



# NUMEROS CUANTICOS

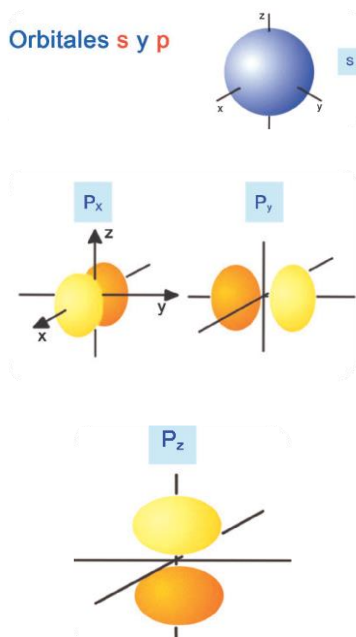
## ORBITAL ATÓMICO

No es posible saber la posición y la velocidad exactas de un electrón en un momento determinado, sin embargo, es posible describir dónde se encuentra. La zona que puede ocupar un electrón dentro de un átomo se llama orbital atómico.

Existen varios orbitales distintos en cada átomo, cada uno de los cuales tiene un tamaño, forma y nivel de energía específico. Pueden contener hasta dos electrones que, a su vez, tienen **números cuánticos** o de espines cuánticos o de espines opuestos.

### ORBITALES

Orbitales s y p



Los orbitales atómicos muestran un tamaño, orientación y características.

### Premio Nobel en Física 2004

#### Un descubrimiento «colorista» en el mundo de los quarks

¿Cuáles son los bloques de construcción más pequeños de la naturaleza? ¿Cómo construyen estas partículas todo aquello que vemos a nuestro alrededor? ¿Qué fuerzas actúan en la naturaleza y cómo funcionan éstas en realidad?

El Premio Nobel en Física del año 2004 tiene que ver con estas cuestiones fundamentales, problemas que han mantenido ocupados a los físicos a lo largo del siglo XX y que aún suponen un desafío tanto para los teóricos como para los experimentalistas que trabajan en los grandes aceleradores de partículas. **David Gross, David Politzer y Frank Wilczek** han realizado un importante descubrimiento teórico relativo a la fuerza fuerte, o la «fuerza de color», como también ha sido llamada. La fuerza fuerte es la que domina en los núcleos atómicos, actuando entre los quarks en el interior del protón y del neutrón. Lo que descubrieron los laureados de ese año era algo que, a primera vista, parecía completamente contradictorio. La interpretación de sus resultados matemáticos implicaba que cuanto más cerca estuvieran los quarks entre sí, más débil era la 'carga de color'. Cuando los quarks están realmente próximos los unos a los otros, la fuerza es tan débil que comienzan a comportarse casi como partículas libres. Este fenómeno es conocido como «libertad asintótica». Su recíproco se cumple cuando los quarks se alejan: la fuerza se hace más fuerte a medida que la distancia se incrementa. Podemos comparar esta propiedad con una goma elástica. Cuanto más la estiramos, más fuerte se vuelve la fuerza.

Este descubrimiento fue expresado en 1973 mediante un elegante marco de trabajo matemático que condujo a una teoría completamente nueva.

## NÚMERO CUÁNTICO PRINCIPAL (n) : NIVEL

Este número determina el nivel electrónico, asume cualquier valor entero positivo no incluyendo el cero. El número cuántico principal también nos permite conocer la energía del átomo de hidrógeno o de cualquier otro átomo de un solo electrón (ión).

|                             |   |   |    |    |    |    |            |
|-----------------------------|---|---|----|----|----|----|------------|
| Designación cuántica        | 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7 ... etc. |
| Designación espectroscópica | K | L | M  | N  | O  | P  | Q ... etc. |
| # máximo de electrones      | 2 | 8 | 18 | 32 | 50 | 72 | 98 ...etc. |
|                             |   |   |    |    | ↓  | ↓  | ↓          |
|                             |   |   |    |    | 32 | 18 | 8          |

El número máximo de electrones que existe en cada nivel "n" se determina por la fórmula:

$$\# \max(e^-) = 2n^2$$

También se denomina número cuántico de momento angular azimutal, este nombre se debe a que el número determina el momento angular del electrón y la energía cinética del movimiento angular. Del mismo modo nos indica la forma de la nube electrónica donde se mueve el electrón. Los valores que adquiere este número dependen del número cuántico principal.

|                             |        |   |   |    |                     |
|-----------------------------|--------|---|---|----|---------------------|
| Designación cuántica        | desde: | 0 | 1 | 2  | 3 ....hasta (n - 1) |
| Designación espectroscópica |        | s | p | d  | f ....etc.          |
| # máximo de electrones      |        | 2 | 6 | 10 | 14 ...etc.          |

### Ejemplo:

| Nivel (n) | Subnivel (l) | Observación                        |
|-----------|--------------|------------------------------------|
| 1         | 0            | En el nivel 1 existe 1 subnivel    |
| 2         | 0 1          | En el nivel 2 existen 2 subniveles |
| 3         | 0 1 2        | En el nivel 3 existen 3 subniveles |
| 4         | 0 1 2 3      | En el nivel 4 existen 4 subniveles |

## NÚMERO CUÁNTICO MAGNÉTICO ( $m_0$ $m_1$ )

Como sabemos, el electrón posee carga eléctrica y se encuentra en movimiento, por consiguiente al desplazarse genera un campo magnético. Este número determina la orientación en el espacio de cada orbital.

Los valores numéricos que adquiere dependen del número cuántico angular " $l$ ", éstos son:

$$m = \text{desde } (-l) \text{ hasta } (+l)$$

sólo # enteros incluyendo el cero.

### Ejemplos:

$$l = 0 \quad m = 0$$

$$l = 1 \quad m = -1, 0, +1$$

$$l = 2 \quad m = -2, -1, 0, +1, +2$$

$$l = 3 \quad m = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$$

De acuerdo a los ejemplos, el número de valores que toma "m" se obtiene de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\# \text{ valores de } m = 2l + 1$$

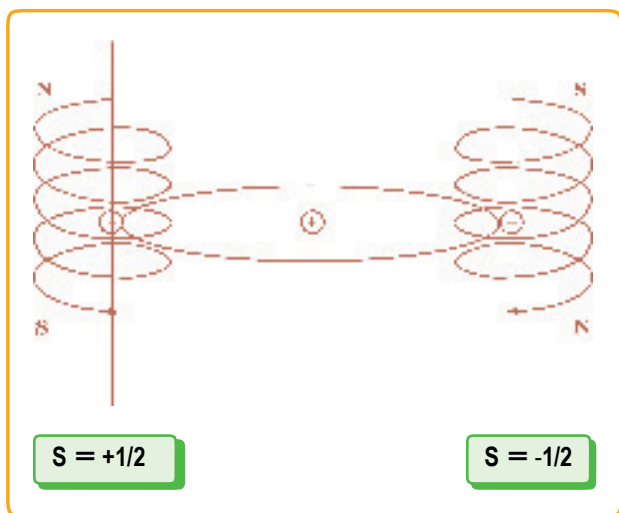
**Ejemplos:**

- $l = 0 \Rightarrow m = 2(0) + 1 = 1$ , toma 1 valor
- $l = 2 \Rightarrow m = 2(2) + 1 = 5$ , toma 5 valores
- $l = 3 \Rightarrow m = 2(3) + 1 = 7$ , toma 7 valores

**NÚMERO CUÁNTICO SPIN (s)**

A parte del efecto magnético producido por el movimiento angular del electrón, éste tiene una propiedad magnética intrínseca. Es decir, el electrón al girar alrededor de su propio eje se comporta como si fuera un imán, vale decir, tiene Spin.

Los únicos valores probables que puede tomar este número son +1/2 y -1/2, teniendo en cuenta que el signo (+) y (-) es para diferenciar el sentido de giro de dos electrones de un orbital.



Para indicar la orientación de los electrones en cada orbital se utiliza la siguiente notación:

- $\uparrow\downarrow$  (VERDADERO)
- $\uparrow$  (VERDADERO)
- $\downarrow\downarrow$  (FALSO)
- $\uparrow\uparrow$  (FALSO)

**EJERCICIOS RESUELTOS**

**Ejemplo 1**

Indica el nivel para  $4d^5$ .

**Resolución**

Rpta.: 4

$4d^5$   
 nivel  $\uparrow$

**Ejemplo 2**

El número máximo de electrones para el nivel 3 es:

**Resolución**

# máx. de electrones =  $2n^2 = 2(3)^2$

**Ejemplo 3**

El número cuántico magnético para el último electrón en  $4p^3$  es:

**Resolución**

$$p = \frac{1}{-1} \quad \frac{1}{0} \quad \frac{1}{+1}$$

Rpta:  $m_l = +1$

**Ejemplo 4**

El número cuántico spin para el último electrón en  $3d^{10}$  es:

**Resolución**

$$d = \frac{\uparrow\downarrow}{-2} \quad \frac{\uparrow\downarrow}{-1} \quad \frac{\uparrow\downarrow}{0} \quad \frac{\uparrow\downarrow}{+1} \quad \frac{\uparrow\downarrow}{+2}$$

$$m_s = \frac{1}{+1/2} ; m_s = \frac{1}{-1/2}$$

En este caso el spin es  $m_s = -1/2$ .

**Ejemplo 5**

El número máximo de electrones para el subnivel "f" es:

**Resolución**

# máx. de electrones =  $2(2l + 1)$

Además:

- $l = 0 = s$
- $l = 1 = p$
- $l = 2 = d$
- $l = 3 = f$

entonces:  $2(2(3) + 1) = 14$

## ACTIVIDADES

1 ¿Cuántos electrones como máximo presenta el nivel 3?

*Resolución:*

3 Distribuye los electrones para  $f^{13}$ .

*Resolución:*

*Rpta:*

2 Distribuye 5 electrones en el subnivel "p".

-1    0    +1

*Resolución:*

*Rpta:*

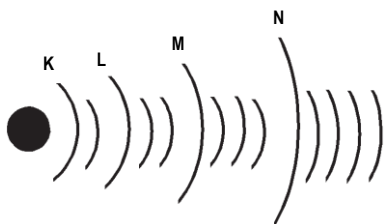
4 Después de llenar  $d^7$ , halla el número cuántico magnético del último electrón.

*Resolución:*

*Rpta:*

*Rpta:*

5 Completa el cuadro del siguiente gráfico:



Resolución:

Rpta:

6 Halla el número cuántico magnético para el último electrón en  $4p^3$ .

Resolución:

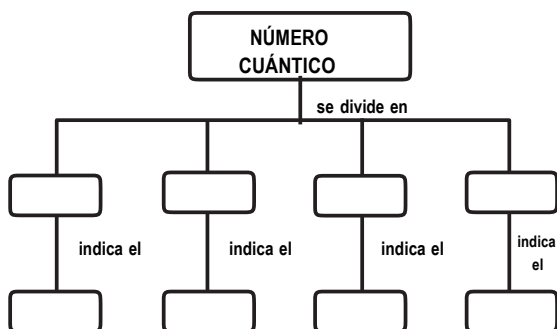
Rpta:

## ACTIVIDADES

7. Para  $l = 2$ , ¿qué valor de número cuántico magnético no puede existir?

10. En cuanto al número cuántico spin, el valor  $+1/2$  tiene un giro:

8. Rellena el cuadro siguiente:



11. ¿Qué alternativa no puede darse respecto a los números cuánticos?

9. Un átomo presenta los siguientes números cuánticos para su último electrón:  $4, 0, 0, +1/2$ . Indica a qué alternativa pertenece.

12. Halla los 4 números cuánticos para el penúltimo electrón.

## ACTIVIDADES

- ¿Cuántos electrones como máximo presenta el subnivel 2?
  - 2
  - 4
  - 6
  - 8
  - 10
- Un átomo posee 15 electrones en su tercer capa, determine los números cuánticos del penúltimo electrón de su distribución electrónica cuando dicho átomo queda ionizado bipoositivamente. **(San Marcos 2009)**
  - 3, 2, +2, -1/2
  - 4, 2, +2, +1/2
  - 4, 0, 0, +1/2
  - 3, 2, -1, +1/2
  - 5, 1, +1, -1/2
- Determine la cantidad de electrones que posee un catión trivalente, si su átomo neutro tiene 12 orbitales llenos.
  - 20
  - 21
  - 22
  - 23
  - 24
- ¿En cuántos orbitales se divide el subnivel p?
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
- ¿Cuántos electrones como máximo presenta el nivel 2?
  - 2
  - 4
  - 6
  - 8
  - 10
- La configuración del Cromo ( $Z = 24$ ) es:
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3 3p^6 4s^2 3d^4$
  - $[\text{Ar}] 4s^2 3d^4$
  - $[\text{Kr}] 4s^1 3d^5$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3 3p^6 4s^1 3d^5$
  - $[\text{Ne}] 4s^1$
- De las siguientes especies químicas: Ca ( $Z = 20$ ),  $\text{Ti}^{2+}$  ( $Z = 22$ )  $\text{V}^{3+}$  ( $Z = 23$ ), ¿cuáles son isoelectrónicas?
 
$${}_{20}\text{Ca} : [{}_{18}\text{Ar}] 4s^2$$

$${}_{22}\text{Ti}^{2+} : [{}_{18}\text{Ar}] 3d^2$$

$${}_{23}\text{V}^{3+} : [{}_{18}\text{Ar}] 3d^2$$
  - $\text{Ti}^{2+}$  y  ${}_{20}\text{Ca}$
  - ${}_{20}\text{Ca}$  y  $\text{V}^{3+}$
  - $\text{Ti}^{2+}$  y  $\text{V}^{3+}$
  - $\text{Ti}^{2+}, \text{V}^{3+}$  y  ${}_{20}\text{Ca}$
  - N.A.
- Halla el máximo número de electrones para un orbital "f".
  - 22
  - 24
  - 26
  - 28
  - 30
- Halle el número atómico mínimo y máximo para un átomo con tres subniveles "s" **(UNFV - 2002)**
  - 11 y 12
  - 12 y 19
  - 11 y 18
  - 12 y 18
  - 12 y 20
- ¿Qué alternativa no puede darse en cuanto a los números cuánticos?
  - 4, 0, 0, -1/2
  - 4, 0, 0, +1/2
  - 3, 1, -1, +1/2
  - 3, 2, 0, -1/2
  - 4, 0, +1, -1/2
- ¿cuál de los siguientes orbitales no tienen significado físico?
  - 1s
  - 5f
  - 2d
  - 3p
  - 6p
- De la pregunta anterior, si los números cuánticos fueran 3, 1, 0, +1/2, indica a qué alternativa pertenece.
  - $3p^1$
  - $3p^2$
  - $3p^3$
  - $3p^4$
  - $3p^5$