# Resonancia Paramagnetica Spin Electrón

Majo[1] and Martin[1]
[1] *Colegio de Ciencias e Ingeniería, USFQ, Quito, Ecuador*
(Dated: December 1, 2021)

Hola Abstract, este es un pequeño resumen del documento presentado

## I. INTRODUCCIÓN

Lo que es, de donde sale, quien lo descubrio, lo que dice en wikipedia y que vamos a decir en paper

## II. CUÁNTICA DEL SISTEMA

### A. Prototipo Hamiltoniano

El prototipo basico de RPE es una interaccion entre 2 particulas de Spin 1/2, el proton del nucleo con spin $\vec{I}$ y el del $e^-$ $\vec{S}$. El hamiltoniano del sistema electron nucleo puede escribirse con terminos de la interacción entre los 2 spines $\vec{I}\cdot\vec{S}$ y los terminos de Zeeman $g\beta\vec{H}\cdot\vec{J}$, si asumimos que el $\vec{H}$ esta en $z$ tenemos

$$\hat{\mathcal{H}} = H(g_e\beta\hat{S}_z - g_N\beta_N\hat{I}_z) + T\vec{S}\cdot\vec{I} \tag{1}$$

### B. Prototipo Solución

Para la solución vamos a usar la base de spin nucleo y electron acoplada $\hat{\vec{J}} = \hat{\vec{S}} + \hat{\vec{L}}$. En el orden $|0,0\rangle$, $|1,-1\rangle$, $|1,0\rangle$, $|1,+1\rangle$. En esta base y usando el hecho que $2\hat{\vec{I}}\cdot\hat{\vec{S}} = \hat{J}^2 - \hat{S}^2 - \hat{I}^2$ tenemos la matriz de $\hat{\mathcal{H}}$

$$\hat{\mathcal{H}} = \begin{pmatrix} -\frac{3}{2}T\hbar^2 & 0 & -\frac{H\hbar}{2}(g_e\beta_e + g_N\beta_N) & 0 \\ 0 & -\frac{H\hbar}{2}(g_e\beta_e - g_N\beta_N) + \frac{T\hbar^2}{4} & 0 & 0 \\ -\frac{H\hbar}{2}(g_e\beta_e + g_N\beta_N) & 0 & \frac{T\hbar^2}{4} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{H\hbar}{2}(g_e\beta_e - g_N\beta_N) + \frac{T\hbar^2}{4} \end{pmatrix}$$

Los valores propios del hamiltoniano o las energias posibles del sistema son

$$E_1 = \frac{\hbar}{4}(T\hbar - 2H(g_e\beta_e - g_N\beta_N))$$
$$E_2 = \frac{\hbar}{4}(T\hbar + 2H(g_e\beta_e - g_N\beta_N))$$
$$E_3 = \frac{\hbar}{8}\left(-5T\hbar - \sqrt{\frac{8^2H^2}{2^2}(g_e\beta_e + g_N\beta_N)^2 + 7^2T^2\hbar^2}\right)$$
$$E_4 = \frac{\hbar}{8}\left(-5T\hbar + \sqrt{\frac{8^2H^2}{2^2}(g_e\beta_e + g_N\beta_N)^2 + 7^2T^2\hbar^2}\right)$$

usando la aproximacion comun en RPE de $(g_e\beta_e + g_N\beta_N)^2H^2 >> T^2\hbar^2$ y la serie $\sqrt{1+\epsilon^2} = 1 + \frac{\epsilon^2}{2} - \frac{\epsilon^4}{8} + ...$ podemos tomar $\epsilon = \frac{7}{4}\frac{T\hbar}{H(g_e\beta_e+g_N\beta_N)}$ y el termino de la raiz se aproxima a

$$4H(g_e\beta_e + g_N\beta_N) \times \left(1 + \frac{7^2}{2\times 4^2}\frac{T^2\hbar^2}{H^2(g_e\beta_e + g_N\beta_N)^2}\right)$$

con el error dependiendo de $\epsilon^4$

$$E_1 = \frac{\hbar}{4}(T\hbar - 2H(g_e\beta_e - g_N\beta_N))$$
$$E_2 = \frac{\hbar}{4}(T\hbar + 2H(g_e\beta_e - g_N\beta_N))$$
$$E_3 \approx -\frac{5}{8}T\hbar^2 - \frac{H\hbar}{2}(g_e\beta_e + g_N\beta_N) - \frac{7^2}{8^2}\frac{T^2\hbar^2}{H(g_e\beta_e + g_N\beta_N)}$$
$$E_4 \approx -\frac{5}{8}T\hbar^2 + \frac{H\hbar}{2}(g_e\beta_e + g_N\beta_N) + \frac{7^2}{8^2}\frac{T^2\hbar^2}{H(g_e\beta_e + g_N\beta_N)}$$

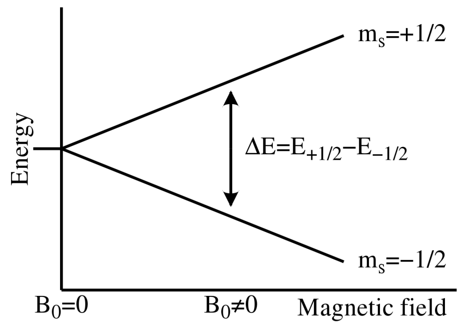


FIG. 1: Diagrama de diferencia de Energia

### C. interacción Spin Campo

## III. APLICACIONES

### A. Espectroscopia

### B. Metales

### C. Datacion