

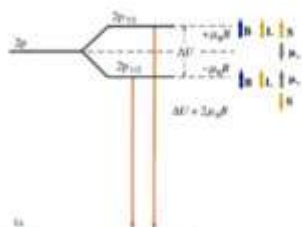
102. Solicito la anulación de la pregunta, ya que ninguna respuesta es correcta.

El desdoblamiento de energía entre dos niveles de mismo  $n$  y  $l$  y diferente  $j$  se denomina desdoblamiento de estructura fina y es consecuencia de la interacción del espín del electrón con su movimiento orbital, denominado efecto espín-órbita.

Es decir, el desdoblamiento de estructura fina es el nombre del desdoblamiento de energías. El efecto espín-órbita es la causa.

Puesto que preguntan por la causa y no por el nombre, la respuesta correcta es "Efecto espín-órbita" que no coincide con ninguna respuesta.

tal con un momento angular  $L$ , dirigido hacia arriba. (b) En un sistema de referencia inercial en el que el electrón está momentáneamente en reposo existe, en la posición del electrón, un campo magnético  $B$  debido al protón que también está dirigido hacia arriba. Cuando el espín electrónico  $S$  es paralelo a  $L$ , el momento magnético  $\mu_s$  es antiparalelo a  $L$  y  $B$ , de modo que la energía espín-órbita pasa por su valor más grande.



**Figura 36.15** Diagrama de niveles energéticos de estructura fina. A la izquierda se muestran los niveles en ausencia de un campo magnético. A la derecha se muestra el efecto de un campo magnético. Debido a la interacción espín-órbita, el campo magnético divide el nivel  $2p$  en dos niveles energéticos, con el nivel  $j = \frac{3}{2}$  de energía ligeramente mayor que el  $j = \frac{1}{2}$ . La línea espectral debida a la transición  $2p \rightarrow 1s$  está, por lo tanto, dividida en dos líneas de longitudes de onda ligeramente distintas.

Los estados atómicos con iguales valores de  $n$  y  $l$ , pero diferentes valores de  $j$  poseen energías ligeramente diferentes debido a la interacción del espín del electrón con su movimiento orbital. Este efecto se denomina **efecto espín-órbita**. El desdoblamiento resultante de las líneas espectrales se denomina **desdoblamiento de estructura fina**.

En la notación  $n\ell$ , el estado fundamental del átomo de hidrógeno se expresa en la forma  $1s_{1/2}$ , en donde el  $l$  indica que  $n = 1$ , la  $s$  indica que  $\ell = 0$  y el  $\frac{1}{2}$  indica que  $j = \frac{1}{2}$ . Los estados  $n = 2$  pueden tener  $\ell = 0$  ó  $\ell = 1$  y el estado  $\ell = 1$  puede tener  $j = \frac{3}{2}$  ó  $j = \frac{1}{2}$ . Estos estados se expresan por  $2s_{1/2}$ ,  $2p_{3/2}$  y  $2p_{1/2}$ . Debido al efecto espín-órbita, los estados  $2p_{3/2}$  y  $2p_{1/2}$  tienen energías ligeramente distintas que resultan del desdoblamiento de estructura fina de las transiciones  $2p_{3/2} \rightarrow 2s_{1/2}$  y  $2p_{1/2} \rightarrow 2s_{1/2}$ .

Podemos entender el efecto espín-órbita cualitativamente mediante una imagen simple del modelo de Bohr como se indica en la figura 36.14. En esta imagen el electrón se mueve en una órbita circular alrededor de un protón fijo. En (a) el momento angular orbital  $L$ , está dirigido hacia arriba. En un sistema de referencia inercial en el que el electrón está momentáneamente en reposo (figura 36.14b), el protón se mueve manteniendo ángulos rectos respecto a la línea que conecta el protón y el electrón. El protón en movimiento produce un campo magnético  $B$  en la posición del electrón. El sentido de  $B$  es hacia arriba y paralelo a  $L$ . La energía del electrón depende de su espín debido al momento magnético asociado  $\mu_s$ . La energía es la más baja cuando  $\mu_s$  es paralelo a  $B$  y la más alta cuando es antiparalelo. Esta energía viene dada por (ecuación 36.16)

$$U = -\mu_s \cdot B = -\mu_s B \cos \theta = -\mu_s B^{\uparrow} \quad (36.45)$$

Como  $\mu_s$  tiene el sentido opuesto a su espín (porque el electrón tiene una carga negativa), la energía es más baja cuando el espín  $S$  es antiparalelo a  $B$  y, por lo tanto, a  $L$ . La energía del estado  $2p_{1/2}$  en el hidrógeno, en el cual  $L$  y  $S$  son antiparalelos (figura 36.15) es, por lo tanto, menor que la del estado  $2p_{3/2}$ , en la cual  $L$  y  $S$  son paralelos.

#### EJEMPLO 36.5 | Medidas de $B$ por desdoblamiento de la estructura fina

Como una consecuencia del desdoblamiento de estructura fina, las energías de los niveles  $2p_{3/2}$  y  $2p_{1/2}$  en el hidrógeno difieren en  $4.5 \times 10^{-5}$  eV. Si el electrón  $2p \rightarrow 1s$  en un campo magnético interno de módulo  $B$ , el desdoblamiento de energía espín-órbita será del orden de  $\Delta E = 2\mu_B B$ .

## Energía nuclear - Volumen 25 - Página 204

1981 · Vista de fragmentos

### SE HA ENCONTRADO DENTRO – PÁGINA 204

La **energía** debida a la interacción **spin - orbita** origina el **desdoblamiento** de los niveles del electrón según  $l$  y  $j$ , dando lugar a la **estructura fina**, en la que cada nivel es ahora degenerado de orden  $(2j + 1)$ , por los valores ...

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBRO 1:

Título: Física para la ciencia y la tecnología.

Autor: Paul Allen Tipler, Gene Mosca

Página: 1104

Año de edición: 2005

Editorial: Reverté

### LIBRO 2:

Título: Energía nuclear, Volumen 25

Autor: Junta de Energía nuclear

Página: 204

Año de edición: 1981

Editorial: Junta de energía nuclear