Résonance magnétique de niveaux atomiques excités par bombardement électronique

Autor(en): **Pébay, J.-C.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **11 (1958)**

Heft 7: **Colloque Ampère**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-738906

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

Résonance magnétique de niveaux atomiques excités par bombardement électronique

J.-C. Pébay

Laboratoire de Physique, Ecole normale supérieure, Paris

La méthode de la double résonance de Kastler-Brossel a permis l'étude d'une part de nombreux niveaux excités — détermination des durées de vie, facteur de Landé, structure hyperfine — et, d'autre part, des noyaux — moment quadrupolaire [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Mais seuls peuvent être ainsi étudiés des niveaux que l'on peut atteindre par excitation optique ou dans des cas particulièrement favorables par excitation par échelon [8]. Nous nous sommes proposés d'étendre cette méthode en utilisant les résultats acquis par Skinner et quelques autres auteurs [9, 10, 11]: lorsque l'on excite des atomes, par exemple de la vapeur de mercure, par des électrons dont l'énergie est un peu supérieure au seuil d'excitation, les différentes raies sont partiellement polarisées. Il existe donc une inégalité de population dans les sous-niveaux Zeeman des états excités.

Un champ magnétique parallèle au jet d'électrons, ainsi qu'un champ magnétique de haute fréquence perpendiculaire au jet, modifient peu le taux de polarisation. Nous sommes donc dans des conditions où la résonance magnétique est possible [12, 14].

La difficulté essentielle de la méthode a été la présence de résonance cyclotron apparaissant aux facteurs de Landé $g = 2$ et $g = 1$. Ces résonances, assez larges, masquent et déforment les résonances d'origine atomique. En étudiant la géométrie des électrodes et celle du pinceau atomique, nous avons pu pratiquement les éliminer.

L'appareil est réalisé comme le montre schématiquement la figure 1. Le pinceau d'électrons, de section 15×8 mm, a une longueur de 4 mm. Le champ de radiofréquence, d'axe ox ou d'axe oy, dont la fréquence peut varier de 25 à 600 Mcs, est créé par différents systèmes de résonateurs. Le champ magnétique H est dirigé suivant oz.

Expériences sur le mercure.

Nous avons étudié les résonances des niveaux $6\,^3F_4$, $7\,^3P_2$ et celle du niveau $^1D_2$ de configuration électronique $5d^9\,6s^2\,6p$. Les résonances des niveaux $6\,^3F_4$ et $7\,^3P_2$ ont été vues par un effet de cascade en étudiant les variations de polarisation des raies $6\,^3D_3 — 6\,^3P_2$ pour le niveau $6\,^3F_4$ et $7\,^3S_1 — 7\,^3P_2$ pour le niveau $7\,^3P_2$ [13].

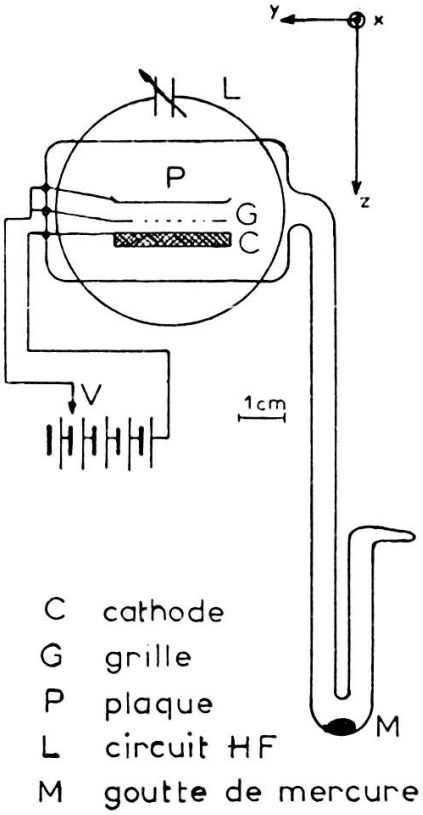

Fig. 1.

Nous avons mesuré la durée de vie de ces niveaux en étudiant les résonances des isotopes pairs du mercure naturel, et leur facteur de Landé g_J. Pour les isotopes 199 et 201, nous avons utilisé des échantillons enrichis. Nous avons déterminé les rapports g_F/g_J qui se sont révélés en excellent accord avec les valeurs théoriques. En outre, par étude du découplage hyperfin I-J, en utilisant une fréquence élevée pour le champ H_1 (594 Mcs pour l'isotope 199, 310 Mcs pour l'isotope 201), nous avons pu déterminer une valeur approchée des structures hyperfines du niveau $6\,^3F_4$. Des mesures précises seront faites ultérieurement en étudiant les transitions haute

fréquence $\Delta F = 1$. Quelques résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous. La figure 2 montre un exemple de courbe de résonance (niveau $6\,^3F_4$, isotope 201).

Niveau	$6\,^3F_4$	$7\,^3P_2$	$5\,^1D_2$
Durée de vie	$4{,}50 \pm 0{,}12\ 10^{-7}$ sec	$2{,}10 \pm 0{,}07\ 10^{-7}$ sec	$1{,}6 \pm 0{,}16\ 10^{-6}$ sec
g_j théorique	1,25	1,5	1
g_j expérimental	$1{,}2477 \pm 0{,}0004$	$1{,}4402 \pm 0{,}0007$	$1{,}1203 \pm 0{,}0003$
Structure hyperfine 199	5650 ± 100 Mcs		
Structure hyperfine 201	1820 ± 100 Mcs 2340 ± 100 Mcs 2860 ± 100 Mcs		

Expériences sur le sodium.

Nous avons récemment commencé l'étude du sodium par cette technique et nous avons décelé les résonances des niveaux $5D_{5/2}$, $4D_{3/2}$, $4D_{5/2}$; il sera

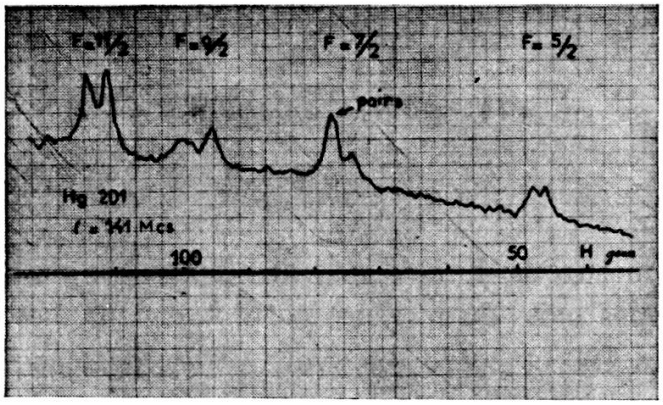

Fig. 2.

donc possible de déterminer la durée de vie et la structure hyperfine de ces niveaux. Les raies issues des niveaux S et P semblent ne pas être polarisées. Aucune résonance n'a été trouvée sur ces raies. Nous espérons créer

des inégalités de population dans ces niveaux en bombardant électroniquement un jet d'atomes de sodium préalablement orientés dans l'état fondamental par pompage optique.

En résumé, cette méthode complète la méthode de double résonance en permettant l'étude de niveaux dont la durée de vie est supérieure à 0,5 10^{-8} seconde, un champ de radiofréquence trop intense perturbant sérieusement les trajectoires électroniques. De nombreux éléments pourront être ainsi étudiés, en particulier les gaz rares.

RÉFÉRENCES

1. Brossel, J., A. Kastler, *C. R.*, *229*, 1213 (1949).
2. ——, F. Bitter, *Phys. Rev.*, *86*, 311 (1952).
3. Sagalyn, P. L., *Phys. Rev.*, *94*, 885 (1954).
4. Althoff, K. et H. Kruger, *Naturw.*, *41*, 368 (1954).
5. Ritter, G. J. et G. W. Series, *Proc. Phys. Soc.*, *A 68*, 455 (1955).
6. Kruger, H., U. Meyer-Berkhout, *Naturw.*, *42*, 94 (1955).
7. Bockmann, K., H. Kruger, E. Recknagel, *Ann. Phys.*, *20*, 250 (1957).
8. Brossel, J. et Mlle C. Julienne, *C. R.*, *242*, 2117 (1956).
9. Skinner, *Proc. Roy. Soc.*, *A 112*, 642 (1926).
10. —— et Appleyard, *Proc. Roy. Soc.*, *A 117*, 224 (1928).
11. Steiner, *Z. Physik.*, *52*, 516 (1929).
12. Pébay-Peyroula, J.-C., J. Brossel, A. Kastler, *C. R.*, *244*, 57 (1957).
13. ——, J. Brossel, A. Kastler, *C. R.*, *245*, 840 (1957).
14. Dehmelt, H. G., *Phys. Rev.*, *103*, 1126 (1956).