

I. a) Escriba la ecuación de Schrödinger, explicitamente en esféricas, para el átomo de Hidrógeno.

La ecuación de Schrödinger (estacionaria) es: $\nabla^2 \Psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \Psi = 0$

$$\Rightarrow \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \Psi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial \Psi}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial \phi^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \Psi = 0 \quad \leftarrow \text{por la expresión de } \nabla^2 \text{ en esféricas}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \Psi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial \Psi}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial \phi^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \Psi = 0 \quad \leftarrow \text{porque el potencial en el átomo de H es } -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$\Rightarrow \sin^2 \theta \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \Psi}{\partial r} \right) + \sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial \Psi}{\partial \theta} \right) + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial \phi^2} + \frac{2mr^2 \sin^2 \theta}{\hbar^2} \left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \Psi = 0$$

b) Escriba los símbolos, el nombre que reciben y los valores que pueden tomar los números cuánticos que surgen de la Teoría de Schrödinger del átomo de Hidrógeno.

Número cuántico principal. Se representa por n y toma los valores $n = 1, 2, 3, \dots$

Número cuántico orbital. Se representa por l y toma los valores $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$

Número cuántico magnético. Se representa por m_l y toma los valores $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$.

c) Explique el concepto de degeneración en el contexto de las eigenfunciones del átomo de Hidrógeno.

Al resolver la ecuación de Schrödinger para el H nos damos cuenta que sólo se obtiene una solución válida si E toma ciertos valores discretos, llamados eigenvalores.

Para cada eigenvalor E existe (por lo menos) una solución a la ecuación de Schrödinger (eigenfunción).

El concepto de degeneración significa que para un eigenvalor existen varias funciones de onda del electrón compatibles con esta energía.

En este caso, la energía está determinada por el valor de n únicamente. Pero para una energía dada, los números l, m_l todavía pueden tomar varios valores distintos, lo que crea la degeneración.

Por ejemplo:

Si $n=1, E=E_1 \Rightarrow l=0, m_l=0 \rightarrow 1 \text{ solución (no hay degeneración)}$

Si $n=2, E=E_2 \Rightarrow l=0, m_l=0; l=1, m_l=-1; l=1, m_l=0; l=1, m_l=1 \rightarrow 4 \text{ soluciones.} \quad \swarrow \text{Degeneración.}$

Si $n=3, E=E_3 \Rightarrow l=0, m_l=0; l=1, m_l=-1; \dots; l=2, m_l=2 \rightarrow 9 \text{ soluciones}$

3) a) Según la teoría de Schrödinger, ¿cuáles son las energías permitidas E para un electrón en el H y de qué número cuántico dependen?

Al resolver la parte radial de la ec. de Schrödinger, se requiere la condición de que E tome ciertos valores discretos $E_n = -\frac{me^4}{32\pi^2\epsilon_0^2\hbar^2} \left(\frac{1}{n^2}\right)$ con $E_1 = -\frac{me^4}{32\pi^2\epsilon_0^2\hbar^2} = -13.6\text{ eV}$

y vemos que dependen sólo del número cuántico n .

b) Según la Teoría de Schrödinger, ¿cuáles son los valores permitidos para el momento angular orbital L de un electrón en el H y de qué número cuántico dependen?

Los valores posibles del momento angular del electrón son $L = \sqrt{l(l+1)} \hbar$ y dependen sólo del número cuántico orbital l . $l=0, 1, 2, \dots, n-1$

c) ¿Cuáles son los valores permitidos para especificar la dirección del momento angular L (respecto a un eje) de un electrón en el H y de qué número cuántico dependen?

La proyección de L sobre un eje z , denotada por L_z , puede tomar los valores:

$$L_z = m_z \hbar, \quad \text{y dependen sólo de } m_z. \quad m_z = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l.$$

3) Usando la función de onda normalizada del estado $1s$ del átomo de Hidrógeno,

a) verifica que el valor más probable para r es el radio de Bohr, a_0 .

En clase vimos que la solución para el estado $1s$ es $\Psi(r, \theta, \phi) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{1}{a_0^{3/2}} e^{-r/a_0}$

Necesitamos primero la función de densidad de probabilidad radial $P(r)$.

$P(r)dr$ representa la probabilidad de encontrar el electrón con un radio entre r y $r+dr$, para cualquier $\theta, \phi \in [0, 2\pi]$.

Por tanto, tenemos que:

$$\begin{aligned} P(r)dr &= \int_r^{r+dr} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} |\Psi|^2 dV = \int_r^{r+dr} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \frac{1}{\pi a_0^3} e^{-2r/a_0} r^2 \sin\theta d\phi d\theta dr \\ &= \int_r^{r+dr} \frac{r^2}{\pi a_0^3} e^{-2r/a_0} dr \int_0^\pi \sin\theta d\theta \int_0^{2\pi} d\phi \end{aligned}$$

Porque dr es chico, \downarrow

la integral es simplemente igual a la función evaluada en r .

$$= \frac{r^2}{\pi a_0^3} e^{-2r/a_0} (4\pi) dr = \frac{4r^2}{a_0^3} e^{-2r/a_0} dr$$

$$\therefore P(r) = \frac{4r^2}{a_0^3} e^{-2r/a_0}$$

El valor más probable de r es el máximo de la función de probabilidad $P(r) = \frac{4r^2}{a_0^3} e^{-2r/a_0}$

Entonces derivamos $P(r)$ e igualamos a 0.

$$\frac{d}{dr} P(r) = \frac{4}{a_0^3} \left(r^2 \left(-\frac{2}{a_0} \right) e^{-2r/a_0} + 2r e^{-2r/a_0} \right) = 0$$

$$\rightarrow -\frac{r^2}{a_0} + r = 0 \quad \rightarrow r \left(-\frac{r}{a_0} + 1 \right) = 0 \quad \begin{cases} r_1 = 0 \\ r_2 = a_0 \end{cases} \quad \text{puntos críticos.}$$

Vemos que si $r = r_1 = 0 \Rightarrow P(r_1) = 0$, que tiene que ser un mínimo porque $P(r)$ es siempre no-negativa.

Derivamos de nuevo $P(r)$ para ver que r_2 sea un máximo

$$\rightarrow \frac{d^2}{dr^2} P(r) = \frac{4}{a_0^3} \left(2r \left(-\frac{2}{a_0} \right) e^{-2r/a_0} + r^2 \left(\frac{4}{a_0^2} \right) e^{-2r/a_0} + 2e^{-2r/a_0} + 2r \left(-\frac{2}{a_0} \right) e^{-2r/a_0} \right) = \frac{4}{a_0^3} \left(\frac{-8re^{-2r/a_0}}{a_0} + \frac{4r^2 e^{-2r/a_0}}{a_0^2} + 2e^{-2r/a_0} \right)$$

$$\text{evaluamos en } r_2 = a_0 \rightarrow \frac{d^2}{dr^2} P \Big|_{r=r_2} = \frac{4}{a_0^3} \left[-8e^{-2} + 4e^{-2} + 2e^{-2} \right] = -\frac{8}{a_0^3} e^{-2} < 0, \quad \text{porque } e^{-2} > 0, \quad a_0 > 0$$

Entonces $r = a_0$ es un máximo de la función $P(r)$ y es el valor más probable de r

b) Calcule el valor esperado de r para este estado.

$$\int r |\psi|^2 dV \quad \text{con } \int \text{ en todo el espacio}$$

Simplemente debemos resolver

$$\begin{aligned} &= \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \int_0^\infty \frac{r}{\pi a_0^3} e^{-2r/a_0} r^2 \sin\theta dr d\theta d\phi \\ &= \int_0^\infty \frac{r^3}{\pi a_0^3} e^{-2r/a_0} dr \int_0^\pi \sin\theta d\theta \int_0^{2\pi} d\phi = 4\pi \int_0^\infty \frac{r^3}{\pi a_0^3} e^{-2r/a_0} dr \\ &= \frac{4}{a_0^3} \int_0^\infty r^3 e^{-2r/a_0} dr \quad \text{porque } e^{-2r/a_0} \rightarrow 0 \text{ conforme } r \rightarrow \infty \\ &= \frac{4}{a_0^3} \left[-\frac{a_0}{2} r^3 e^{-2r/a_0} \Big|_0^\infty - \int_0^\infty -\frac{a_0}{2} (3r^2) e^{-2r/a_0} dr \right] \quad \text{Integral por partes,} \\ &= \frac{6}{a_0^2} \int_0^\infty r^2 e^{-2r/a_0} dr \\ &= \frac{6}{a_0^2} \left[-\frac{a_0}{2} r^2 e^{-2r/a_0} \Big|_0^\infty - \int_0^\infty -\frac{a_0}{2} (2r) e^{-2r/a_0} dr \right] \quad \checkmark \text{ Integral por partes,} \\ &= \frac{6}{a_0} \int_0^\infty r e^{-2r/a_0} dr \\ &= \frac{6}{a_0} \left[-\frac{a_0}{2} r e^{-2r/a_0} \Big|_0^\infty - \int_0^\infty -\frac{a_0}{2} e^{-2r/a_0} dr \right] \quad \checkmark \text{ por partes con } U = r \rightarrow du = dr \\ &= 3 \int_0^\infty e^{-2r/a_0} dr \\ &= 3 \left(-\frac{a_0}{2} \right) e^{-2r/a_0} \Big|_0^\infty = 0 + \frac{3a_0}{2} e^0 = \frac{3}{2} a_0 \quad \boxed{\frac{3}{2} a_0} \end{aligned}$$

a) Calcule el valor esperado de $\frac{1}{r}$ en este estado

$$\text{Tenemos que } \langle \frac{1}{r} \rangle = \int \frac{1}{r} |\psi|^2 dV$$

$$\begin{aligned}
 &= \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \int_0^{\infty} \frac{1}{r} \frac{1}{\pi a_0^3} e^{-2r/a_0} r^2 \sin\theta dr d\theta d\phi \\
 &= \cancel{\int_0^{2\pi} \cancel{\int_0^{\pi} \cancel{\int_0^r \sin\theta dr}}^2} \int_0^{\infty} \frac{1}{r} \frac{1}{\pi a_0^3} e^{-2r/a_0} r^2 dr \\
 &= 4\pi \left(\frac{1}{\pi a_0^3} \right) \int_0^{\infty} r e^{-2r/a_0} dr = \frac{4}{a_0^3} \int_0^{\infty} r e^{-2r/a_0} dr \quad \text{junto: } u = vr - \int v du \\
 &= \frac{4}{a_0^3} \left[-\frac{a_0}{2} r^2 e^{-2r/a_0} \Big|_0^{\infty} - \int_0^{\infty} -\frac{a_0}{2} e^{-2r/a_0} dr \right] \quad \text{por partes con } u = r \rightarrow du = dr \\
 &= \frac{2}{a_0^2} \int_0^{\infty} e^{-2r/a_0} dr = \frac{2}{a_0^2} \left[-\frac{a_0}{2} e^{-2r/a_0} \right]_0^{\infty} = \frac{-e^{-2r/a_0}}{a_0} \Big|_{r=0} + \frac{e^{-2r/a_0}}{a_0} = \frac{1}{a_0}
 \end{aligned}$$

b) Calcule la probabilidad de encontrar el electrón a una distancia del núcleo mayor que a_0 .

Sabemos que la función de densidad de probabilidad de la posición radial del electrón es

$$P(r) = \frac{4r^2}{a_0^3} e^{-2r/a_0}$$

Entonces, la probabilidad en el intervalo $[a_0, \infty)$ es:

$$\begin{aligned}
 \int_{a_0}^{\infty} P(r) dr &= \frac{4}{a_0^3} \int_{a_0}^{\infty} r^2 e^{-2r/a_0} dr \quad \text{junto: } u = r^2 \rightarrow du = 2r dr \\
 &= \frac{4}{a_0^3} \left[-\frac{a_0}{2} r^2 e^{-2r/a_0} \Big|_{a_0}^{\infty} - \int_{a_0}^{\infty} -\frac{a_0}{2} e^{-2r/a_0} 2r dr \right] \quad \text{por partes con } u = r^2 \rightarrow du = 2r dr \\
 &= \frac{4}{a_0^3} \left[\frac{a_0}{2} (a_0)^2 e^{-2} + a_0 \int_{a_0}^{\infty} r e^{-2r/a_0} dr \right] \quad \text{junto: } u = r^2 \rightarrow du = 2r dr \\
 &= \frac{4}{a_0^3} \left[\frac{a_0^3}{2} e^{-2} + a_0 \left[-\frac{a_0}{2} r e^{-2r/a_0} \Big|_{a_0}^{\infty} - \int_{a_0}^{\infty} -\frac{a_0}{2} e^{-2r/a_0} dr \right] \right] \quad \text{por partes con } u = r^2 \rightarrow du = 2r dr \\
 &= 2e^{-2} + \frac{4}{a_0^2} \left[-\frac{a_0}{2} r e^{-2r/a_0} \Big|_{a_0}^{\infty} + \frac{a_0}{2} \int_{a_0}^{\infty} e^{-2r/a_0} dr \right] \quad \text{junto: } u = r^2 \rightarrow du = 2r dr \\
 &= 2e^{-2} + \frac{4}{a_0^2} \left[\frac{a_0}{2} (a_0) e^{-2} + \frac{a_0}{2} \int_{a_0}^{\infty} e^{-2r/a_0} dr \right] \quad \text{por partes con } u = r^2 \rightarrow du = 2r dr \\
 &= 2e^{-2} + \frac{4}{a_0^2} \left[\frac{a_0^2}{2} e^{-2} + \frac{a_0}{2} \left(-\frac{a_0}{2} \right) e^{-2r/a_0} \Big|_{a_0}^{\infty} \right] \quad \text{junto: } u = r^2 \rightarrow du = 2r dr \\
 &= 2e^{-2} + \frac{4}{a_0^2} \left[\frac{a_0^2}{2} e^{-2} + \frac{a_0^2}{4} e^{-2} \right] \quad \text{por partes con } u = r^2 \rightarrow du = 2r dr \\
 &= 2e^{-2} + 2e^{-2} + e^{-2} = 5e^{-2} \approx 0.677 = \underline{\underline{67.7\%}}
 \end{aligned}$$

4. a) ¿Cuáles son los posibles conjuntos de números cuánticos para un electrón en el estado $n=5$?

Sabemos que l puede tomar los valores $l=0, 1, 2, \dots, n-1 = 0, 1, 2, 3, 4 = s, p, d, f, g$ y los valores posibles de m_l son $m_l=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$

Entonces, podemos encontrar todas las órbitas para $n=5$.

$$\bullet \underline{l=0=s} \rightarrow m_l=0$$

$$\bullet \underline{l=1=p} \rightarrow m_l=-1, 0, 1$$

$$\bullet \underline{l=2=d} \rightarrow m_l=-2, -1, 0, 1, 2$$

$$\bullet \underline{l=3=f} \rightarrow m_l=-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$$

$$\bullet \underline{l=4=g} \rightarrow m_l=-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4$$

1 orbital

3 orbitales

5 orbitales

7 orbitales

9 orbitales

25 orbitales

y en cada uno

de estos estados, tenemos

dos posibilidades para

m_s , $m_s = 1/2$ y $m_s = -1/2$

Para un total de 50 posibilidades

b) Escriba los conjuntos válidos de 3 números cuánticos para los estados.

i) 2s : Tenemos que $n=2, l=0$ entonces m_l está obligada a tomar el valor $m_l=0$

ii) 2d : Tenemos que $n=2, l=2$ entonces m_l puede tomar los valores $m_l=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$

$$\rightarrow m_l = -2, -1, 0, 1, 2$$

↑
Valores permitidos de
 m_l

iii) 2p : Tenemos que $n=2, l=1$

Entonces m_l puede tomar los valores $m_l=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$

$$\rightarrow m_l = -1, 0, 1$$

↑
Valores permitidos de
 m_l

iv) 3f : Tenemos que $n=3, l=3$

Entonces m_l puede tomar los valores $m_l=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$

$$\rightarrow m_l = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$$

5) a) ¿Cuáles son las reglas de selección para transiciones permitidas del Hidrógeno?

Si pasamos de un estado descrito por la función de onda Ψ_{nlm} al descrito por $\Psi_{n'l'm'}$,
Se debe de cumplir que:

$$\begin{cases} \Delta n = n' - n = 1, 2, 3, 4, \dots \\ \Delta l = l' - l = \pm 1 \\ \Delta m_l = m'_l - m_l = 0, \pm 1 \end{cases}$$

b) Un átomo de hidrógeno está en el estado $5d$, ¿a qué estado puede ir al emitirse un fotón en una transición permitida?

Tenemos que el átomo empieza en el estado $n=5$, $l=d=2$

Por las reglas de selección, si emite un fotón (lo que significa que pasa a un estado de menor energía) entonces los estados finales posibles son Ψ_{nl} con $n'-n = 1, 2, 3, 4, \dots$ $\leftarrow n' > n$ porque pierde energía
 $l' - l = \pm 1$

Entonces, los posibles valores finales de n son $n = n'-1, n'-2, n'-3, n'-4 = 4, 3, 2, 1$
y los valores finales para l son $l = l' \pm 1 = 2 \pm 1 = 1, 3$

Es decir, todas las órbitas posibles son:

$1p, 1f, 2p, 2f, 3p, 3f, 4p, 4f$

6) a) ¿En qué consiste el efecto Zeeman normal?

El efecto Zeeman sucede cuando tenemos un átomo de hidrógeno en presencia de un campo magnético externo. En este caso, el átomo tiene una energía magnética debida al momento magnético que genera el electrón al girar alrededor del núcleo.

Esta energía magnética depende del valor de m_l en el estado en el que se encuentre el átomo y se calcula como: Energía Magnética: $U_m = m_l \frac{e\hbar}{2m} B$ + B = campo externo

Entonces, cuando el átomo cambia de un estado n', m'_l, l' a uno n, m_l, l , con $n' > n$.

Pierde energía debido al cambio en n , pero ahora también pierde energía debido al

cambio en el valor de m_l que genera un cambio en la energía magnética.

Si no hay campo magnético veríamos que una transición $n' \rightarrow n$ generaba un fotón de cierta energía.

Pero ahora, con campo magnético, resulta que ese salto $n' \rightarrow n$ no es lo único que hay que considerar

para calcular la energía del fotón emitido. Sino que también hay que considerar el cambio en el

valor de m_l , porque ese cambio también implica una diferencia en la cantidad de energía.

Como hay tres posibles cambios en el valor de m_l , $\Delta m_l = 0, \pm 1$, cuando antes un salto

que hoy tres posibles cambios en el valor de m_l , $\Delta m_l = 0, \pm 1$, cuando antes un salto $n' \rightarrow n$ representaba un solo valor de la frecuencia del fotón, ahora ese salto $n' \rightarrow n$ puede tener hasta 3 frecuencias asociadas dependiendo del valor de Δm_l . Lo que hace que se tripliquen las líneas del espectro.

b) Encuentre el campo magnético mínimo necesario para observar el efecto Zeeman en una línea espectral de longitud de onda 300nm cuando se usa un espectómetro de resolución de 0.2 nm

Como mencioné en el ejercicio pasado, la energía magnética de un átomo con número magnético m es $U_m = m_e \frac{e\hbar}{2m} B$

Digamos que el átomo pasa de un estado n, m a uno n', m' . En el estado n, m , el átomo tiene una energía total $\frac{E_1}{n^2} + m_e \frac{e\hbar}{2m} B$

En el estado final n', m' , el átomo tiene una energía $\frac{E_1}{n'^2} + m'_e \frac{e\hbar}{2m} B$

Entonces, la diferencia de energías, que es igual a la energía $h\nu$ del fotón emitido es:

$$h\nu = \frac{E_1}{n^2} - \frac{E_1}{n'^2} + m_e \frac{e\hbar}{2m} B - m'_e \frac{e\hbar}{2m} B$$

$$\Rightarrow \nu = \frac{E_1}{h} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right) + \frac{eB}{4\pi m} (m_e - m'_e) \quad \leftarrow \text{porque } \frac{\hbar}{h} = \frac{1}{2\pi}$$

$$\Rightarrow \nu = \nu_0 + \frac{eB}{4\pi m} (m_e - m'_e) \quad \leftarrow \text{con } \nu_0 = \frac{E_1}{h} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right) \text{ la frecuencia del fotón emitido para el salto } n \rightarrow n' \text{ sin efecto Zeeman}$$

y por las reglas de selección, $m_e - m'_e = 0, \pm 1$. Por lo que las frecuencias posibles son:

$$\nu_1 = \nu_0 - \frac{eB}{4\pi m}$$

$$\nu_2 = \nu_0$$

$$\nu_3 = \nu_0 + \frac{eB}{4\pi m}$$

Estas son las 3 frecuencias generadas por el efecto Zeeman.

Luego, la diferencia entre las frecuencias seguidas es $\Delta\nu = \frac{eB}{4\pi m}$

Ahora lo convertimos a longitud de onda, tenemos que $\nu_0 c / \lambda_0$

y entonces, para un cambio $\Delta\nu$ muy chiquito, tenemos que $\nu_0 + \Delta\nu \approx \nu_0 + \frac{d\nu}{d\lambda} \Delta\lambda$

$$\Rightarrow \Delta\nu = \frac{d\nu}{d\lambda} \Delta\lambda \Rightarrow \Delta\nu = -\frac{c}{\lambda_0^2} \Delta\lambda$$

$$\text{Entonces } \Delta\lambda = -\frac{\lambda_0^2}{c} \Delta\nu$$

Luego, la diferencia entre las longitudes de onda es $\Delta\lambda = -\frac{\lambda_0^2}{c} \Delta\nu = \frac{\lambda_0^2}{c} \frac{eB}{4\pi m}$ ← serie de Taylor de $\nu(\lambda)$ ignoramos el signo - porque sólo nos interesa la distancia entre las longitudes de onda

Entonces, $B = \frac{4\pi m c \Delta\lambda}{\lambda_0^2 e}$ y para el problema, $\lambda_0 = 300\text{nm}$ y queremos que la distancia entre las long. de ondas sea al menos $\Delta\lambda = 0.2\text{nm}$

$$\Rightarrow B = \frac{4\pi m c (0.2 \cdot 10^{-9}\text{m})}{(300 \cdot 10^{-9}\text{m})^2 e} = \frac{4\pi (9.1 \cdot 10^{-31}\text{kg})(3 \cdot 10^8\text{m/s})(0.2 \cdot 10^{-9}\text{m})}{(300 \cdot 10^{-9}\text{m})^2 (1.6 \cdot 10^{-19}\text{C})} = 47.65 \text{ T}$$

$$\text{Unidades: } \frac{\text{kg m/s m}}{\text{m}^2 \text{ C}} = \frac{\text{kg}}{\text{s C}} = \text{T}$$

7 a) ¿Qué describe el número cuántico s , qué valor puede tomar para electrones y cuáles son las posibles orientaciones del momento angular asociado a este número cuántico?

s describe el momento angular intrínseco del electrón, análogo a como l está ligado al momento angular debido a la rotación orbital del electrón en el átomo. La diferencia es que s es intrínseco del electrón.

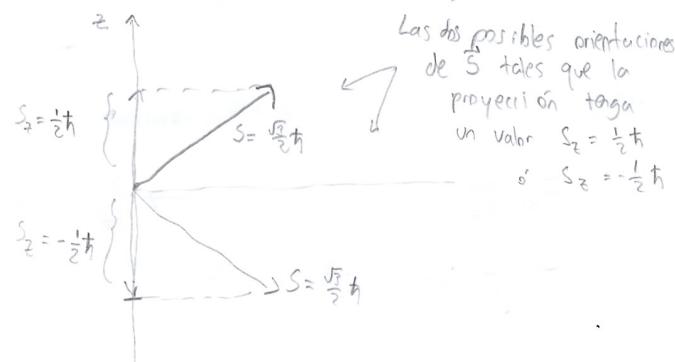
s sólo puede tomar un valor de $1/2$ para un electrón.

Para un cierto s , el momento angular asociado tiene magnitud $S = \sqrt{s(s+1)} \hbar = \frac{\sqrt{3}}{2} \hbar$

A demás, este momento angular está cuantizado en su dirección también. Pues si consideramos la proyección de S sobre un eje z , los valores de esta proyección tienen que ser $S_z = m_s \hbar$

con $m_s = \pm 1/2$,

Por tanto, el momento angular S sólo puede tener dos orientaciones, la que tiene un componente $S_z = \frac{1}{2} \hbar$ y la que tiene un componente $S_z = -\frac{1}{2} \hbar$, como se ve en el dibujo



7 b) Escriba y explique el principio de exclusión de Pauli

No se puede tener dos electrones en un átomo con el mismo estado cuántico.

Es decir, cada electrón del átomo debe de tener distintos valores de los números cuánticos n, l, m_l, m_s .

No se puede tener que dos electrones tengan el mismo valor en todos los números cuánticos n, l, m_l, m_s .

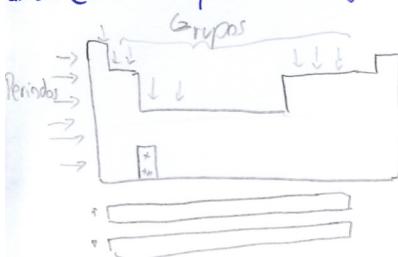
Esto quiere decir que en un átomo multielectrónico, cada electrón ocupa un estado distinto y si ciertos estados ya están ocupados, un electrón adicional no puede ocupar estos estados.

8 a) ¿Qué es la tabla periódica y a quién se le atribuye su formulación?

Es un arreglo en forma de tabla de todos los elementos químicos en orden de su masa atómica. El arreglo es de tal forma que se nota la periodicidad de las propiedades de los distintos elementos, pues los elementos con propiedades similares quedan de la misma columna de la tabla.

Su formulación se le atribuye a Dmitri Mendeleev que notó que las propiedades de los elementos se repetían periódicamente.

8 b) ¿Qué son y cuántos grupos y períodos tiene la tabla periódica?



• Grupos: Son las columnas de la tabla periódica. Los elementos en un mismo grupo tienen propiedades similares. Hay un total de 18 grupos en la tabla periódica, de los cuales 8 consisten de los bloques S y P y los otros 10 de metales de transición.

• Períodos: Son las filas de la tabla periódica. Hay 7 períodos y el periodo en el que se encuentra un elemento indica el número de la última órbita en empezar a llenarse en este elemento.

c) ¿Qué propiedades físicas comparten los halógenos?

Los halógenos se encuentran en el penúltimo grupo de la tabla periódica y su último orbital en llenarse es un orbital p, que tiene 5 de los 6 electrones posibles de este orbital.

Los halógenos tienden a buscar un electrón extra para llenar su orbital p. Por ello, suelen juntarse con elementos del primer grupo (que les "sobra" 1 electrón para estar estables) y forman así compuestos llamados sales.

Por ello la palabra "halógeno" significa productor de sales.

d) ¿Por qué los gases nobles tienen este nombre?

Los gases nobles son elementos del último grupo de la tabla y tienen el último nivel de energía completo con todos los electrones que acepta.

Por ello, son elementos muy estables y que no reaccionan con otros elementos para formar moléculas. Es por ello que se llaman gases nobles y se usan en aplicaciones en las que no se buscan reacciones químicas.