Application de la résonance magnétique à l'étude de l'effet Stark du niveau 6^3 P1 de l'atome de mercure

Autor(en): **Blamont, Jacques / Brossel, Jean**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **9 (1956)**

Heft 5: **Colloque Ampère**

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-739027

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

Application de la résonance magnétique à l'étude de l'effet Stark du niveau 6^3P_I de l'atome de mercure

Jacques Blamont et Jean Brossel

Ecole normale supérieure, Paris.

---

1. Nous avons étudié l'effet Stark par résonance magnétique dans l'état excité. Une inégalité de population entre les sous-niveaux Zeeman de l'état 6^3P_I est créée lorsqu'on illumine la vapeur saturante de mercure par la raie de résonance 2537 Å polarisée avec son vecteur électrique parallèle à un champ magnétique extérieur H_0. Le sous-niveau $m = 0$ est alors seul peuplé et la lumière réémise ne contient que des composantes π. Si on induit par un champ haute fréquence des transitions aux sous-niveaux $m = \pm 1$, des composantes σ apparaissent. On détecte ainsi la résonance magnétique par le changement du taux de polarisation de la lumière réémise. Dans l'effet Zeeman, les deux transitions ($m = 0 \longrightarrow m = +1$) et ($m = 0 \longrightarrow m = -1$) ont même fréquence et l'on observe une seule résonance. Si l'on superpose au champ H_0 un champ électrique E_0 parallèle à H_0 les sous-niveaux $m = +1$ et $m = -1$ sont déplacés dans le même sens de la même quantité, le niveau $m = 0$ est déplacé d'une façon différente. Les fréquences ($m = 0 \longrightarrow m = +1$) et ($m = 0 \longrightarrow m = -1$) sont maintenant distinctes. Nous avons observé cet effet [1] pour différentes valeurs du champ magnétique H_0 et pour des champs électriques s'élevant jusqu'à 70 KV/cm.

2. Dans le cas de l'effet Zeeman pur où les trois niveaux sont équidistants, J. Brossel a montré [2] que la forme de raie se déduit de la formule de Majorana qui donne la réorientation d'un moment magnétique par un champ de radiofréquence. Dans le cas de superposition des effets Stark et Zeeman, les niveaux atomiques ne sont plus équidistants. Nous avons résolu le problème de la forme de raie sans avoir recours à aucune approximation, par intégration directe de l'équation de Schrödinger et obtenu l'équation qui représente la forme exacte de la raie. Cette forme dépend de trois facteurs du même ordre de grandeur: durée de vie $1/\Gamma$ du niveau,

intensité du champ de radiofréquence γH_1, séparation Stark des niveaux ε. Les conclusions de la théorie ont déjà été vérifiées sur les points suivants:

a) Soit A le point de fréquence ω_0 où tombe la résonance Zeeman. Les courbes de résonance sont symétriques (quels que soient E_0 et γH_1) par rapport à la verticale passant par A. La figure 1 montre deux exemples de résonance à 29 et à 61 KV/cm;

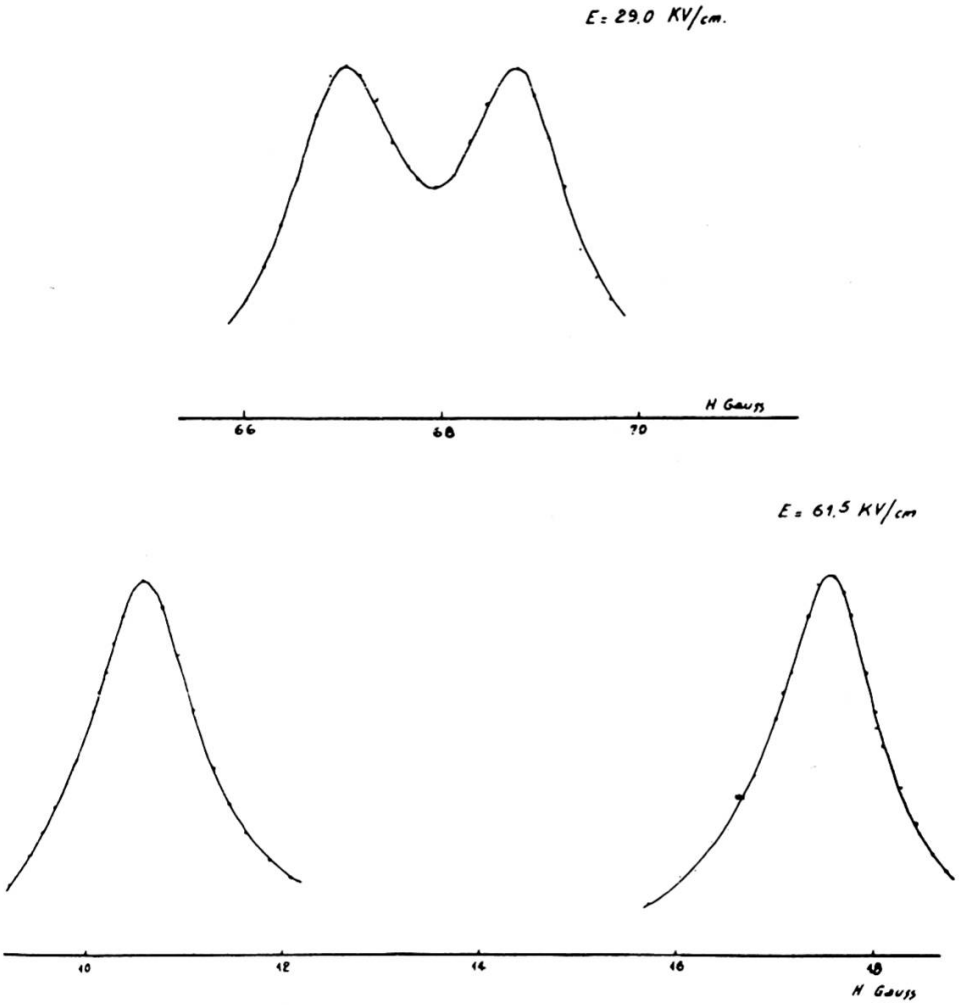

Fig. 1.

b) Le calcul montre que l'ordonnée du point A varie comme $1/\varepsilon^2$ ou encore comme $1/E^4$ si l'effet Stark est quadratique. L'expérience confirme cette conclusion.

c) La distance de A à l'un des maxima ω_m est donnée au second ordre par la formule

$$\omega_m = \varepsilon \left[1 + \frac{(\gamma H_1)^2}{4 \varepsilon^2}\right] \tag{1}$$

La distance des maxima donne donc avec une bonne précision la valeur de l'effet Stark lorsque

$$\varepsilon \gg \gamma H_1$$

Lorsque

$$\varepsilon \gg \gamma H_1 \ , \ \varepsilon \gg \Gamma$$

on peut assimiler la courbe de résonance à la superposition de deux courbes de Lorentz. La formule (1) montre cependant que, pour ε donné, (E_0 fixé) la distance des maxima augmente avec γH_1. Il n'en serait pas ainsi si la courbe de résonance était la superposition de deux courbes de Lorentz indépendantes puisque alors les maxima se rapprocheraient au lieu de s'écarter.

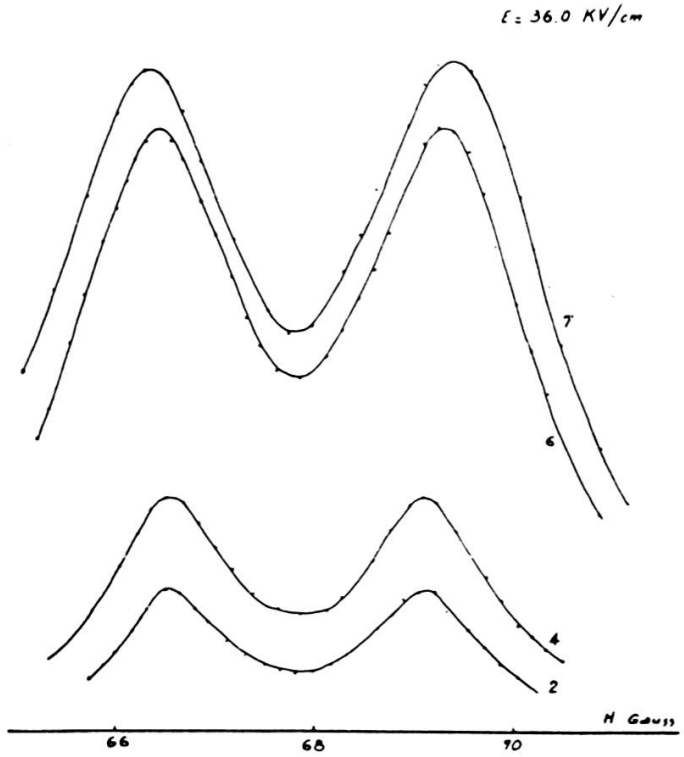

Fig. 2.

La figure 2 montre un effet d'écartement des résonances dans un champ de 36 KV/cm.

3. Entre 40 et 70 KVolts/cm, la distance des maxima $2\omega_m$ diffère peu de 2ε. La figure 3 montre que l'effet Stark observé est quadratique: la courbe ω_m (E^2) est une droite. On voit que en dessous de 40 KV/cm, si l'on porte encore les valeurs de ω_m, distance des maxima pour γH_1 faible,

il continue à en être ainsi jusqu'à 20 KV/cm, valeur en dessous de laquelle les deux raies ne sont plus résolues.

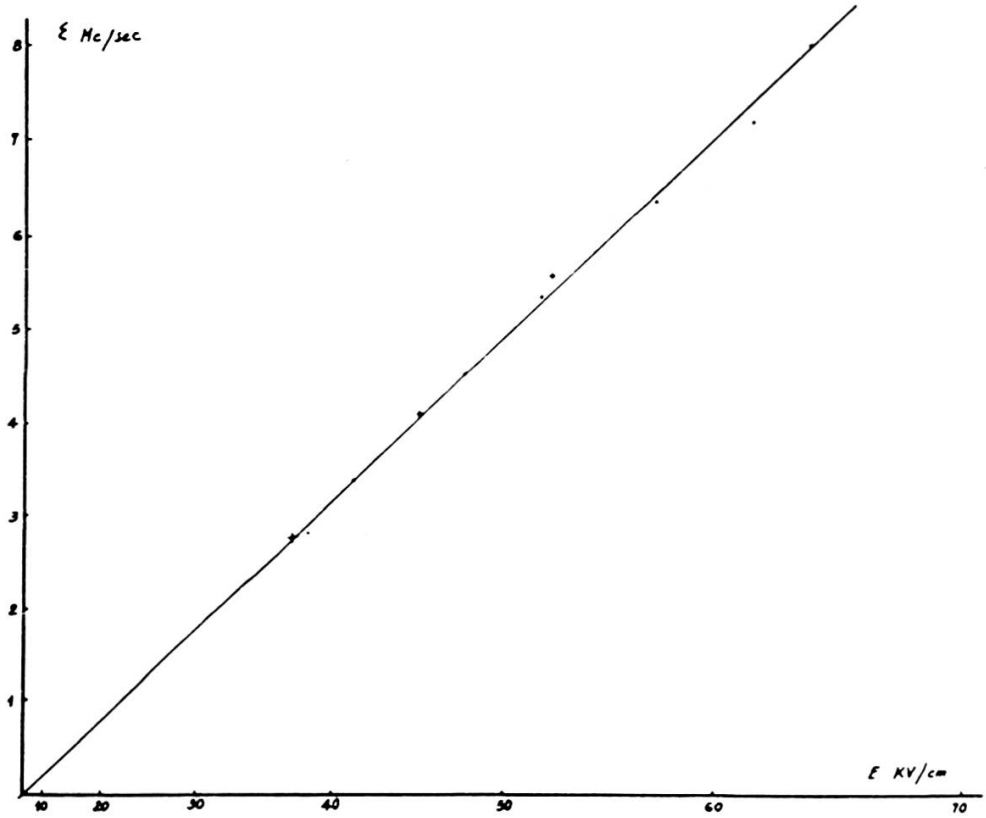

Fig. 3.

4. Nous avons pu observer les résonances ($m_F = -3/2 \longrightarrow m'_F = -1/2$) et ($m'_F = 1/2 \longrightarrow m_F = 3/2$) du niveau hyperfin F = 3/2 de l'isotope Hg^{199} et en mesurer l'effet Stark. La théorie [3] prévoit que dans ce cas (I = 3/2) l'effet Stark vaut:

$$\varepsilon = \left[\frac{m_F^2}{3} - \frac{m_F'^2}{3}\right] \varepsilon_0 ,$$

où ε_0 est l'effet Stark des isotopes pairs. Les premières mesures ont confirmé cette valeur.

---

1. Blamont, J.-E. et Brossel, J., *Comptes rendus*, 1954, *238*, 1487.
2. Brossel, J., *Annales de Physique*, 1952, *7*, 622.
3. Ayant, Y., communication privée.