

EXERCICES

- Mettre en évidence la résonance magnétique nucléaire de la glycérine, du polystyrène et du téflon.
- Déterminer la fréquence de résonance pour un champ magnétique fixe.
- Comparer avec les facteurs g des noyaux ^1H et ^{19}F .

OBJECTIF

Mise en évidence et comparaison de la résonance magnétique nucléaire de la glycérine, du polystyrène et du téflon

RESUME

La résonance magnétique nucléaire (RMN) fonctionne par le biais d'absorption d'énergie par certains matériaux possédant un noyau magnétique et 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 glycérine, le polystyrène et le téflon sont des matériaux adéquats dont on utilise le moment magnétique du noyau ^1H ou du noyau ^{19}F .

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Équipement de base pour RSE/RME (230 V, 50/60 Hz)	1000638 ou
	Équipement de base pour RSE/RME (115 V, 50/60 Hz)	1000637
1	Équipement complémentaire RME	1000642
1	Oscilloscope analogique, 2x30 MHz	1002727
2	Cordon HF	1002746

3

GENERALITES

La résonance magnétique nucléaire (RMN) fonctionne par le biais d'absorption d'énergie par les matériaux possédant un noyau magnétique et 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 une transition entre les états énergétiques du moment magnétique du noyau dans le champ magnétique. 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 noyau de spin I prend les états discrets

$$(1) \quad E_m = -g_l \cdot \mu_k \cdot m \cdot B, \quad m = -I, -I + 1, \dots, I$$

$$\mu_k = 5,051 \cdot 10^{-27} \frac{\text{J}}{\text{T}} : \text{magnéton nucléaire}$$

$$g_l : \text{facteur } g \text{ du noyau atomique.}$$

Par conséquent, la distance entre deux niveaux d'énergie est telle que

$$(2) \quad \Delta E = g_l \cdot \mu_k \cdot B$$

Lorsque les états énergétiques remplissent les conditions de résonance, un champ magnétique de fréquence f placé perpendiculairement au champ statique crée des transitions entre les états énergétiques voisins. La résonance est atteinte 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 magnétique nucléaire est testée sur la glycérine, le polystyrène et le téflon, où l'isotope ^1H contribue à la résonance dans la glycérine et le polystyrène et l'isotope ^{19}F y contribue dans le téflon. Le champ magnétique statique est généré en majeure partie par un aimant permanent. On y ajoute par addition le champ magnétique statique d'une paire de bobines de Helmholtz qui est traversé par un signal en dents de scie entre zéro et la valeur maximale. À présent, on recherche la fréquence f où l'absorption de résonance a lieu dans un champ magnétique prédéfini que nous placerons pour simplifier au centre du signal en dents de scie.

EVALUATION

Dans la littérature, les facteurs g des noyaux impliqués ont les valeurs suivantes : $g_l(^1\text{H}) = 5,5869$ et $g_l(^{19}\text{F}) = 5,255$.

À partir de (2) et (3), on a pour la fréquence de résonance f dans un champ magnétique B l'équation :

$$f = g_l \cdot \frac{\mu_k}{h} \cdot B$$

Les fréquences de résonance pour différents noyaux dans un même champ magnétique sont donc situées dans le même rapport que les facteurs g :

$$\frac{f(^{19}\text{F})}{f(^1\text{H})} = \frac{g_l(^{19}\text{F})}{g_l(^1\text{H})} = 94\%$$

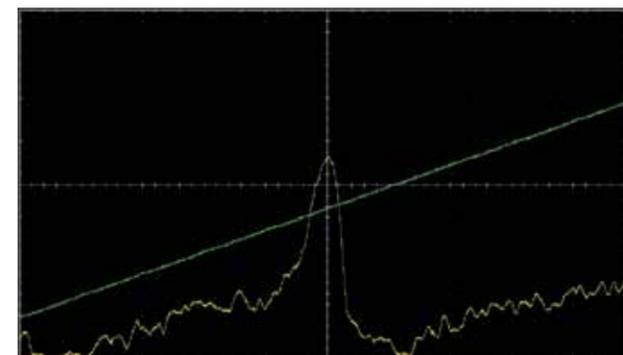


Fig. 1 Résonance magnétique nucléaire de la glycérine ($f = 12,854 \text{ MHz}$)

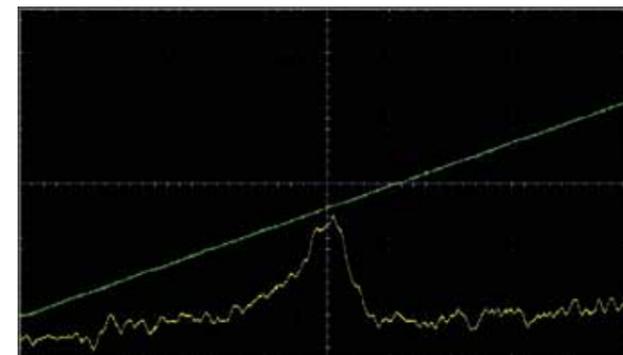


Fig. 2 Résonance magnétique nucléaire du polystyrène ($f = 12,854 \text{ MHz}$)

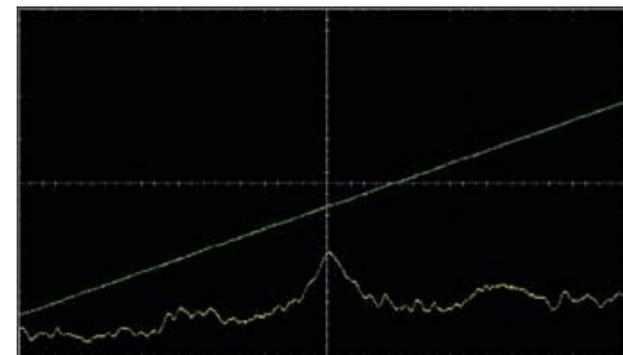


Fig. 3 Résonance magnétique nucléaire du téflon ($f = 12,1 \text{ MHz}$)