



EXERCICES

- Observer la courbe de résonance du DPPH.
- Déterminer la fréquence de résonance en fonction du champ magnétique.
- Déterminer le facteur de Landé de l'électron libre.

OBJECTIF

Mise en évidence de la résonance paramagnétique électronique sur du DPPH

RESUME

La résonance paramagnétique électronique (RPE), appelée aussi résonance de spin électronique (ESR) est basée sur l'absorption d'énergie par des matériaux comportant des électrons non appariés qui sont placés dans un champ magnétique statique externe. L'énergie est prise dans un champ magnétique alternatif haute fréquence qui est perpendiculaire au champ statique. Si la fréquence du champ alternatif correspond à la fréquence de résonance, l'impédance de la bobine remplie du matériau analysé est modifiée par résonance et on peut observer une déviation sur l'oscilloscope. Le radical libre stable 1,1-diphényl-2-picryl-hydrzyl (DPPH) est un matériau adéquat pour la réalisation de ce test.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Equipement de base pour RSE/RME (230 V, 50/60 Hz)	1000638 ou
	Equipement de base pour RSE/RME (115 V, 50/60 Hz)	1000637
1	Équipement complémentaire RSE	1000640
1	Oscilloscope analogique, 2x30 MHz	1002727
2	Cordon HF	1002746

3

GENERALITES

La résonance paramagnétique électronique (RPE) est basée sur l'absorption d'énergie par des matériaux comportant des électrons non appariés qui sont placés dans un champ magnétique statique externe. L'énergie est prise dans un champ magnétique alternatif haute fréquence qui est perpendiculaire au champ statique. Si la fréquence du champ alternatif correspond à la fréquence de résonance, l'impédance de la bobine remplie du matériau analysé est modifiée par résonance et on peut observer une déviation sur l'oscilloscope. La cause de l'absorption par résonance est le « basculement » du moment magnétique de l'électron libre. La fréquence de résonance dépend de la puissance du champ magnétique statique, la largeur du signal de résonance de son homogénéité.

Dans le champ magnétique B , le moment magnétique d'un électron avec un magnétisme de spin pur prend les états discrets

$$(1) \quad E_m = -g_j \cdot \mu_B \cdot m \cdot B, \quad m = -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$$

$$\mu_B = 9,274 \cdot 10^{-24} \frac{J}{T} : \text{le magnéton de Bohr}$$

$$g_j = 2,0023 : \text{le facteur de Landé.}$$

Par conséquent, la distance entre les deux niveaux d'énergie est de

$$(2) \quad \Delta E = g_j \cdot \mu_B \cdot B$$

L'effet de résonance est atteint au moment précis où la fréquence f du champ magnétique alternatif remplit la condition

$$(3) \quad h \cdot f = \Delta E,$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} : \text{constante de Planck.}$$

Dans l'expérience, la résonance paramagnétique électronique est mise en évidence avec du 1,1-diphényl-2-picryl-hydrzyl (DPPH), un composé organique dont les molécules présentent un électron non apparié. Le champ magnétique statique est généré par une paire de bobines de Helmholtz et traversé par un signal en dents de scie entre zéro et la valeur maximale $B_{\max} = 3,5 \text{ mT}$. À présent, on recherche la fréquence f à laquelle l'absorption par résonance est générée à une position précise de la dent de scie, c.-à-d. pour un champ magnétique prédéterminé.

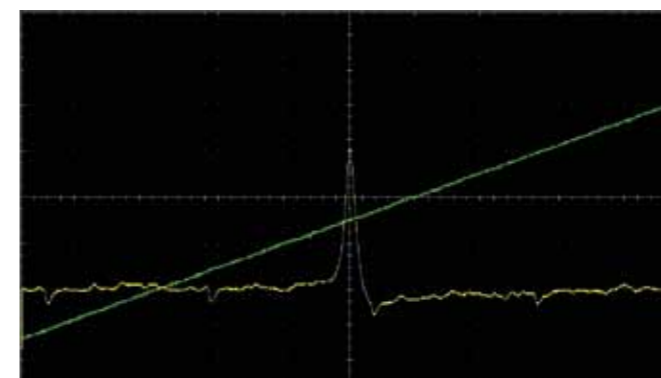


Fig. 1 Signal d'absorption et évolution temporelle du champ magnétique dans le cas d'un essai de résonance paramagnétique électronique sur du DPPH

EVALUATION

À partir de (2) et (3), on déduit la relation suivante entre la fréquence de résonance f et le champ magnétique B .

$$f = g_j \cdot \frac{\mu_B}{h} \cdot B$$

Les valeurs mesurées se situent dans les limites de la précision de mesure sur une droite passant par l'origine, dont la pente permet de calculer le facteur de Landé.

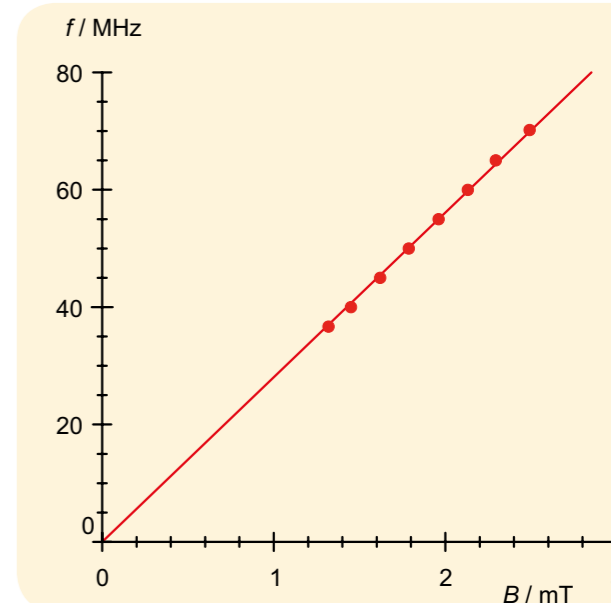


Fig. 2 Fréquence de résonance f en fonction du champ magnétique B

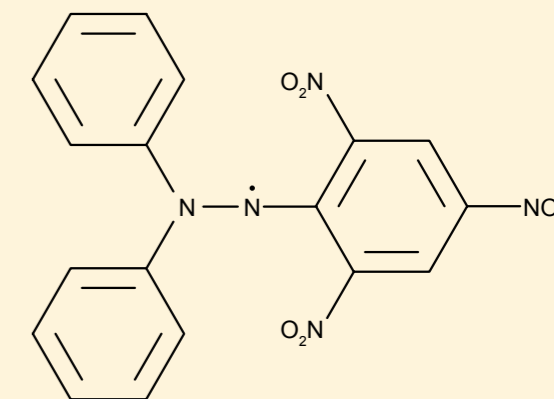


Fig. 3 Structure moléculaire du DPPH