

TALLER DE LABORATORIO

RESONANCIA DE ESPIN ELECTRÓNICO

Tópicos relacionados.

Molécula de Dipenil-Picril-Hidrazil (DPPH), Efecto ZEEMAN, Factor Giromagnético, Factor de Landé, Transiciones por Resonancia de Espin Electrónico.

Objetivos.

1. Calcular el valor del factor giromagnético del electrón a partir de la resonancia de espin, entre los subniveles Zeeman que se observa en la molécula de Dipenil-Picril-Hidrazil, DPPH, cuando se somete a un campo magnético.
2. Calcular el Espaciamiento energético entre los subniveles Zeeman.

Materiales	Referencia	Cantidad
Resonador ESR		1
Fuente de poder ESR		1
Fuente de poder universal		1
Osciloscopio, 30MHz, 2 canales		1
Multímetro Digital		1
Cables		7
Adaptadores BNC, conexiones al osciloscopio		4



Figura 1: Montaje para Resonancia de Espin Electrónico

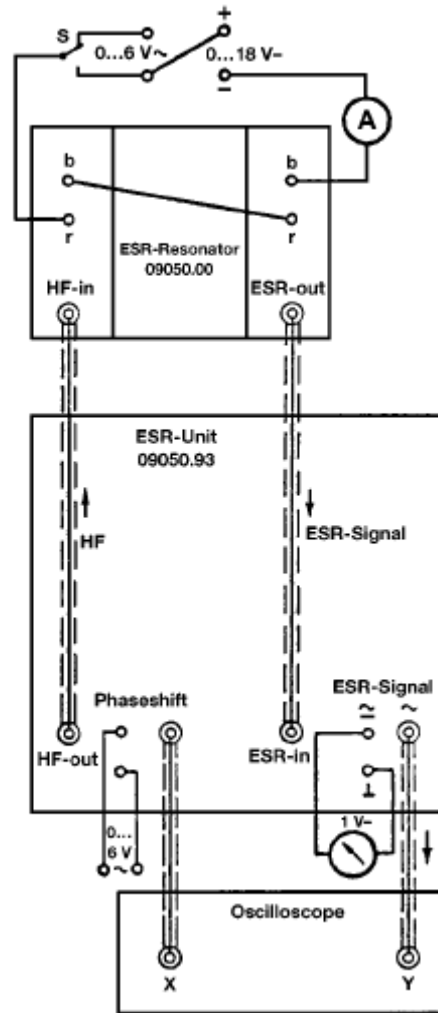


Figura 2 : Esquema de conexión del experimento ESR

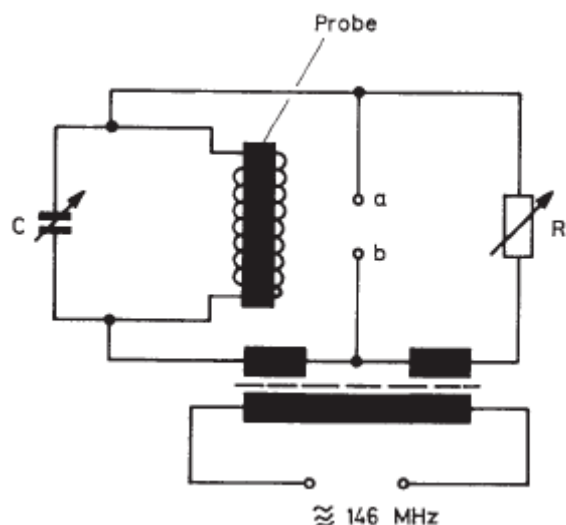


Figura 3: estructura del Circuito Resonante

Montaje y procedimiento.

El proceso de medida se basa en un puente de equilibrio (figura 3), el circuito es alimentado con una frecuencia de 146MHz (esta es la frecuencia del campo magnético oscilante, que se fija para mayor simplicidad, a diferencia del resto de las técnicas espectroscópicas). Una de las ramas del puente (resonador), corresponde a una resistencia variable y la otra a un circuito LC de alta calidad, la muestra de DPPH se encuentra en el interior de la bobina. En el equilibrio la diferencia de potencial entre los puntos a y b es nula, cuando se da la condición de resonancia la diferencia de potencial en estos puntos es no nula, traduciéndose en una caída de potencial observada en el osciloscopio. El campo magnético constante (que causa la separación entre los dos subniveles Zeeman) es creado por un par de bobinas de Helmholtz que se encuentran en el resonador y que son conectadas en serie por la unión de un enchufe rojo con un enchufe azul (figura 1), en estas bobinas se aplica una corriente directa I_c , el campo creado por las bobinas es de la forma:

$$B_c = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \mu_0 \frac{N I_c}{r}$$

$$= 4.16285 \times 10^{-3} \text{ T/A} \cdot I_c$$

Con N el número de espiras y r el radio de cada bobina, la separación entre los subniveles Zeeman es de la forma:

$$\Delta E = \mu_B g_s B_c$$

Con μ_B como el magnetón de Bohr y g_s el factor giromagnético a hallar. Por la relación de Bohr sabemos que cuando se cumple la condición de resonancia (transición entre los subniveles Zeeman):

$$h\nu = \mu_B g_s B_r$$

Con $\nu=146\text{MHz}$, y B_r es el campo magnético obtenido por la corriente a la cual ocurre resonancia, $I_c=I_r$, de estas ecuaciones se puede obtener el factor giromagnético:

$$g_s = \left(\frac{5}{4}\right)^{3/2} \frac{h\nu}{\mu_B \mu_0} \frac{r}{N I_r}$$

$$= 2.505823 \text{ A} \frac{1}{I_r}$$

Obsérvese que el cálculo del factor giromagnético, solo se limita a encontrar la corriente de resonancia que puede ser medida directamente del amperímetro digital (recuerde que la corriente de resonancia se conocerá al observarse la caída de potencial en el osciloscopio). Para calcular esta corriente primero balancee el puente (sin campo magnético externo): "R" en el resonador es puesta en su posición central y "C" en su posición mas baja, en la fuente de poder ESR la tecla 8 (Bridge Balance)¹ es presionada la línea que aparece en el osciloscopio es puesta a cero con 12 "Zero", Luego la señal es buscada así: la corriente es variado alrededor de los 1.1A a 1.3A, el botón 10 es presionado, y la señal se centra a cero con 12, la señal se busca ahora variando "C" para cada valor de corriente (operando el osciloscopio a modo XY)², luego la señal de caída de potencial aparecerá en el osciloscopio, para hacer coincidir las líneas use el botón 13 (Phase)

NOTAS: ¹ Se recomienda, que antes de realizar el laboratorio, lea el Manual de Operaciones del mismo en el que aparece en forma detallada el funcionamiento de la fuente de poder ESR y el resonador. ² tenga cuidado con la conexiones de los canales (vea la figura 1), si desea puede cambiar la sensibilidad del osciloscopio para una mejor visualización.

Advertencia: El resonador puede soportar una corriente máxima de 1.5A, tenga cuidado al momento de suministrar la corriente.

Evaluación.

1. Con el valor de la corriente de resonancia obtenido, calcule el factor giromagnético, haciendo uso de la ecuación que liga a estos
2. Calcule el porcentaje de error de esta medida ¿Puede afirmar que se obtuvo gran precisión en la medida?
3. ¿Puede encontrar a partir de los datos obtenidos el Factor de Landé de la molécula de DPPH? ¿sí? ¿no? ¿porque?. Tenga en cuenta la características magnéticas de la molécula de DPPH
4. Calcule el espaciamiento energético entre los subniveles Zeeman ¿es apreciable este valor?