



## CAPÍTULO 2 NUBE ELECTRÓNICA

### NIVELES, SUBNIVELES Y ORBITALES

El modelo atómico de Bhor fue superado al demostrarse que los electrones no describen una órbita circular alrededor del núcleo. Gracias a los estudios de Heisemberg, pudo demostrarse la imposibilidad de localizar al e<sup>-</sup>. Se plantea entonces un modelo probabilístico, que introduce el concepto del ORBITAL,

El modelo probabiliístico de Shodringer introdujo variables que indicant este comportamiento mediante una ecuación que describe el comportamiento del electrón en un átomo, y en la que supone que tiene propiedades ondulatorias y que puede ser descrito por la ecuación de una onda *estacionaria*, pues está confinado en una región del espacio en torno al núcleo.

De acuerdo con el principio de indeterminación de Heisenberg, es imposible saber con exactitud dónde se encuentra un electrón dentro del átomo; solamente podemos hablar de la probabilidad de encontrarlo en una determinada zona del espacio: llamamos **orbital atómico** a la región del espacio donde es muy alta la probabilidad de encontrar un electrón (90-99 % de probabilidad). De esta manera, el concepto de órbita es abandonado, pues es imposible conocer con exactitud la posición del electrón, sino de probabilidad de localización; ello muestra que el modelo atómico de Bohr es insuficiente para explicar la estructura interna de los átomos.

### Configuraciones Electrónicas

Como se planteó en el capítulo anterior, los científicos en su afán de explicar el comportamiento de la materia, han postulado diversas teorías y modelos atómicos. En la mecánica cuántica, la distribución electrónica de un átomo multieletrónico se explica mediante una combinación de **cuatro números cuánticos**, que indican el nivel, el subnivel, la forma orbital y el giro del electrón.

#### Número cuántico principal, *n*:

Corresponde a los diferentes **niveles de energía** permitidos o niveles cuánticos, introducidos por Bohr. Los valores que toma *n*, en orden creciente de energía, son 1, 2, 3, 4,..etc. En algunos casos también se denotan como capas **K, L, M, N, etc.**

Valor de <i>n</i>	1	2	3	4	...
Nivel o capa	K	L	M	N	...

#### Número cuántico secundario ó azimutal, *l*.

Designa el **número de subniveles ó subcapas** en que se divide un nivel e indica la forma de los orbitales en cada uno de ellos. El número de subniveles en un nivel es igual al número del nivel, así para *n* = 1, un subnivel, para *n* = 2, dos subniveles, para *n* = 3, tres subniveles, etc. Los valores que toma "l" dependen del valor de *n*. Estos valores vienen dados por la serie:

$$l = 0, 1, 2, 3, \dots (n-1)$$

Los valores de *l* en general, se designan por las letras: **s, p, d, f, g,...**

Valor de <i>l</i>	0	1	2	3	4	5	...
Tipo de subnivel ú orbital	s	p	d	f	g	h	...

Por ejemplo, para *n* = 3, hay 3 subniveles: 3s, 3p, y 3d; para *n* = 4, hay 4 subniveles: 4s, 4p, 4d y 4f.

**Número cuántico magnético, *m<sub>l</sub>*:** Describe la orientación del orbital en el espacio. El número cuántico *m<sub>l</sub>* toma valores desde -*l*, pasando por 0 hasta +*l*.

**CURSO PARA ASPIRANTES A OPERADOR DE REFINERÍA DE PETRÓLEO**

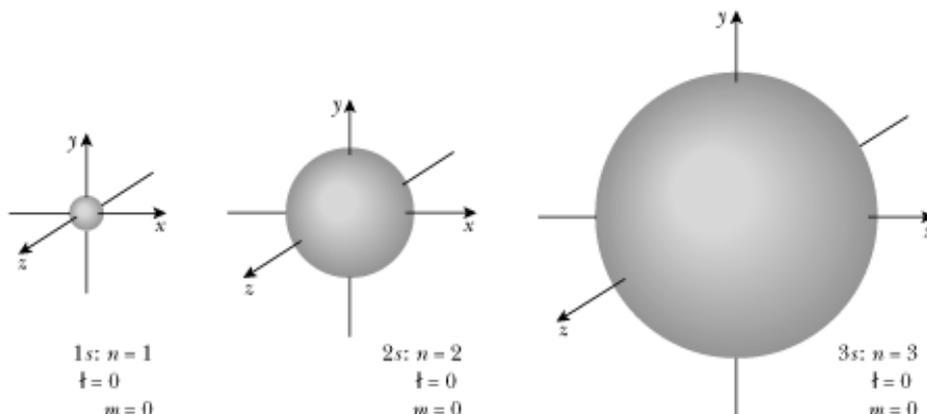
El **número de orbitales en un subnivel** viene dado por la fórmula  $2l + 1$  y en cada orbital solo puede haber un máximo de 2 electrones, de modo que el número de electrones en cada uno de los niveles o capas corresponde a  $2(2l + 1)$  como se muestra a

Continuación, para el nivel  $n = 4$ .

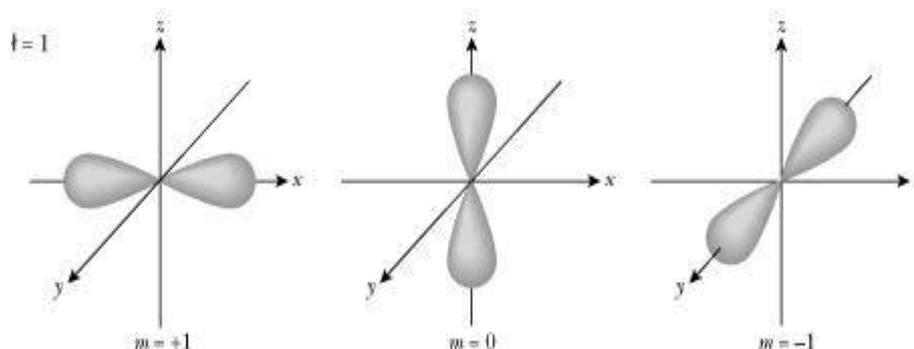
Subniveles	Nº orbitales	Nº de electrones
4s	1	2
4p	3	6
4d	5	10
4g	7	14

Los **orbitales atómicos** son espacios tridimensionales donde existe la mayor probabilidad de encontrar los electrones del átomo. Cada orbital tiene una forma definida, a continuación se presenta la forma de los orbitales s y p.

Los **orbitales s** ( $l=0$ ) tienen **forma esférica**. La extensión de este orbital depende del valor del número cuántico principal, así un orbital 3s tiene la misma forma pero es mayor que un orbital 2s.



Los **orbitales p** ( $l=1$ ) están **formados por dos lóbulos idénticos** que se proyectan a lo largo de cada uno de los ejes del plano. La zona de unión de ambos lóbulos coincide con el núcleo atómico. Hay tres orbitales p ( $m_l = -1$ ,  $m_l = 0$  y  $m_l = +1$ ) de idéntica forma, que difieren sólo en su orientación a lo largo de los ejes x, y o z.



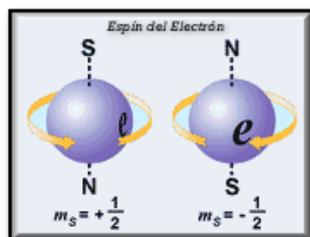
---

**CURSO PARA ASPIRANTES A OPERADOR DE REFINERÍA DE PETRÓLEO**

---

Los orbitales d y f son más complejos.

**Número cuántico de espín,  $m_s$  :** Determina el **giro del electrón sobre su propio eje**.  $m_s$  tiene dos valores permitidos:  $+\frac{1}{2}$  (en el sentido de las agujas del reloj) ó  $-\frac{1}{2}$  (en el sentido contrario a las agujas del reloj). Para un electrón desapareado ambos valores son permitidos, pero cuando están apareados (2 electrones en un orbital), estarán girando en direcciones opuestas (uno con  $+\frac{1}{2}$  y el otro con  $-\frac{1}{2}$ ).



Variación de las Propiedades periódicas:

Algunas propiedades de los elementos varían regularmente en función de su configuración electrónica, esto es, de su posición en la tabla periódica. Por eso se denominan propiedades atómicas periódicas. Se presentan a continuación las más importantes para la química.

- Radio atómico:

Es una medida del tamaño del átomo. Se define como la mitad de la distancia existente entre los centros de dos átomos que están en contacto en un compuesto. Aumenta en los periodos de arriba hacia abajo y disminuye con los grupos de derecha a izquierda.

- Radio iónico:

El radio iónico es el radio que tiene un átomo cuando ha perdido o ganado electrones, adquiriendo la estructura electrónica del gas noble más cercano.

Podemos considerar dos casos:

1. Que el elemento gane electrones.

El electrón o electrones ganados se colocan en los orbitales vacíos, transformando el átomo en un anión ó ión negativo. La ganancia de electrones por un átomo no metálico aislado es acompañada por un aumento de tamaño.

Por ejemplo los halógenos, situados en el grupo VIIA (17), presentan una configuración electrónica en su último nivel, igual a  $ns^2np^5$ , por tanto pueden acercar un electrón a su último nivel para adquirir la configuración electrónica de un gas noble,  $ns^2np^6$  con lo que el elemento gana estabilidad y se transforma en un anión (ión con carga negativa).

Al comparar el valor del radio atómico de cualquier elemento con el de su anión, éste es siempre mayor, debido a que la carga nuclear es constante en ambos casos, mientras que el número de electrones del



---

**CURSO PARA ASPIRANTES A OPERADOR DE REFINERIA DE PETRÓLEO**

---

ión es mayor. Esto produce un aumento de la repulsión electrónica y una disminución de la atracción por el núcleo y por tanto se produce un aumento de tamaño.

2. Que el elemento pierda electrones.

Generalmente se pierden los electrones de valencia y el elemento se transforma en un catión. La pérdida de electrones por un átomo metálico aislado implica una disminución de su tamaño.

Por ejemplo, los metales alcalinotérreos (grupo IIA) presentan una configuración electrónica en su último nivel igual a  $ns^2$ . Cuando pierden estos dos electrones externos adquieren la configuración electrónica del gas noble que les precede en la tabla periódica, aumentando su estabilidad y transformándose en un catión con dos cargas positivas ( $Mg^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Ba^{+2}$ , etc.).

El valor del radio atómico del elemento es siempre mayor que el del correspondiente catión, ya que éste ha perdido todos los electrones de su capa de valencia y su radio efectivo es ahora el del orbital  $n-1$ , que es menor.

Podemos generalizar diciendo que los iones cargados negativamente (aniones) son siempre mayores que sus correspondientes átomos neutros, aumentando su tamaño con la carga negativa; los iones positivos (cationes), sin embargo, son siempre menores que los átomos de los que derivan, disminuyendo su tamaño al aumentar al carga positive

Entre los iones con igual número de electrones (isoelectrónicos) tiene mayor radio el de menor número atómico, pues la fuerza atractiva del núcleo, hacia los electrones externos es menor, al ser menor su carga.

