



### TAREFAS

- Comprovação da ressonância magnética nuclear em glicerina, poliestireno e Teflon.
- Determinação das frequência de ressonância em campo magnético fixo.
- Comparação com os fatores  $g$  de núcleos  $^1\text{H}$  e  $^{19}\text{F}$ .

### OBJETIVO

Comprovação e comparação da ressonância magnética nuclear em glicerina, poliestireno e Teflon

### RESUMO

A ressonância magnética nuclear (RMN) baseia na absorção de energia por materiais com magnetismo nuclear que se encontram em campo magnético constante externo. A energia é obtida de um campo alternado de alta frequência que é irradiado perpendicularmente ao campo constante. Se a frequência do campo alternado corresponder à frequência da ressonância, a impedância da bobina de emissão preenchida com o material se alterna em ressonância, tornando visível uma variação no osciloscópio. Materiais adequados para isto são glicerina, poliestireno e Teflon, em que o momento magnético do núcleo  $^1\text{H}$  ou  $^{19}\text{F}$  é utilizado.

### APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo Nº
1	Kit de aparelhos básicos para ESR/NMR (230 V, 50/60 Hz)	U188031-230 ou
	Kit de aparelhos básicos para ESR/NMR (115 V, 50/60 Hz)	U188031-115
1	Conjunto complementar para NMR	U189021
1	Osciloscópio analógico, 2x30 MHz	U11175
2	Cabo HF	U11255

3

### FUNDAMENTOS GERAIS

A ressonância magnética nuclear (RMN) baseia na absorção de energia por materiais com magnetismo nuclear que se encontram em campo magnético constante externo. A energia é obtida de um campo alternado de alta frequência que é irradiado perpendicularmente ao campo constante. Se a frequência do campo alternado corresponder à frequência da ressonância, a impedância da bobina de emissão preenchida com o material se alterna em ressonância, tornando visível uma variação no osciloscópio. O motivo para a absorção de ressonância é uma transição entre os estados da energia do momento magnético do núcleo no campo magnético. A frequência de ressonância depende da força do campo constante, da largura do sinal de ressonância e sua homogeneidade.

O momento magnético de um elétron com magnetismo de rotação  $l$  assume, no campo magnético  $B$ , os estados discretos

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

$$\mu_k = 5,051 \cdot 10^{-27} \frac{\text{J}}{\text{T}}; \text{ Magneton nuclear}$$

$g_l$ : Fator  $g$  do núcleo atômico

A distância entre os dois níveis, portanto, é de

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

Quando os estados da energia satisfizerem a condição de ressonância, um campo magnético com frequência  $f$  disposto perpendicularmente ao campo magnético estimula transições entre os estados de energia adjacentes. A ressonância é atingida exatamente no momento em que a frequência  $f$  do campo alternado irradiado atende à condição

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

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}; \text{ Constante de Planck}$$

Na experiência, a ressonância magnética nuclear é comprovada em glicerina, poliestireno e Teflon, para a qual contribui, no caso da glicerina e do poliestireno, o isótopo  $^1\text{H}$  e no caso do Teflon, o isótopo  $^{19}\text{F}$ . O campo magnético constante é gerado, em sua maior parte, por um ímã permanente. A isto, é adicionado o campo magnético percorrendo em forma de dente de serra entre o zero e o valor máximo de um par de bobinas Helmholtz. Então é procurada a frequência  $f$  em que ocorre a absorção de ressonância em um campo magnético pré-selecionado, que, para simplificar, corresponde ao centro do dente de serra.

### ANÁLISE

O fator  $g$  dos núcleos envolvidos, conforme a literatura, é de:

$$g_l(^1\text{H}) = 5,5869 \text{ e } g_l(^{19}\text{F}) = 5,255.$$

De (2) e (3) se conclui, para a frequência de ressonância  $f$  em um campo magnético  $B$ .

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

As frequências de ressonância para diferentes núcleos no mesmo campo magnético estão, portanto, na mesma relação que os fatores  $g$ :

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

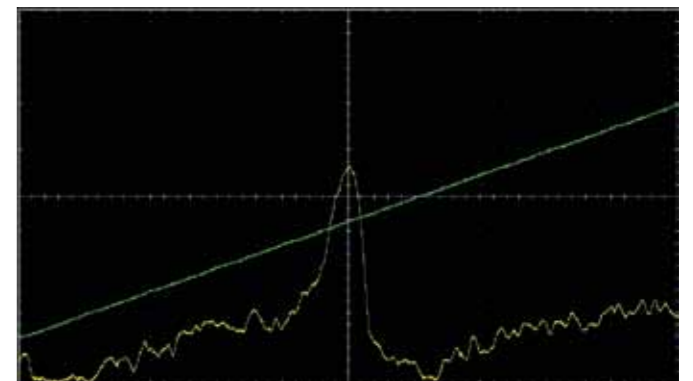


Fig. 1: Ressonância magnética nuclear em glicerina ( $f = 12,854 \text{ MHz}$ )

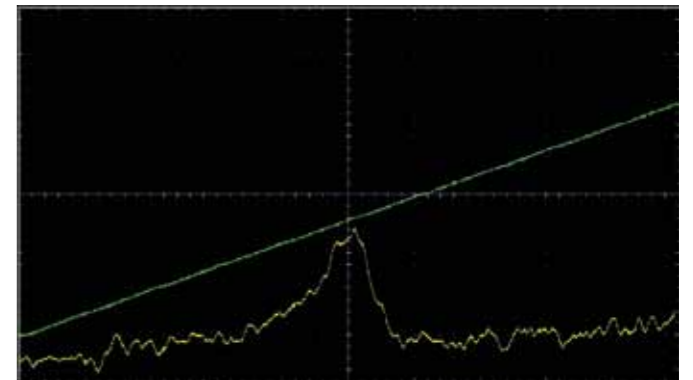


Fig. 2: Ressonância magnética nuclear em poliestireno ( $f = 12,854 \text{ MHz}$ )

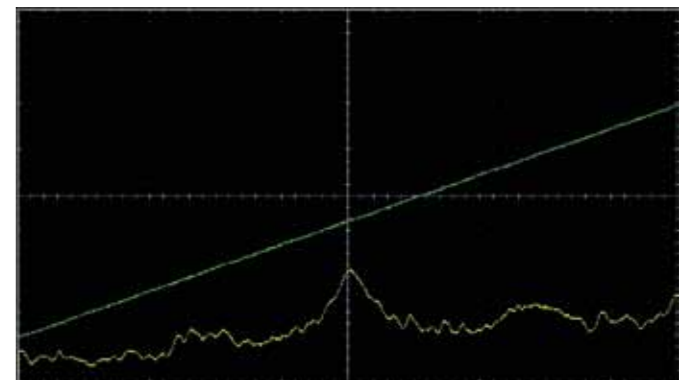


Fig. 3: Ressonância magnética nuclear em Teflon ( $f = 12,1 \text{ MHz}$ )