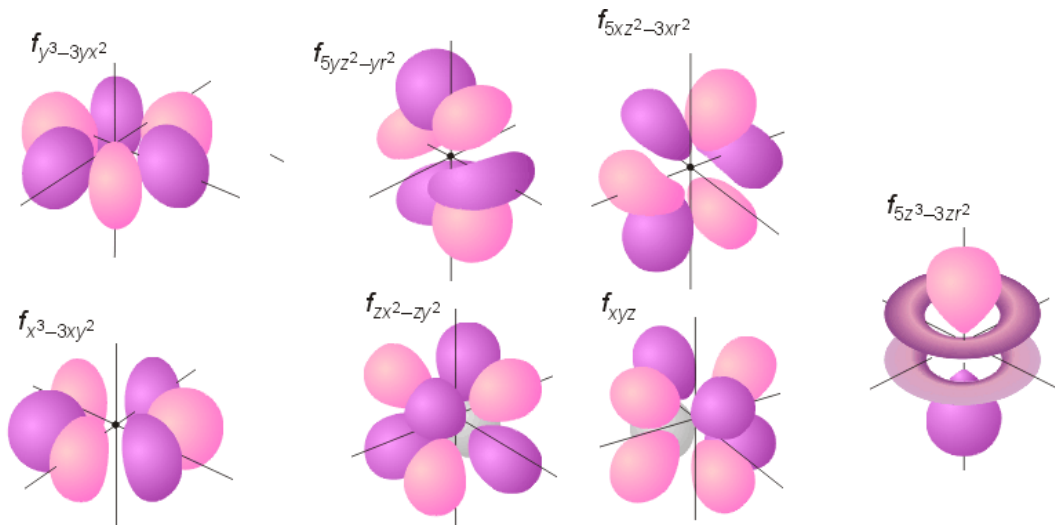
Formas da orbitais *d*



Modelo quântico

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.