

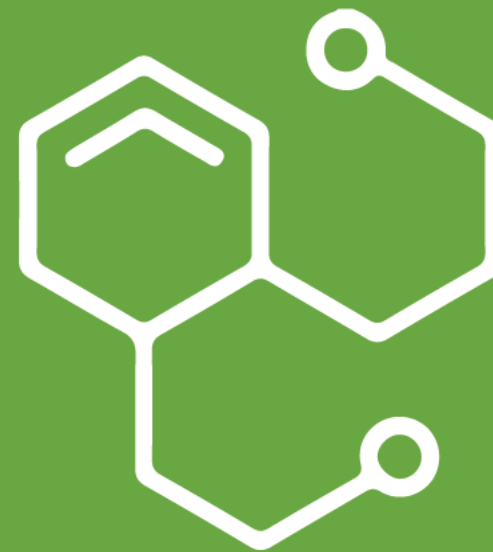


# CHEMISTRY

## NÚMEROS CUÁNTICOS (THEORY)

**5th**  
SAN MARCOS

**Chapter 2**



 **SACO OLIVEROS**



## NÚMEROS CUÁNTICOS

Son un conjunto de números que nos permiten la identificación de cada uno de los electrones que posee un átomo en su nube electrónica. Estos números son 3:

- Número Cuántico principal
- Número Cuántico secundario o azimutal
- Número cuántico magnético

Los tres primeros se deducen por la ecuación de función de onda propuesta por Erwin - Schrödinger, y se refiere a la descripción del orbital.

Diagram illustrating the Schrödinger wave function equation, with labels pointing to its components:

- Segunda derivada con respecto a x (Second derivative with respect to x) points to  $\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2}$ .
- Función de onda de Schrödinger (Schrödinger wave function) points to  $\psi$ .
- Posición (Position) points to  $x$ .
- Energía (Energy) points to  $E$ .
- Energía potencial (Potential energy) points to  $V$ .

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - V) \psi = 0$$

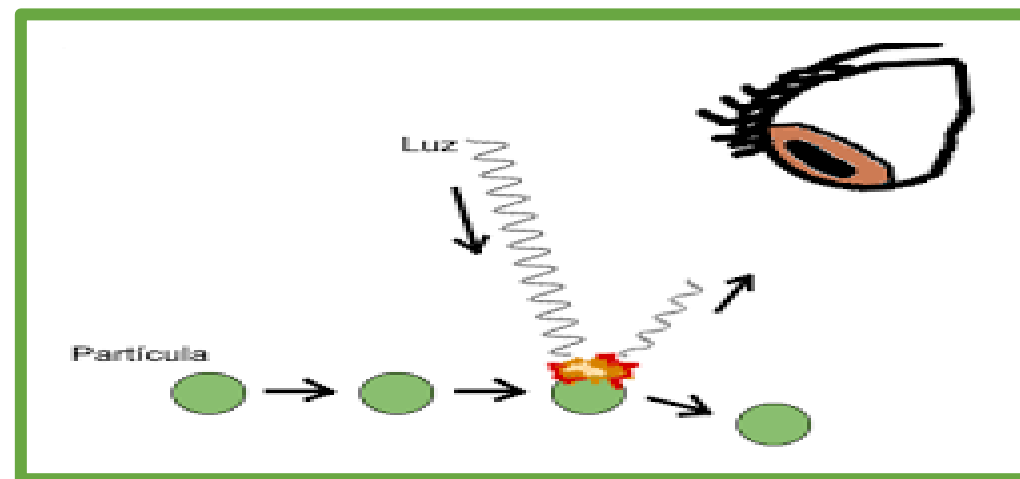
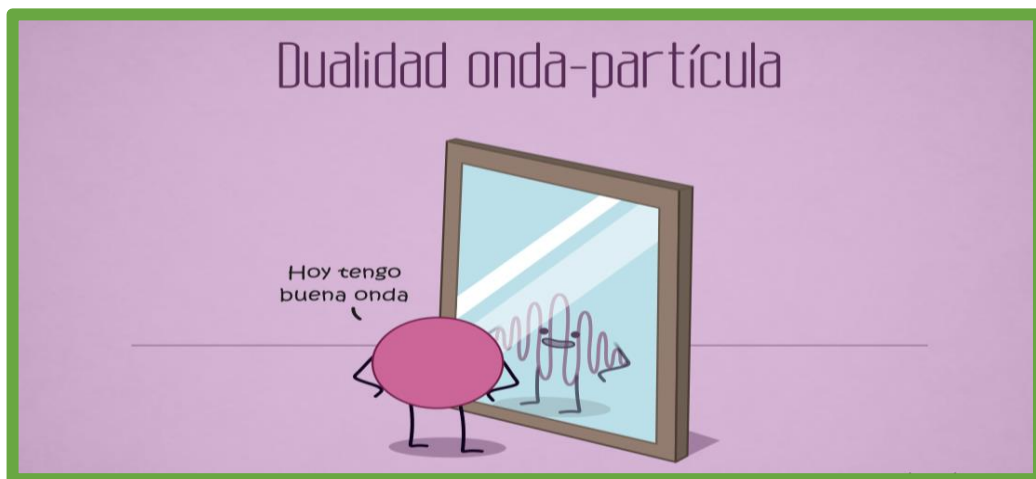


El cuarto número cuántico Nos indica el sentido de rotación del electrón y es independiente de los otros tres

Número Cuántico	Valores Permitidos	Determina para el electrón	Define para el orbital
Principal (n)	$n = 1 ; 2 ; 3 ; \dots \infty$	Su nivel principal de energía	Su tamaño o volumen
Secundario o azimutal (l)	$l = 0 ; 1 ; 2 ; \dots (n-1)$	El subnivel de energía donde se encuentra, y que está contenido en un determinado nivel de energía	La forma espacial
Magnético (ml)	$ml = +l ; \dots 0 ; \dots -l$	El orbital al cual pertenece y que es parte de un subnivel de energía	La orientación especial que adopta bajo la influencia de un campo magnético externo intenso
Spin Magnético (ms)	$ms = +1/2 ; -1/2$	Su sentido de rotación alrededor de su eje imaginario	Propiedades maneticas

## Principios:

1. **Principle Dual de la materia (Lois de Broglie, 1924):** Toda partícula en movimiento al igual que la energía lleva asociada a una onda en su desplazamiento.
2. **Principio de incertidumbre (Werner Heisenberg, 1927):** No se puede conocer simultáneamente y con exactitud la posición y la cantidad de movimiento de un electrón.





# Descripción de la nube electrónica

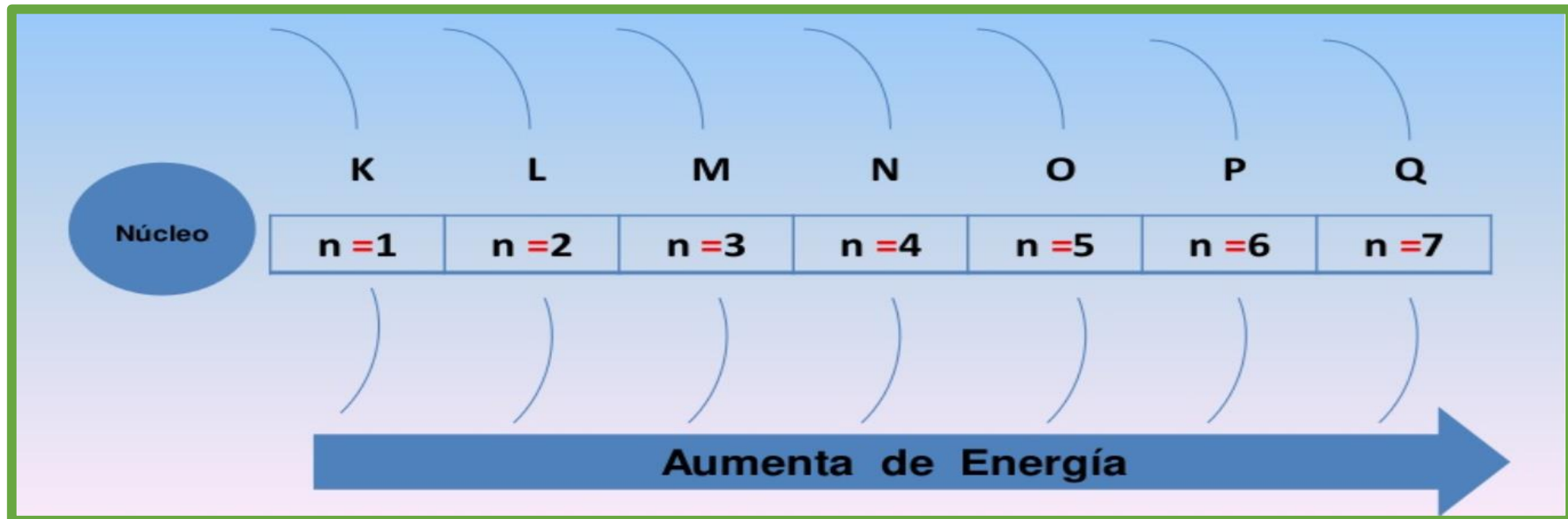
## 1. N.C.Principal o Nivel de energía (n):

Son regiones que rodean al núcleo del átomo

Regla práctica:

Número máximo de electrones

$$\#e_{max}^{-} = 2n^2$$





## 2. N.C.Secundario o SubNivel de energía ( $\ell$ ):

Son regiones espaciales conformadas por un conjunto de orbitales

del mismo tipo.

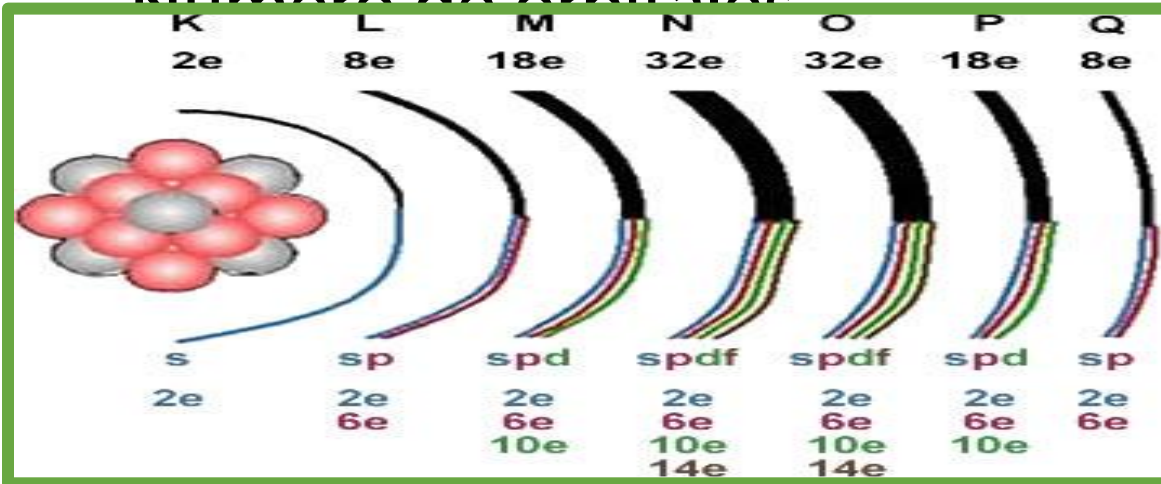
Regla práctica:

- Número máximo de electrones

$$\#e_{max}^{-} = 2(2\ell + 1)$$

$$\#orbitales = 2\ell + 1$$

Número de orbitales



Valores en letras	s	p	d	f	...
Valores numéricos	0	1	2	3	...
# de electrones	2	6	10	14	...

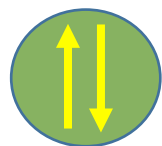


<b>n</b>	Orbital $\ell$	Valor $\ell$ ( <b>n</b> -1)	Nº de electrones Por orbital. $2 ( 2 \ell + 1 )$	Nº de electrones Por nivel de energía $2\mathbf{n}^2$
1	s	0	2	2
2	s	0	2	8
	p	1	6	
3	s	0	2	18
	p	1	6	
	d	2	10	
4	s	0	2	32
	p	1	6	
	d	2	10	
	f	3	14	



### 3. N.C.Magnético: Orbital o Reempe ( $m_\ell$ ):

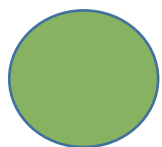
Son regiones espaciales energéticas que conforman la nube electrónica, donde existe la mayor probabilidad de encontrar como máximo dos electrones con sentido de giro contrarios



*Orbital lleno*

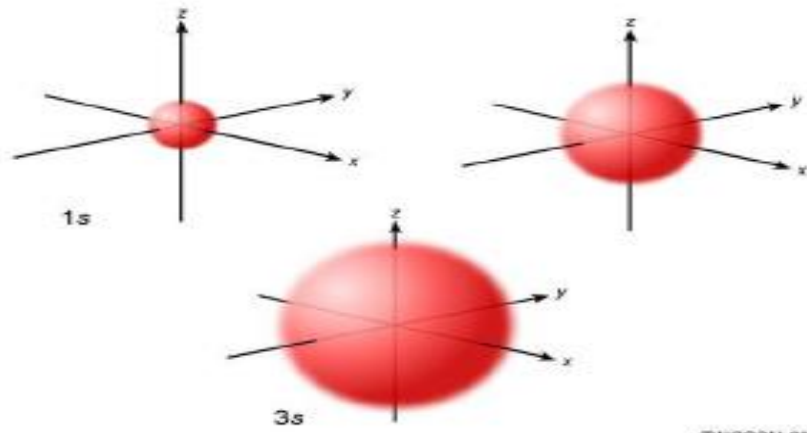


*Orbital semilleno*

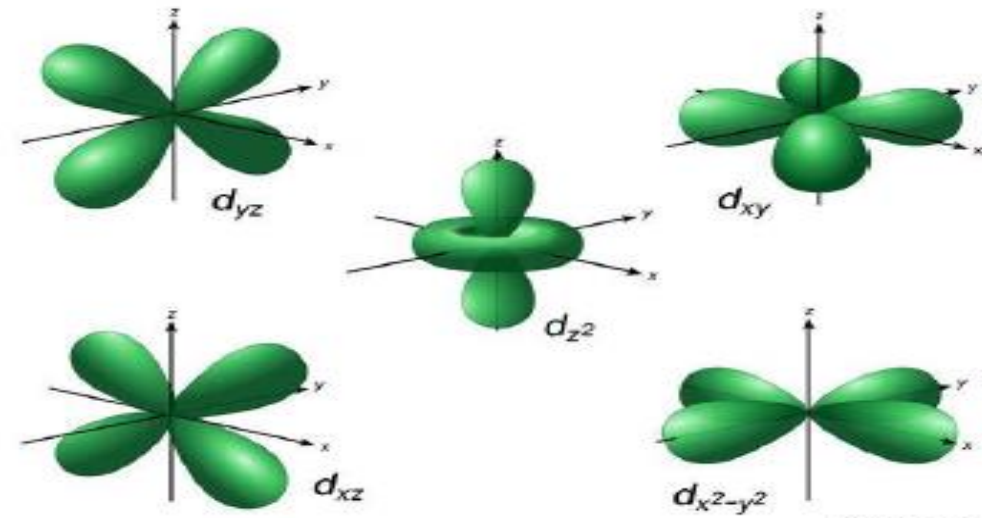


*Orbital vacante*

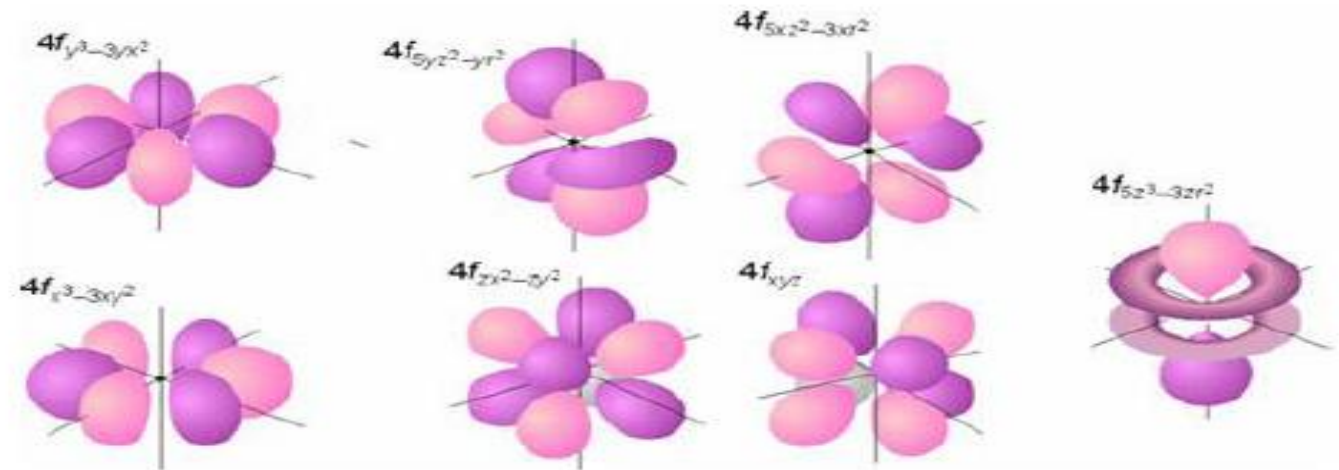
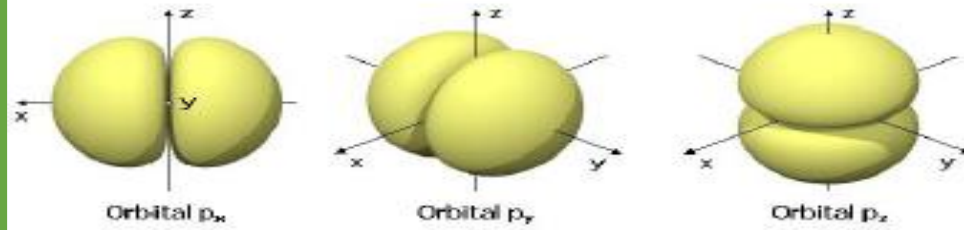
Orbital s	<div><div></div><div>0</div></div>
Orbital p	<div><div><div></div><div></div><div></div></div><div>-1 0 +1</div></div>
Orbital d	<div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div>-2 -1 0 +1 +2</div></div></div>
Orbital f	<div><div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div>-3 -2 -1 0 +1 +2 -3</div></div></div></div></div>



©NCSSM 2003

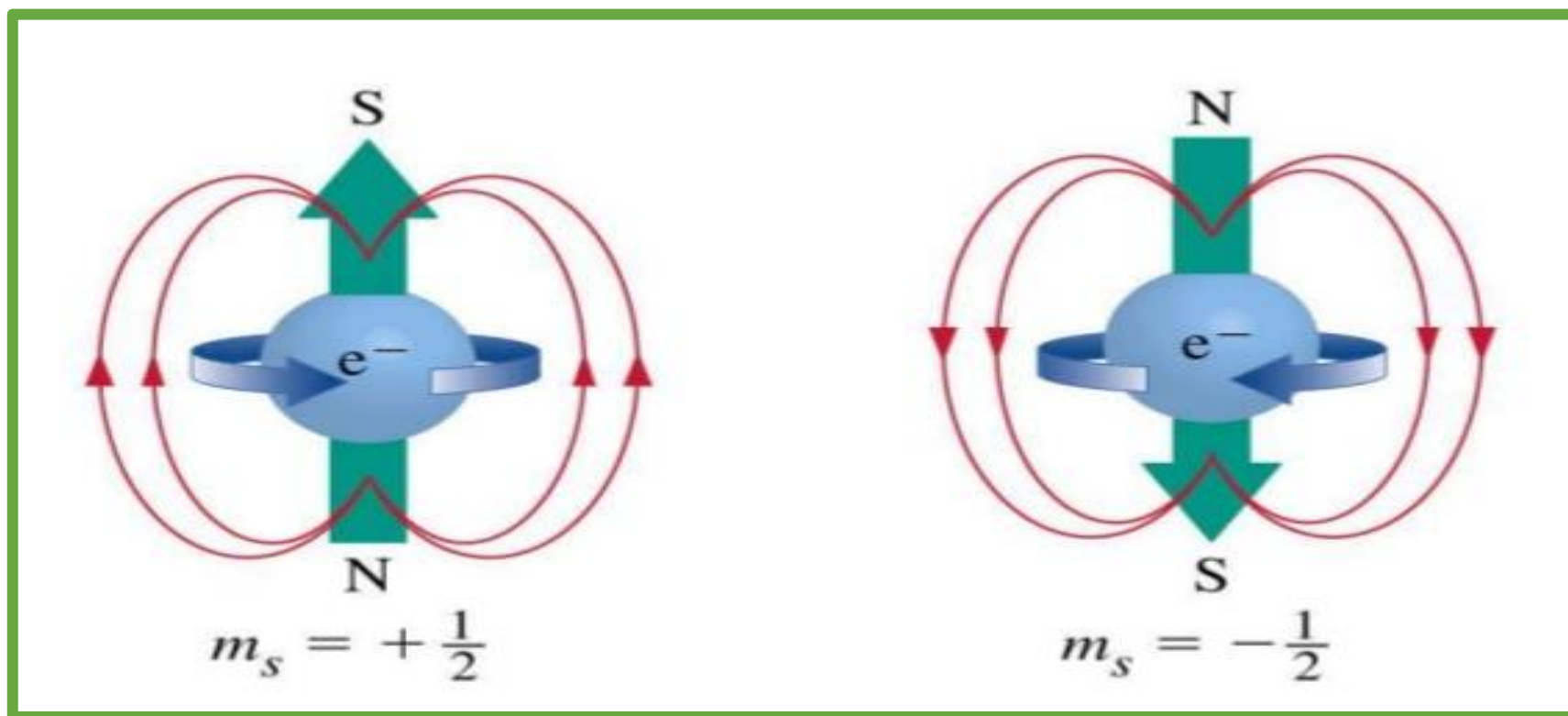


©NCSSM 2003



#### 4. N.C.Spín (ms):

Existe un cuarto de numero cuántico conocido como el espín (ms) que indica el giro de electrón y la orientación del campo magnético que este produce . Puede tomar dos posibles valores  $+1/2$  y  $-1/2$





## Principio de Exclusión de Pauli

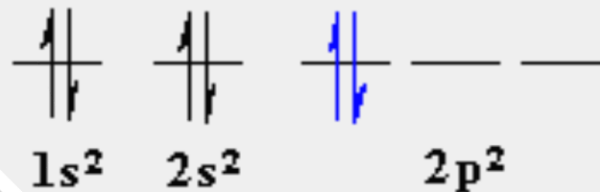


“No puede haber dos electrones con los mismos números cuánticos”.

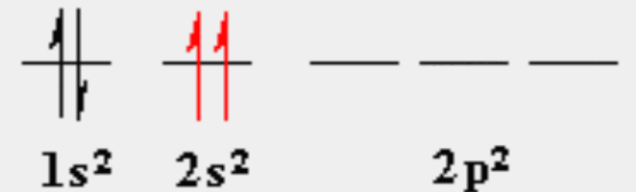


Por tanto, en un orbital sólo caben dos electrones que compartirían tres números cuánticos y se diferenciarían en el número cuántico de spin (s)

correct

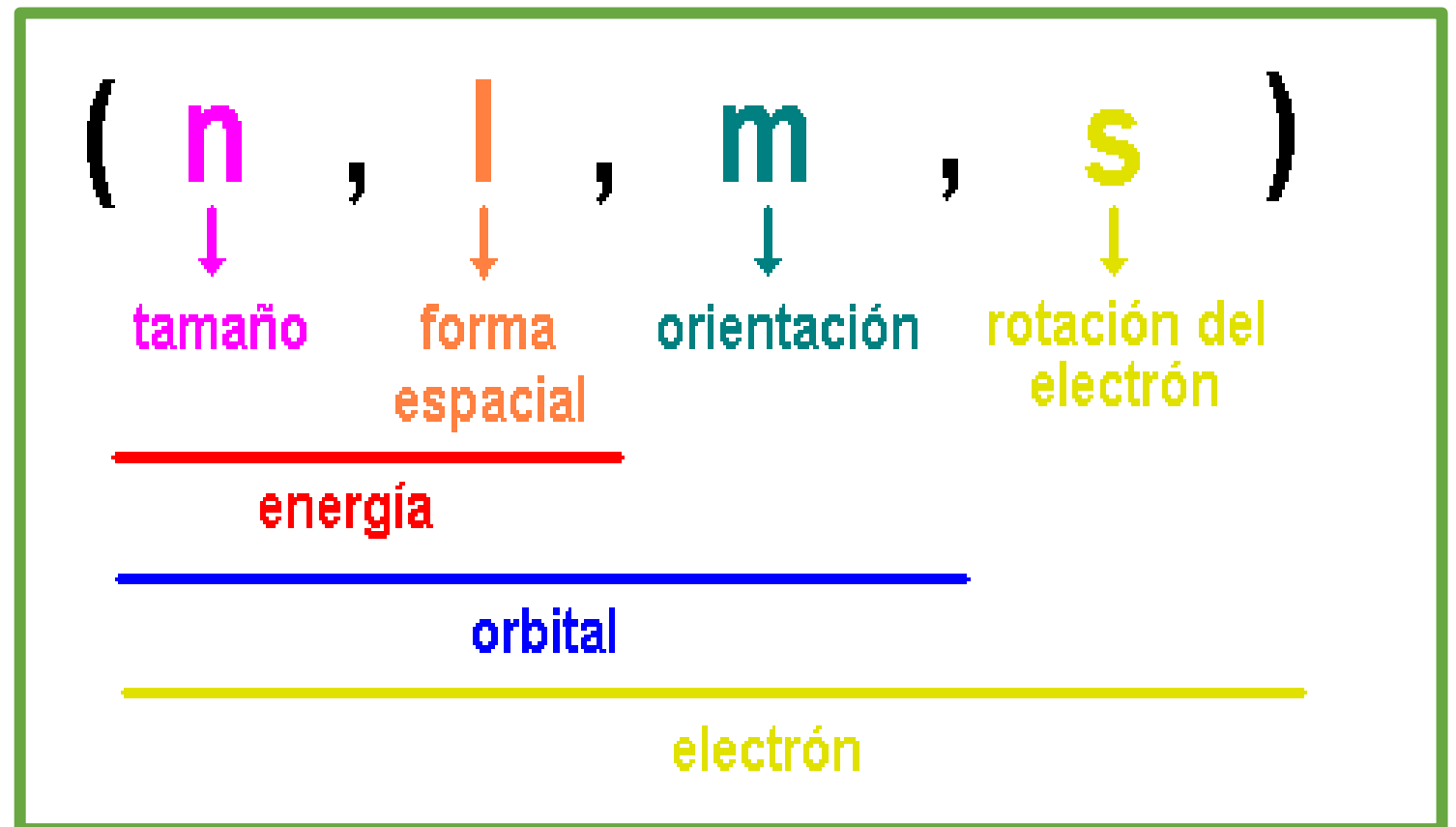
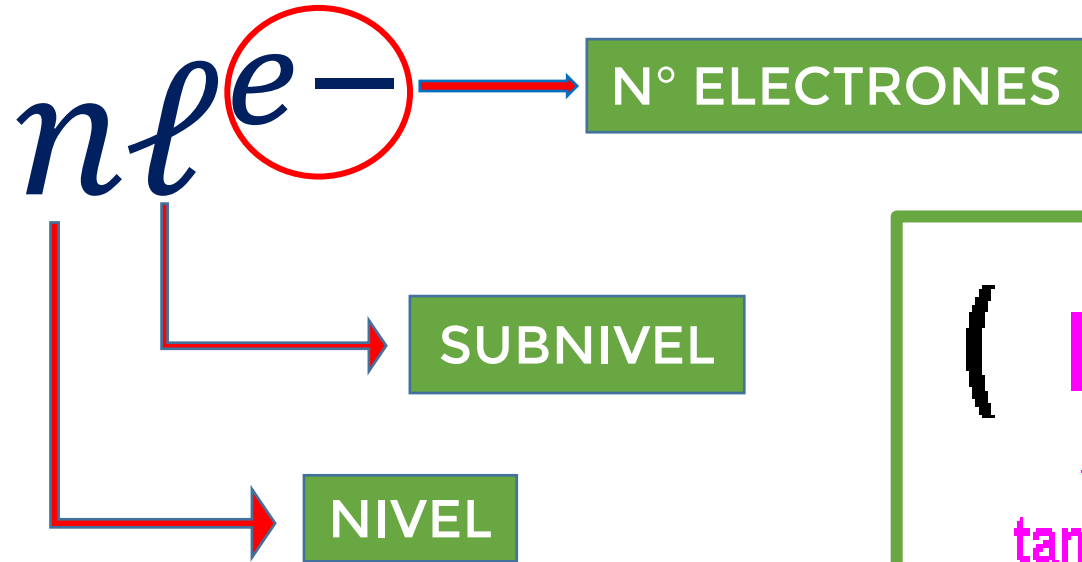


incorrect





## NOTACIÓN:



## Relaciones entre los números cuánticos

• Los números cuánticos son dependientes unos de otros.

Nivel

Subnivel

Orbitales

$n = 3$

$l = 2$  d

+2 +1 0 -1 -2

3d

$l = 1$  p

+1 0 -1

3p

$l = 0$  s

0

3s

$n = 2$

$l = 1$  p

+1 0 -1

2p

$l = 0$  s

0

2s

$n = 1$

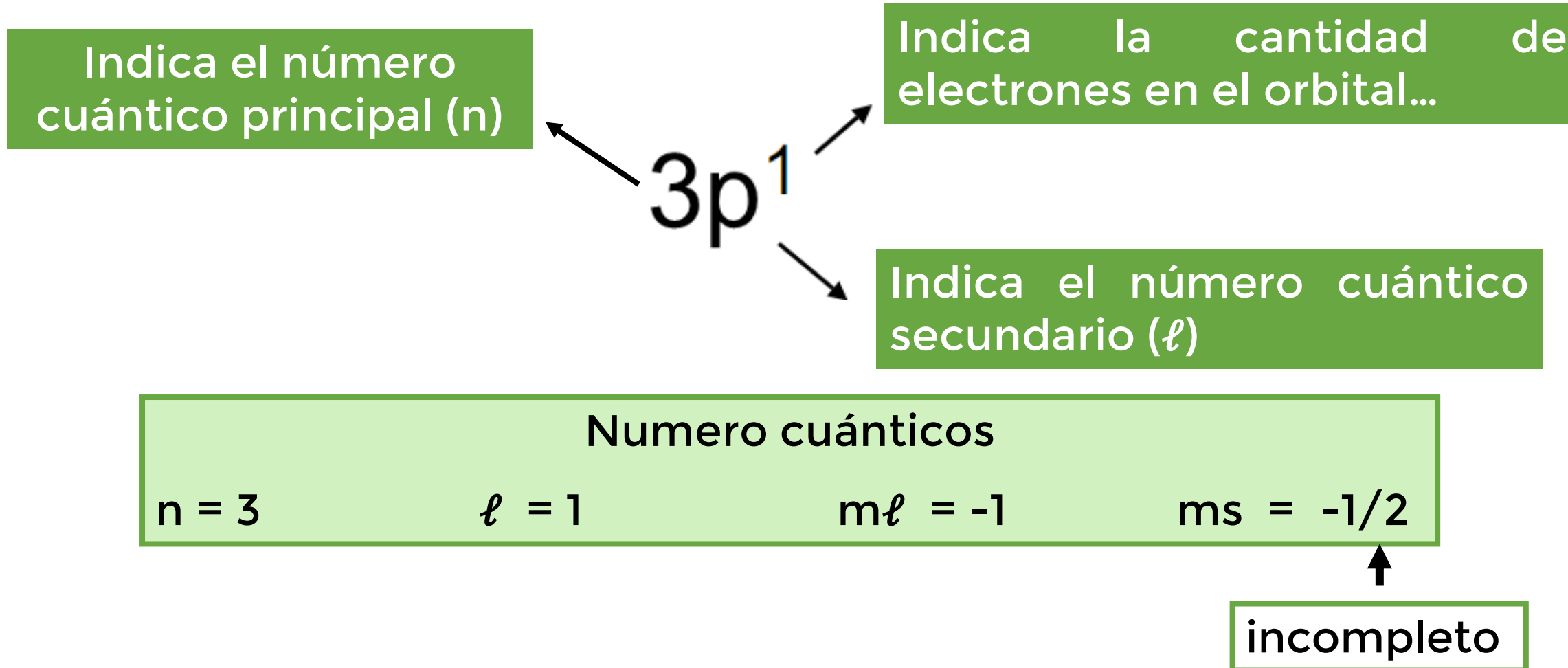
$l = 0$  s

0

1s



## Interpretación de los Números Cuánticos







## ENERGÍA RELATIVA (ER)

$$ER = n + \ell$$

Ejm:

$4p \rightarrow n = 4 \quad \ell = 1 \quad \boxed{ER = 5}$

$5d \rightarrow n = 5 \quad \ell = 2 \quad \boxed{ER = 7}$

$2s \rightarrow n = 2 \quad \ell = 0 \quad \boxed{ER = 2}$

# NÚMEROS CÚANTICOS (PRÁCTICA DE CLASE)

## Chapter 2

¿Qué proposición es incorrecta?

- I. En un determinado nivel, el orden de estabilidad de los subniveles es:  
 $f < d < p < s$
- II. El orbital 1s es el de mayor estabilidad para todos los átomos.
- III. Un orbital «f» presenta como máximo 2 electrones.
- IV. El orbital «s» presenta forma dilobular.

- a) I y II      b) Solo IV      c) Solo II
- d) II y IV



### Resolución

#### I. Correcto.

En un determinado nivel se cumple:

Energía:  $f > d > p > s$

Estabilidad:  $f < d < p < s$

#### II. Correcto.

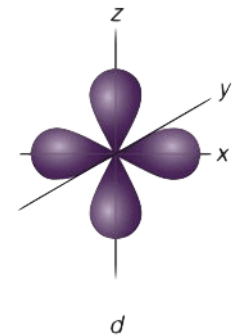
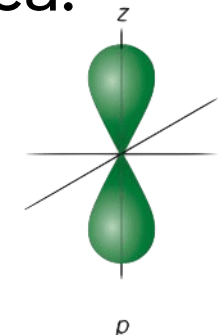
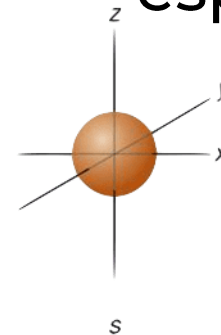
El orbital 1s es la región con menor energía pero con mayor estabilidad en todo átomo.

#### III. Correcto.

Todo orbital presenta como máximo 2 electrones

#### IV. Incorrecto

Cada orbital tiene una forma específica:



El orbital “s” es esférico.

**Respuesta: Sólo IV**

Los números cuánticos son valores numéricos que indican las características de los electrones en los átomos, como su energía, forma de movimiento, orientación y sentido de giro. En relación a los números cuánticos, escriba (V) o falso (F) según corresponda.

- Los valores  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$ ,  $m_s$ , identifican la ubicación probable de un electrón en el interior de un átomo. ( )
- El número cuántico principal puede tener el mismo valor numérico que el número cuántico azimutal. ( )
- El subnivel "4p" está caracterizado por los números cuánticos:  $n=4$  y  $l=0$  ( )
- Un orbital "p" puede contener 6 electrones como máximo. ( )

A) FFFF  
C) VFVF

B) FFVF  
 VFFF

### Resolución

➤ **Verdadero**

Para identificar a un electrón se necesitan los 4 números cuánticos.

➤ **Falso**

Se debe cumplir:

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

Es decir:  $n > l$

➤ **Falso**

4p       $n = 4$       y       $l = 1$

➤ **Falso**

Por definición: Todo orbital puede contener como máximo 2 electrones, los cuales deben rotar en sentidos contrarios.

**Respuesta: VFFF**



Escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda luego marque la alternativa correcta:

- El comportamiento del electrón está descrito por los números cuánticos  $n$ ,  $l$ ,  $m$  y  $s$ .....**V**.....(    )
- El número cuántico  $n$  describe el nivel de energía y el tamaño de la nube electrónica u orbital.....**V**..... (    )
- Si un electrón está en el subnivel  $3s$  los números cuánticos que lo describen pueden ser  $n=3$ ,  $l=0$ ,  $m=0$  y  $s=+1/2$  .....**V**..... (    )

a) VVF      b) FVV      c) FFV      d) VVV

Rpta: D



Los números cuánticos describen la ubicación probable de un electrón en la nube electrónica. Con respecto a los números cuánticos, indique la alternativa que contiene los conjuntos de números cuánticos permitidos.

- I. (2; 2; +1; 1)
- II. (3; 2; 0; -1)
- III. (3; 2; +2; +1/2)
- IV. (2; 1; +2; -1/2)
- V. (1; 1; +1; +1/2)
- VI. (2; 0; 0; +1/2)

A) I, II y III

B) IV, V y VI

C) IV y V

 D) III y VI

Resolución

**I. No permitido.** Puesto que si  $n = 2$  entonces  $l = 0, 1$

**II. No permitido.** Puesto que  $m_s$  sólo puede tomar valores de  $+1/2$  y  $-1/2$ .

**III. Permitido.** si  $n = 3$  entonces  $l = 0, 1, 2$   
Si:  $l = 2$ , entonces:  $m = -2, -1, 0, +1, +2$

**IV. No permitido.** si  $n = 2$  entonces  $l = 0, 1$

si:  $l = 1$ , entonces:  $m = -1, 0, +1$

**V. No permitido.** si  $n = 1$  entonces  $l = 0$   
por lo que  $l$  no puede ser 1

**VI. Permitido.** si  $n = 2$ , entonces  $l = 0$   
luego  $m = 0$

**Respuesta: III y VI**



Escribe verdadero (V) o falso (F) según corresponda luego marque la alternativa correcta:

- De acuerdo a principio de exclusión de Pauli, un átomo no puede tener dos electrones en el orbital 3s ( **F** )
- **La capacidad máxima de electrones en un orbital es 2**
- Un átomo es paramagnético si tiene por lo menos un electrón desapareado.( **V** )
- **El presentar un electrón desapareado, hará que dicho átomo sea atraído por un campo magnético externo, por lo que es paramagnético.**
- Si la configuración de un átomo en el tercer nivel es  $3p_x^2 3p_y^1 3p_z^0$  se dice que se encuentra en su estado basal ( **F** )
- **La configuración mostrada, incumple el principio de exclusión de Pauli.**

a) VVF

b) VFF

c) FVF

d) FFV

Rpta: C





Indique las afirmaciones que sean correctas, de acuerdo a la regla de Hund y al principio de exclusión de Pauli?.

- I. Dentro de un mismo subnivel no es posible completar un orbital si existe uno vacío. ( **V** )  
el llenado de los electrones, en un subnivel, indica que primero se deben llenar en forma desapareada, si no hay mas electrones es posible que quede algún orbital vacío.
- II. En un átomo, no pueden haber dos electrones con el mismo espín ( **F** )  
esto estaría en contra del principio de máxima multiplicidad o regla de Hund.
- III. En un átomo, dos electrones no pueden tener los cuatro números cuánticos iguales ( **V** )  
esto estaría en contra del principio de exclusión de Pauli.

A) Solo I    B) Solo II    C) Solo III    D) I y III.

Rpta: D



Para resolver la ecuación de onda planteada por Schrödinger son necesarios 3 números cuánticos, que finalmente gracias a Paul Dirac llegaron a ser 4, mediante ellos, queda identificada la ubicación probable de un electrón. Con respecto a los números cuánticos, determine el valor de verdad (V o F) de los siguientes enunciados.

- I.  $n$  representa los niveles de energía, su mínimo valor es 0.
- II. Para  $l = 3$ , un valor de  $m_l$  puede ser  $-2$ .
- III.  $m_l$  describe las posibles orientaciones magnéticas y determina el orbital.
- IV. El valor  $m_s$  representa a un orbital esférico.

A) VFVV

B) VVFF

C) VVVF

☒ D) FVVF

## IV. Falso

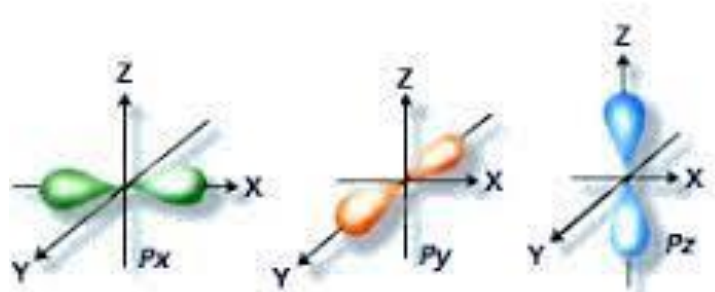
$m_s$  representa el sentido de rotación en torno a su eje

## Resolución

**I. Falso**  $n = 1, 2, 3, \dots, \infty$

**II. Verdadero**  $l = 3$ , luego:  $m = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$

**III. Verdadero**



**Respuesta: FVVF**



La ecuación de Schrödinger permite analizar el movimiento del electrón en el espacio tridimensional. La solución de esta ecuación implica la presencia de tres números cuánticos  $\psi(n, l, m)$ . Indique la proposición incorrecta:

- El número cuántico principal define el tamaño del orbital atómico.....V... ( )
- El número cuántico secundario define la forma del orbital atómico.....V... ( )
- El número cuántico magnético define la orientación del orbital atómico.....V..... ( )
- La energía relativa de un orbital se define con  $(l + m)$ ..... (F )

Rpta:VVVF



Los números cuánticos, combinados adecuadamente, deben cumplir el principio de exclusión de Pauli para los electrones en un átomo. Las combinaciones no adecuadas implican la no solución de la ecuación de onda, por lo tanto la inexistencia del orbital atómico. Indique la combinación de números cuánticos que es imposible para el electrón en un átomo.

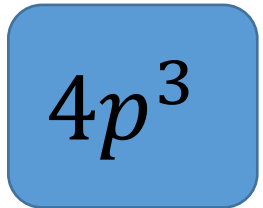
- A) 4; 3; 0;  $+\frac{1}{2}$     B) 3; 1; +2;  $-\frac{1}{2}$     C) 2; 0; 0;  $+\frac{1}{2}$     D) 4; 2; -1;  $-\frac{1}{2}$

Rpta: B

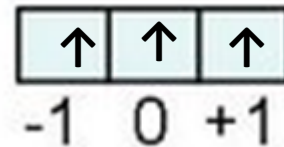


Los niveles subniveles y orbitales tienen una notación espectroscópica que está relacionada con los números cuánticos de un electrón. Asimismo la notación del electrón sobre su eje se expresa espectroscópicamente como o relacionado con el número cuántico espín “s”. Indique los números cuánticos del último electrón distribuido en la siguiente notación espectroscópica  $4p^3$ .

A) 4; 0; 0; +1/2    B) 3; 2; +1; -1/2    C) 4; 1; +1; +1/2    D) 3; 0; 0; -1/2



$$\begin{aligned}n &= 4 \\l &= 1 \\m &= +1 \\s &= +1/2\end{aligned}$$



Rpta: C