

Ejercicios resueltos sobre números cuánticos

Estos ejercicios corresponden a distintas convocatorias de PAU que se indican. Incluiré las respuestas de UNIOVI y haré algunas aclaraciones teóricas.



1.- A continuación se enumeran cuatro combinaciones de números cuánticos escritos siguiendo el orden $\{n, l, m_l, m_s\}$. Indique las combinaciones que están permitidas y las que no lo están, justificando su respuesta: i) $\{1, 1, 1, 1/2\}$; ii) $\{2, 1, 0, 1/2\}$; iii) $\{3, 2, 1, 0\}$; iv) $\{2, 1, -2, 1/2\}$. (1,0 punto) 2012 FG Junio

Para resolver este tipo de ejercicios debes recordar los aspectos teóricos, en este caso las limitaciones de los valores de los números cuánticos.

| Número Cuántico | Valores Permitidos |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Principal (n) | $n = 1; 2; 3; \dots \infty$ |
| Secundario o azimutal (l) | $l = 0; 1; 2; \dots (n-1)$ |
| Magnético (m_l) | $m_l = +l; \dots 0; \dots -l$ |
| Spin Magnético (m_s) | $m_s = +1/2; -1/2$ |

A. A continuación se enumeran cuatro combinaciones de números cuánticos escritos siguiendo el orden $\{n, l, m_l, m_s\}$. Indique las combinaciones que están permitidas y las que no lo están, justificando su respuesta: i) $\{1, 1, 1, 1/2\}$; ii) $\{2, 1, 0, 1/2\}$; iii) $\{3, 2, 1, 0\}$; iv) $\{2, 1, -2, 1/2\}$. (1,0 punto)

- Para $n = 1$, $l = 0$ a $n-1$, luego no puede tener el valor de 1. **Esta combinación no está permitida.** (0,25 puntos)
- Para $n = 2$, l puede valer 1 y m_l puede tener los valores -1, 0 y +1 y m_s presenta un valor permitido de $1/2$. Por tanto, **la combinación está permitida.** (0,25 puntos)
- Para $n = 3$, l puede presentar los valores 0, 1, 2, m_l puede presentar los valores 0, -1, 0, +1, -2, -1, 0, +1, +2. No obstante, m_s no puede presentar el valor 0. Por tanto, **esta combinación no está permitida.** (0,25 puntos)
- Para $n = 2$, l puede presentar los valores 0, 1, m_l puede presentar los valores 0, -1, 0, +1, pero nunca el valor -2. Por tanto, **esta combinación no está permitida.** (0,25 puntos)

2.- A. De los siguientes conjuntos de números cuánticos, indique los que son posibles y los que no son posibles. Justifique la respuesta.

i. $n = 3; l = 3; m_l = 0$

ii. $n = 2; l = 1; m_l = 0$

iii. $n = 6; l = 5; m_l = -1$

iv. $n = 4; l = 3; m_l = -4$

(1,0 punto) 2011 FE Junio

Otra manera de preguntar lo mismo pero expresándolo de otra manera.

Solución:

- i. Los valores de l son 0 hasta $n - 1$. Para $n = 3$, el valor máximo de l será 2. Si $l = 3$ el conjunto no será posible. (0,25 puntos)
- ii. Los valores de m_l van de $-l$ a $+l$, pasando por cero. En este caso, $l = n-1$, $m_l = 0$, luego el conjunto será posible. (0,25 puntos)
- iii. Valor de $l = n - 1$ y el valor de m_l comprendido entre $-l$ y $+l$. (0,25 puntos)
- iv. El valor de m_l debe estar comprendido entre $-l$ y $+l$. Luego m_l no puede valer -4 y el conjunto no será posible. (0,25 puntos)

3.- Indique un valor aceptable para el número cuántico cuyo valor falta en el conjunto: $n = 3, l = ?$, $m_l = 2$. Justifique la respuesta. A partir de los valores de los números cuánticos n y l del conjunto anterior, indique el tipo de orbital que representan. (1,0 punto) 2010 FE Junio

En este caso aunque se pregunta lo mismo no se hace de una manera tan directa porque en este caso debe ser coherente no sólo con n sino también con m_l .

Solución:

El número cuántico l puede tener valores enteros y positivos comprendidos entre 0 y $n-1$. Luego no puede tener un valor superior a 2. **(0,25 puntos)**

El número cuántico m_l tiene valores enteros comprendidos entre $-l$ y $+l$ pasando por 0. **(0,25 puntos)**

Puesto que $m_l = 2, l = 2$ **(0,25 puntos)**

Los valores de $n = 3$ y $l = 2$ representan un orbital **3d**. **(0,25 puntos)**

El n° cuántico l suele ser el que más trabajo os cuenta de entender dado que no sólo lo representamos con números sino también con letras. Es además, el n° cuántico que establece la forma del orbital.

2. Número cuántico secundario (l) :

También conocido como número cuántico de momento angular o azimutal, **determina la forma de la nube electrónica.**

Puede tener valores desde **0 hasta $(n - 1)$** para cada valor del número cuántico principal (n).

Se calcula considerando: $l = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$

| n | l en número | l en letras |
|-----|---------------|---------------|
| 1 | 0 | s |
| 2 | 0,1 | s, p |
| 3 | 0, 1, 2 | s, p, d |
| 4 | 0, 1, 2, 3 | s, p, d, f |

Número cuántico secundario o azimutal (l):

- Identifica al subnivel de energía del electrón y se le asocia a la forma del orbital.
- Sus valores dependen del número cuántico principal (n), es decir, sus valores son todos los enteros entre 0 y $n - 1$, incluyendo al 0.

| Tipo de orbital | Valor l | Nº orbitales | Nº e |
|-----------------|-----------|--------------|------|
| s | 0 | 1 | 2 |
| p | 1 | 3 | 6 |
| d | 2 | 5 | 10 |
| f | 3 | 7 | 14 |

4.- Indique el valor, o valores, posibles para cada uno de los números cuánticos que faltan. Justifique la respuesta.

i. $n = 3, l = ?, m_l = 2$

ii. $n = ?, l = 2, m_l = 1$

iii. $n = 4, l = 2, m_l = ?$

iv. $n = ?, l = 0, m_l = ?$

(1,0 punto) 2013 FE julio

Este ejercicio es muy parecido al anterior aunque en cada apartado debo considerar un número cuántico diferente.

El caso i es idéntico al anterior y l sólo puede ser 2 para ser coherente con el valor de m_l .

El caso ii soléis pensar que n debe ser 3 pero en realidad es válido cualquier n que sea un entero y mayor que 3

En el caso iii m_l puede tener 5 valores posibles (-2,-1-0-+1,+2) dado que l vale 2. Fijaos como cuando n vale 4, l no tiene que valer 3, puede valer 0, 1, 2 y 3. 3 es su valor máximo pero no el único.

A. Indique el valor, o valores, posibles para cada uno de los números cuánticos que faltan. Justifique la respuesta.

i. $n = 3, l = ?, m_l = 2$

ii. $n = ?, l = 2, m_l = 1$

iii. $n = 4, l = 2, m_l = ?$

iv. $n = ?, l = 0, m_l = ?$

(1,0 punto)

Solución:

i. Para $n = 3$, l puede tomar los valores 0, 1 y 2. Puesto que $m_l = 2$ y este número varía entre $-l$ y $+l$ pasando por cero, necesariamente $l = 2$. (0,25 puntos)

ii. Dado que los valores de l van desde 0 a $n-1$, si $l = 2$, n debe tener un valor de 3 o superior. (0,25 puntos)

Si contestan que 3 se considera correcta la respuesta.

iii. Los valores de m_l varían desde $-l$ a $+l$ pasando por cero. Luego los valores posibles de m_l son -2, -1, 0, +1, +2. (0,25 puntos)

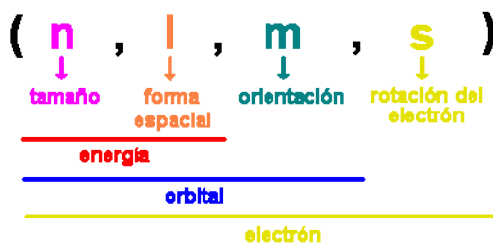
iv. Para $l = 0$, necesariamente $m_l = 0$. Puesto que los valores de l varían desde 0 a $n - 1$, n debe tener un valor igual o superior a 1. (0,25 puntos)

5.- A. Indique de forma razonada la notación del orbital que corresponde a cada una de las siguientes combinaciones de números cuánticos: i) $n = 1, l = 0$; ii) $n = 3, l = -3$; iii) $n = 3, l = 2$; iv) $n = 2, l = 1$. Si la combinación de números cuánticos no está permitida escriba “no permitido”. (1,0 punto) 2010 FG Junio

| | | | |
|------|------------------|--|----------------------|
| i. | $n = 1; l = 0$. | Número cuántico principal 1. El valor de $l = 0$ corresponde a un orbital s. Por tanto, la notación del orbital será 1s | (0,25 puntos) |
| ii. | $n = 3; l = -3$ | Número cuántico principal 3. Los valores de l van de 0 a $n - 1$. El valor de $l = -3$ no está permitido . | (0,25 puntos) |
| iii. | $n = 3; l = 2$ | Número cuántico principal 3. El valor de $l = 2$ corresponde a un orbital d. Por tanto, la notación del orbital será 3d | (0,25 puntos) |
| iv. | $n = 2; l = 1$ | Número cuántico principal 2. El valor de $l = 1$ corresponde a un orbital p. Por tanto, la notación del orbital será 2p | (0,25 puntos) |

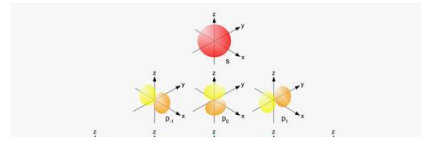
Recuerda que

| 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 gorma geométrica 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 | mrshenweb.blogspot.com |



Información que debes tener en cuenta pero aprender

- La forma de los orbitales depende del número l tal y como muestra la imagen

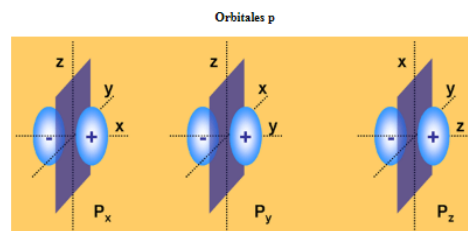


Representación de los orbitales atómicos.

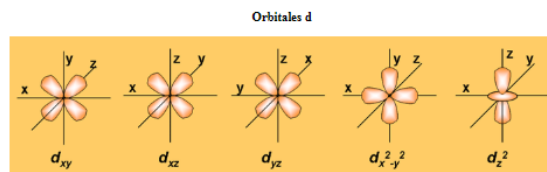
- Tal y como muestra la imagen los orbitales “s” son esféricos y cuanto mayor sea el n° “n” más volumen tiene el orbital.



- Observa que en cada nivel de energía hay tres orbitales p. Los orbitales p son los que tienen $l=1$ y por eso hay 3 que se corresponden a los valores permitidos de m_l ; (-1,0,1). Cuando los orbitales tienen los mismos valores de n y de l y sólo se distinguen en el valor de m , sólo se distinguen en la “orientación en el espacio” y se les denomina p_x , p_y y p_z . Los orbitales p tienen forma de doble huso (huso con h porque se refiere a los husos que se usaban para hilar).



- Como ves hay 5 orbitales d ya que al ser $l=2$ son posibles 5 valores para m_l

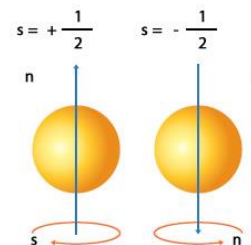


- Aquí puedes observar la relación que hay entre los números cuánticos y los orbitales a los que se refieren. Recuerda que cada orbital está caracterizado por los 3 primeros números cuánticos (n, l, m_l)

Números cuánticos y orbitales

| | | | | | | | |
|-------|-------|----------|-------------------------|-------|-------|----------|-------------------------------|
| $n=1$ | $l=0$ | $m_l=0$ | Orbital 1s | $n=3$ | $l=0$ | $m_l=0$ | Orbital 3s |
| | | | | | $l=1$ | $m_l=-1$ | Orbital 3p _x |
| | | | | | | $m_l=0$ | Orbital 3p _y |
| | | | | | | $m_l=1$ | Orbital 3p _z |
| $n=2$ | $l=0$ | $m_l=0$ | Orbital 2s | | $l=2$ | $m_l=-2$ | Orbital 3d _{xy} |
| | | | | | | $m_l=-1$ | Orbital 3d _{xz} |
| | $l=1$ | $m_l=-1$ | Orbital 2p _x | | | $m_l=0$ | Orbital 3d _{yz} |
| | | $m_l=0$ | Orbital 2p _y | | | $m_l=0$ | Orbital 3d _{z^2} |
| | | $m_l=1$ | Orbital 2p _z | | | $m_l=1$ | Orbital 3d _{x^2-y^2} |
| | | | | | | $m_l=2$ | Orbital 3d _{z^2} |

- El n° cuántico de spin hace referencia al comportamiento del electrón que gira sobre sí mismo lo que le hace que se comporte como un pequeño imán (Cuestión de Física en la que no procede entrar). Dado que el giro puede ser en dos sentidos contrarios, el número cuántico hace referencia a esas dos posibilidades. Olvida la información adicional de la imagen y límtate a recordar que admite esos dos valores según sea su giro.



Vemos que la flecha hacia arriba tiene un spin magnético igual a $+1/2$ y que la flecha hacia abajo tiene un spin magnético igual a $-1/2$