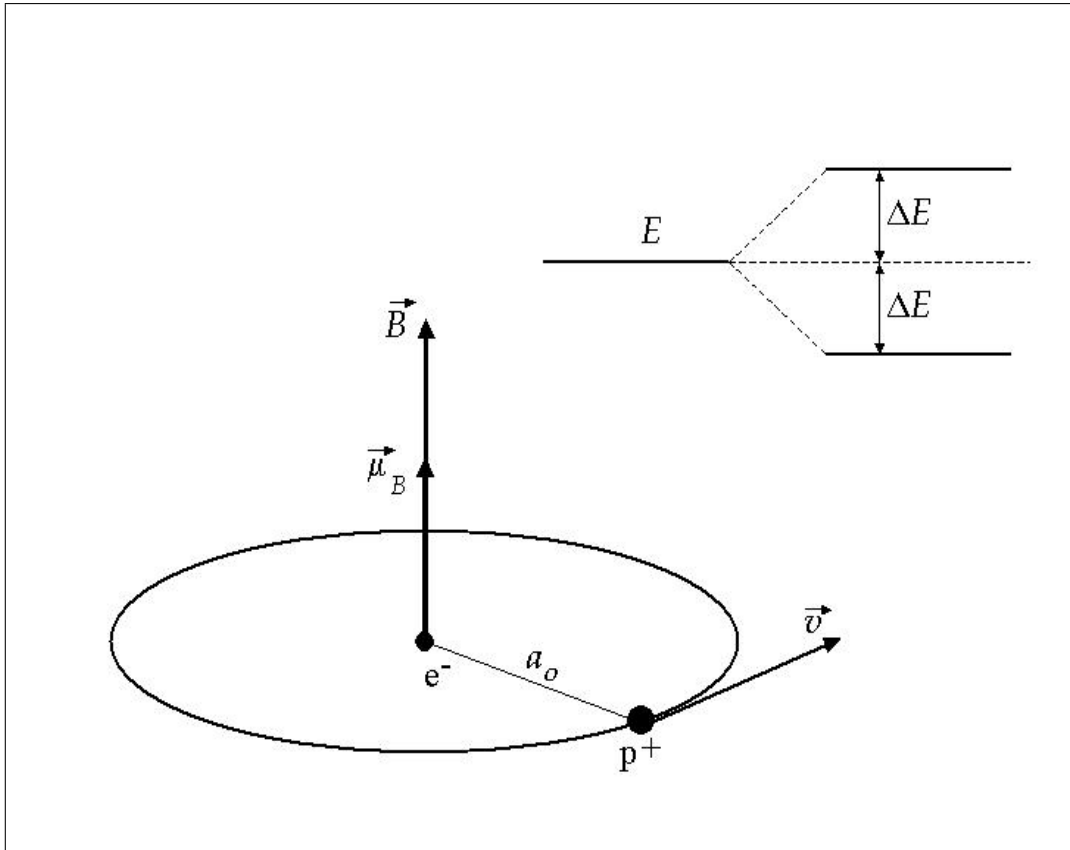


Acoplamiento espín-órbita

Estimar el orden de magnitud del acoplamiento espín-órbita usando el modelo de Bohr.

Solución



Datos:

$$\begin{aligned}a_0 &= 0,529 \cdot 10^{-10} \text{ m} \\v &= 2,19 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\\mu_B &= 9,274 \cdot 10^{-24} \text{ A} \cdot \text{m}^2 \\\mu_0 &= 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}} \\e &= 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}\end{aligned}$$

Consideremos la primera órbita de Bohr. Desde un sistema de referencia en el que el electrón está fijo, es el protón el que da vueltas en una circunferencia con el radio de Bohr a_0 y en el centro se encuentra el electrón. En este modelo aproximado podemos asimilar que el movimiento del protón es equivalente a una espira circular que en su centro genera un campo magnético

$$B = \frac{\mu_0 I}{2a_0}$$

La intensidad de corriente I la calcularemos como el cociente entre la carga del protón e y el periodo de la órbita T

$$I = \frac{e}{T}$$

Este periodo lo obtenemos a partir de la velocidad v en la órbita de Bohr

$$v = \frac{2\pi a_0}{T} \Rightarrow I = \frac{ev}{2\pi a_0}$$

con lo que el campo magnético en el centro de la espira es

$$B = \frac{\mu_0 ev}{4\pi a_0^2} = 12,54 T$$

campo elevado que difícilmente se consigue en los laboratorios.

En el centro de esta espira se encuentra el electrón, que por ser una partícula cargada con espín, posee un momento magnético de aproximadamente un magnetón de Bohr μ_B . Entonces, debido a la interacción con el campo magnético, el electrón tiene una energía potencial magnética

$$U = \pm\mu_B B$$

dependiendo si el espín es paralelo o antiparalelo al campo B .

Esto hace que un nivel de energía E se desdoble en dos niveles con energías

$$E + \Delta E \text{ y } E - \Delta E$$

con $\Delta E = \mu_B B = 1,163 \cdot 10^{-22} J$. Para el doblete del sodio se mide experimentalmente el valor $\Delta E = 1,7 \cdot 10^{-22} J$, por lo que vemos que el modelo usado, si bien cualitativamente es correcto, sólo proporciona el orden de magnitud para el acoplamiento espín-órbita. Para un cálculo más correcto habría que usar la ecuación de Schrödinger en vez del sencillo modelo de Bohr.