Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 14 (1961)
Heft: 1

Artikel: La structure de la raie de résonance magnétique des protons du DPPH à basse température
Autor: Reimann, Richard
Kapitel: Introduction
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739559

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

4. Dispositifs expérimentaux 69
a) Spectrographe utilisé 69
b) L'étalonnage du champ de balayage 73
c) Le vase de Dewar 75
5. Résultats 77
Conclusions 81

Introduction

Dans de nombreux domaines de la physique appliquée, tels que:

la spectrographie H.F. nucléaire à haute résolution,
la spectrométrie de masse,
les accélérateurs de particules,
le développement du magnétron,

il est essentiel de pouvoir disposer d'un courant, et plus particulièrement d'un champ magnétique très stable et d'une valeur connue.

Beaucoup de méthodes ont été développées pour stabiliser un champ magnétique comme par exemple la méthode classique du fluxmètre rotatif, l'application de l'effet Hall dans du Germanium ou du silicium, etc.

Mais seules deux méthodes étaient capables de donner des résultats satisfaisants: c'est d'abord l'application du phénomène de la résonance lui-même [1, 19, 31, 32] et l'application d'un dispositif à contreréaction basé sur l'intégration de la loi d'induction [15, 34]. La dernière méthode donne d'excellents résultats pour la stabilité à court terme. Pour la stabilité à long terme la première méthode est cependant plus favorable; en plus elle indique la valeur absolue du champ magnétique avec grande précision. Ces raisons nous ont amené à construire un stabilisateur basé sur le principe de la résonance magnétique.

Le deuxième but que l'on se propose ici, est d'analyser la structure de la raie de résonance des protons du diphényl picryl hydrazyl (DPPH), et d'étudier l'influence des divers facteurs, tels que le champ directeur H et la température T.

Nous avons été orientés vers cette recherche par des travaux antérieurs de Mlle Berthet au Laboratoire d'Electronique et de Radioélectricité de la Sorbonne [8] et de Gutowsky aux Etats-Unis [21].

Ces travaux effectués à environ 25 Mc/s et à 77° K (azote liquide) ont mis en évidence la décomposition du pic de résonance en deux composantes partiellement résolues.

Dans nos expériences nous avons donc cherché à augmenter H, et opérer dans une bande de fréquence allant de 30 Mc/s à 60 Mc/s. Mais on est rapidement limité du côté des champs forts par la saturation des matériaux et l'augmentation corrélative des fuites, qui tend à accentuer l'inhomogénéité du champ H. Il est donc nécessaire de descendre beaucoup en température; nous irons jusqu'à la température de l'hydrogène liquide (20,4° K). Nous ne disposons pas d'hélium liquide au laboratoire, mais dans le domaine de 20,4° K à 1,5° K nous avons pu collaborer avec le professeur Spence de l'Université de Michigan et son groupe. A notre demande, le professeur Spence a bien voulu mener ces expériences. Son appareillage l'obligeait à travailler à 10 Mc/s, mais à la température de l'hélium liquide.

Ainsi nous avons pu obtenir un pouvoir de résolution nettement plus élevé — 10 fois plus grand — que celui obtenu par Gutowsky.

Nous pouvons alors déterminer expérimentalement les coefficients de couplage A des divers protons, et surtout voir de façon plus générale, si la relation, « shift » $\Delta H \sim \frac{H}{T}$ décrite par Gutowsky, est valable aux très basses températures, et si ses hypothèses sont justifiées.

La raie des protons dans le DPPH est déjà large à la température ordinaire où la structure n'est pas résolue. La largeur de raie à mi-hauteur va de 5,2 gauss pour les échantillons cristallisés dans le benzène à 4,9 gauss pour les poudres obtenues à partir de solvant inerte, CS_2 ou CCl_4. Les cristaux ne contiennent alors pas de molécules d'inclusion.

Il est bien clair qu'à 14.000 gauss la résolution de la raie en plusieurs composantes, exige un degré de stabilité du champ magnétique supérieur à 10^{-4}, pendant toute l'exploration qui dure un temps de l'ordre de dix minutes dans le cas le plus défavorable où on explore la raie.

Je me suis d'abord occupé de résoudre ce problème liminaire de stabilité du champ par des moyens aussi simples que possible. J'ai utilisé dans ce but un montage analogue à celui qui me servait de

spectrographe; il m'a permis d'obtenir avec un amplificateur opérationnel assez simple un degré de stabilité de $5\ 10,^{-6}$ surabondant pour le but poursuivi, mais qui peut être fort utile pour d'autres recherches.

I. Stabilisation d'un courant continu.

1. *Bref rappel théorique.*

Pour étudier le système stabilisateur, simplement, sans immobiliser d'électro-aimant inutilement, nous nous sommes appliqués d'abord à stabiliser le courant continu J_0 parcourant deux petites bobines d'Helmholtz en utilisant la résonance électronique d'un échantillon paramagnétique (DPPH). On le place dans un champ magnétique continu H_0 dû à J_0 qui parcourt les bobines d'Helmholtz.

L'expérience fondamentale de la résonance électronique a été faite en 1944 par Zavoïski à l'Université de Kazan [2, 20, 28].

Un échantillon d'un corps paramagnétique étant soumis à un champ magnétique de haute fréquence ν et placé dans un champ magnétique continu H_0 perpendiculaire au dernier, on constate qu'il y a un maximum d'absorption d'énergie lorsqu'on a:

$$\frac{H_0}{\nu} = \frac{h}{g\beta} \tag{1}$$

β = magnéton de Bohr = $0{,}92712031\ 10^{-20}$ erg gauss^{-1}
g = facteur de Landé = $2{,}0036 \pm 0{,}0001$
h = constante de Planck = $6{,}623773\ 10^{-27}$ erg sec.

L'absorption paramagnétique est une conséquence directe de la résonance entre la fréquence de Larmor et celle du champ magnétique H.F. appliqué à l'échantillon. En effet l'énergie d'une particule de spin S se trouve quantifiée en $2S+1$ sous-niveaux d'énergie lorsqu'elle est placée dans un champ magnétique statique, ces sous-niveaux sont tous équidistants à des distances qui dépendent de la grandeur:

$$\Delta E = g\beta H_0 = h\nu \tag{2}$$

ν = fréquence de précessin de Larmor.

Une transition sous l'action d'un champ magnétique H.F. a lieu aussi bien dans un sens que dans l'autre; il faut donc pour qu'une