Effets de relaxation des spins électroniques observés dans la résonance en champ faible

Autor(en): **Beeler, Roland / Béné, Georges / Extermann, Richard**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **10 (1957)**

Heft 2

PDF erstellt am: **03.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-738704

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

$$\tilde{\varphi}(P, p) = \int_{-1}^{+1} du\, g(u) [p^2 + u(P, p) + M^2 - i\varepsilon]^{-3} \tag{22}$$

avec:

$$g(u) \to C(1 - |u|) \quad \text{pour} \quad \varkappa = 0 . \tag{23}$$

L'insertion de (22) dans (11) et l'utilisation de (23) donnent, après un calcul assez laborieux basé sur la technique des représentations de Feynman, le résultat suivant:

$$\tilde{\eta}(k^2) \to - C^2 \frac{8\pi^3}{M\rho} \frac{1}{(k^2 + 16\rho^2)^2} . \tag{24}$$

Ce qui donne (21) si $C = i\pi^{-3/2}(2\rho)^{5/2} M^{1/2}$. Ce coefficient de normation est identique à celui obtenu par Nishijima [2].

BIBLIOGRAPHIE

1. Salpeter, E. E. and H. A. Bethe, *Phys. Rev.*, *84*, 1232 (1951).
2. Nishijima, K., *Prog. of Theor. Phys.*, *10*, 549 (1953); *12*, 279 (1954); *13*, 305 (1955).
3. Mandelstam, S., *Proc. Roy. Soc.*, *233*, 248 (1955).
4. Wick, G. C., *Phys. Rev.*, *96*, 1124 (1954).
5. Cutkosky, R. E., *Phys. Rev.*, *96*, 1135 (1954).
6. Wanders, G., *Phys. Rev.*, *104*, 1782 (1956) et *Helv. Phys. Acta* (sous presse).

Université de Genève.
Institut de Physique.

R. Lacroix et **Ch. Ryter.** — *Influence de la structure fine sur la structure hyperfine en résonance paramagnétique.*

(Voir *Archives des Sciences*, vol. 10, numéro spécial (1957).

Roland Beeler, Georges Béné, Richard Extermann et **Dominique Roux.** — *Effets de relaxation des spins électroniques observés dans la résonance en champ faible.*

La forme des courbes de résonance obtenues lorsque la largeur de raie est de l'ordre de grandeur du champ H_0 peut être établie dans le formalisme classique de Bloch en écrivant que la magnétisation globale de l'échantillon se fait suivant la résultante des deux champs appliqués, c'est-à-dire en ne négli-

geant plus l'amplitude relative du champ oscillant H_1 par rapport au champ constant H_0. Garstens et al. [réf. 1] ont établi ces équations et ont vérifié expérimentalement quelques-unes de leurs conséquences, notamment le déplacement relatif du maximum de la courbe d'absorption en utilisant la résonance électronique du diphényl-picryl-hydrazyl (DPPH).

Il est possible, comme il avait été montré antérieurement aux travaux de Garstens [réf. 2] de déduire beaucoup plus simplement et d'une manière plus générale, le comportement d'un ensemble de dipôles ayant une fréquence propre de résonance, lorsque la période d'un champ (électrique ou magnétique, suivant la nature des dipôles) est de l'ordre de grandeur du temps de relaxation de ces dipôles. Il suffit en effet d'écrire que la fonction caractéristique $\alpha(t)$ de la relaxation des dipôles [réf. 3] n'a pas la forme d'une simple exponentielle comme dans le cas de Debye, mais celle d'une oscillation amortie

$$\alpha(t) = \gamma e^{-t/\tau} \cos(\omega_0 t + \psi)$$

τ étant le temps de relaxation et ω_0 la fréquence de résonance du système, γ et ψ étant deux constantes arbitraires à déterminer.

La magnétisation complexe, mesurée dans le plan perpendiculaire H_0 de forme générale

$$\chi^* = \int_0^\infty \alpha(t)\, e^{i\omega t}\, dt$$

lorsqu'une onde de pulsation ω est appliquée au système, devient alors:

$$\chi^* = \int_0^\infty \gamma e^{-t/\tau} \cos(\omega_0 t + \psi)\, e^{i\omega t}\, dt\,.$$

On en déduit:

$$\chi'(\omega) = \frac{1}{2}\chi_0 \left[\frac{1 + \omega_0(\omega + \omega_0)\tau^2}{1 + (\omega + \omega_0)^2\tau^2} + \frac{1 - \omega_0(\omega - \omega_0)\tau^2}{1 + (\omega - \omega_0)^2\tau^2}\right]$$

$$\chi''(\omega) = \frac{1}{2}\chi_0 \left[\frac{\omega\tau}{1 + (\omega + \omega_0)^2\tau^2} + \frac{\omega\tau}{1 + (\omega - \omega_0)^2\tau^2}\right].$$

Ces équations sont identiques à celles de Garstens et al.; elles nous ont permis de prévoir dès 1952 que si la résonance magnétique était observée dans des conditions telles que la période de résonance propre des dipôles magnétiques est de l'ordre de grandeur du temps de relaxation, les courbes de résonance sont considérablement déformées, et que, en particulier, la position $\omega = \omega_M$ du maximum de la courbe d'absorption n'est pas exactement à la fréquence propre ω_0 du système, mais elle s'en écarte suivant la relation

$$\omega_M = \frac{1}{\tau}\left(1 + \omega_0^2 \tau^2\right)^{1/2}$$

Cette relation a été vérifiée avec précision par Garstens et al. sur le DPPH. Ce produit a malheureusement le défaut d'avoir une raie de résonance de forme géométrique mal définie. Il était intéressant de reprendre cette vérification sur une substance dont la raie de résonance soit très bien définie géométriquement. L'expérience a été faite dans notre laboratoire sur la résonance électronique de la solution (sodium métallique + NH_3 liquide). La forme de cette raie est parfaitement lorentzienne, mais sa largeur est de l'ordre de 20 mG, ce qui a nécessité une étude dans la bande de fréquences 250-60 kC/sec.

Le détail des résultats obtenus, qui a déjà fait l'objet de quelques communications préliminaires [4], sera exposé plus tard; signalons seulement le très bon accord de la théorie avec l'expérience, si l'on ne néglige pas, puisque H_1 est de l'ordre de grandeur de H_0 l'effet des termes de saturation.

Dans la référence citée [2] nous avions également prévu la possibilité d'observer les effets de passage rapide en résonance électronique; de tels effets ont été effectivement découverts depuis: les figures classiques de battements, dont les conditions d'observation sont assez simples à établir ont été observées pour la première fois dans notre laboratoire sur le même échantillon (sol. Na + NH_3 liq.) [réf. 5].

Nous voulons, en terminant, remercier très vivement les physiciens du groupe de M. Schmelzer, à la division PS du CERN, qui en mettant à notre disposition ces échantillons et

en nous informant de résultats préliminaires sur leur étude, ont rendu possible le bon aboutissement de nos expériences.

Elles seront poursuivies, sur la suggestion du professeur Gorter, par l'étude correspondante en champ parallèle.

RÉFÉRENCES

1. GARSTENS, *Physical Review*, *93*, 1238 (1954); GARSTENS, SINGER, RYAN, *P. R.*, *96*, 53 (1954); GARSTENS, KAPLAN, *P. R.*, *99*, 459 (1955); BECKER, *P. R.*, *99*, 1681 (1955).
2. BÉNÉ, EXTERMANN, *Archives des Sciences (Genève)*, *4*, 436 (1951); *P. R.*, *97*, 238 (1955).
3. FRÖHLICH, *Theory of Dielectrics*, chap. 3, Clarendon Press, Oxford, 1949.
4. BEELER, ROUX, *Arch. des Sc. (Genève)*, *9*, fasc. spéc. p. 86 (1956); *Helvetica Physica Acta*, *30*, 216 (1957).
5. BEELER, ROUX, BÉNÉ, EXTERMANN, *C. R. Acad. Sc. (Paris)*, *241*, 472 (1955); *Phys. Rev.*, *102*, 295 (1955).

Université de Genève.
Institut de Physique expérimentale.

E. Geneux et **B. Vincenz.** — *Résonance dipolaire magnétique des atomes de cadmium excités optiquement.*

(A paraître ultérieurement.)

P. Gagnaux, D. Janjic et **B. P. Susz.** — *Préparation et spectres infrarouges de complexes formés par le bromure d'aluminium avec des nitrodérivés aromatiques.*

L'objet de la présente recherche est de préciser, au moyen de la spectrographie infrarouge, la nature de la liaison intervenant dans les composés d'addition formés par le bromure d'aluminium avec des composés organiques renfermant le groupe —NO_2, fortement électrophile, attirant les électrons π du noyau benzénique. Ce déplacement électronique peut être plus ou moins favorisé par la substitution sur le noyau, tout spécialement en position para, de groupes nucléophiles, tels que —CH_3, ou électrophiles, comme —Cl et —NO_2.