Zeitschrift: Helvetica Physica Acta

Band: 44 (1971)

Heft: 4

Artikel: Détection optique du couplage dans un état atomique excité entre états "d'orientation" et "d'alignement"

Autor: Faist, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-114298

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: 11.07.2025

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

Détection optique du couplage dans un état atomique excité entre états «d'orientation» et «d'alignement»

par **A. Faist**[1])

Laboratoire d'optique physique, EPF-Lausanne

(29 XII 70)

Résumé. On montre comment le couplage entre états d'alignement et d'orientation d'une vapeur atomique excitée se traduit par des variations de la polarisation de la lumière de fluorescence et on prévoit ainsi le résultat qualitatif des expériences récentes dans lesquelles sont superposés des champs magnétiques et électriques non parallèles.

Dans les expériences décrites dans les références [1] à [8], une vapeur atomique (de spin $J = 1$) initialement «orientée» ou «alignée» dans l'état excité, est soumise à l'influence d'un champ électrique statique ou oscillant, dont la présence permet sous certaines conditions le couplage entre les états «d'orientation» et «d'alignement» de la vapeur.

L'état initial «d'alignement» («d'orientation») est obtenu dans les expériences [1] à [5] en polarisant linéairement (circulairement) la lumière d'excitation. Soient alors $0\,z$ l'axe de propagation et $1/\sqrt{2}\,([\boldsymbol{x}] + [\boldsymbol{y}])$ la direction de *polarisation linéaire* de la lumière d'excitation. Le diagramme de rayonnement de la vapeur atomique dans l'état excité est celui d'un dipôle oscillant D dont le support est $1/\sqrt{2}\,([\boldsymbol{x}] + [\boldsymbol{y}])$. Si nous considérons la décomposition de D selon les axes $0\,x$ et $0\,y$ (Fig. 1), nous pouvons aussi dire que le diagramme de rayonnement de la vapeur est la superposition des diagrammes relatifs aux composantes D_x et D_y. Remarquons que ces composantes *oscillent en phase.*

Si maintenant la lumière d'excitation est *polarisée circulairement,* le diagramme de rayonnement de la vapeur «orientée» est encore la résultante des diagrammes des composantes D_x et D_y, mais celles-ci sont maintenant *déphasées* de $\pi/2$ (Fig. 2).

La modification du déphasage entre les composantes D_x et D_y suffit donc pour expliquer le passage d'un état «d'alignement» à un état «d'orientation» et inversement. On montre dans [8] et [9] que l'application d'un champ électrique convenablement orienté dans le plan x, y permet le couplage entre états «d'alignement» et «d'orientation», ce que nous interpréterons en disant que le champ électrique permet la modification du déphasage entre les composantes D_x et D_y (alors qu'au contraire, le champ magnétique est sans effet sur celui-ci). Intuitivement on peut déjà dire que le champ électrique ne doit pas occuper une position symétrique par rapport aux composantes D_x et D_y. En effet, l'expérience montre que le couplage entre états «d'alignement» et «d'orientation» est maximum lorsque le champ électrique est parallèle à l'une des composantes, *c'est-à-dire à 45° de «l'alignement» initial* représenté par le dipôle D (Fig. 1). De même, l'application d'un champ électrique dans le cas d'une vapeur orientée fera apparaître *un «alignement» dont le support fera un angle de 45° avec E* [9].

[1]) Travail réalisé en partie à l'Institut de physique de la matière condensée, Université de Genève, avec l'appui financier du Fonds national suisse de la recherche scientifique.

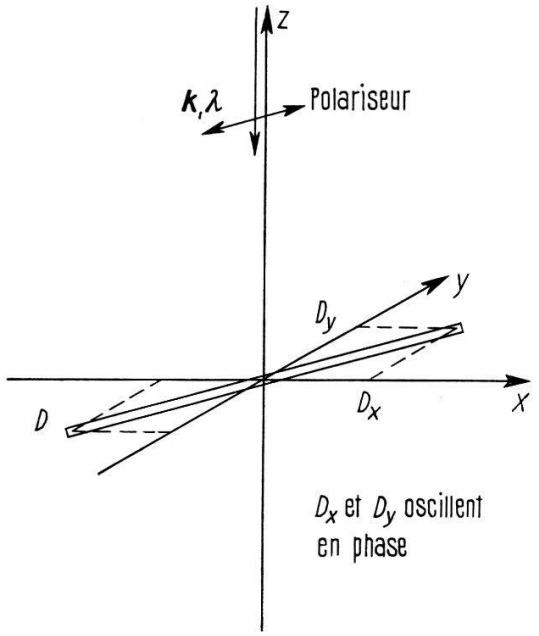

Figure 1

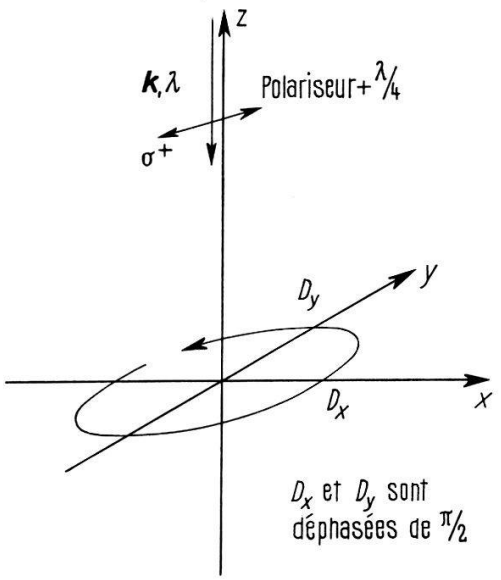

Figure 2

En l'absence de tout effet de relaxation, la vapeur décrirait un cycle au cours duquel elle passerait de l'état «orienté» à des états successivement «aligné», «orienté» et «aligné» (tous distincts les uns des autres) pour finalement revenir à l'état initial [10].

Pratiquement et à cause de l'effet de «relaxation» de l'émission spontanée, l'état de la vapeur ne décrit qu'une partie du cycle. Deux situations simples sont alors particulièrement intéressantes:

a) *Transformation d'un état «d'orientation» en état «d'alignement»*

La vapeur atomique placée dans un état «d'orientation» par l'excitation optique est soumise à l'influence d'un champ électrique E_y (Fig. 3). Il y a alors apparition «d'alignement» (à 45° de E_y). La présence de cet «alignement» peut être mise en évidence par une expérience de dépolarisation magnétique (semblable à l'effet Hanle). Il faut placer H de manière à perturber le moins possible l'orientation initiale: *H sera donc // 0 z c'est-à-dire $\perp$ à E.*

L'observation le long des axes 0 x et 0 y, de l'intensité de la lumière de fluorescence polarisée linéairement (selon 0 y et 0 x) donnera donc lieu à des *courbes de dispersion* [1] et [2].

Au contraire, l'observation «à 45°», c'est-à-dire le long des axes $1/\sqrt{2}\,([\boldsymbol{x}] + [\boldsymbol{y}])$ donnerait des courbes d'absorption.

Ce diagramme de rayonnement est bien celui d'un dipôle oscillant le long de l'axe $1/\sqrt{2}\,([\boldsymbol{x}] + [\boldsymbol{y}])$. Par ailleurs, la présence de E produit un élargissement des courbes par rapport aux courbes Hanle: la largeur Γ du niveau peut être remplacée par une largeur fictive $\Gamma' = \sqrt{\Gamma^2 + \varepsilon^2}$ où $\varepsilon = 2\,|\langle g\,|\,\boldsymbol{E}\cdot\boldsymbol{D}\,|\,f\rangle|^2/W - W_0$.

b) *Transformation d'un état «d'alignement» en état «d'orientation»*

La vapeur atomique est cette fois placée dans un état «d'alignement» par l'excitation optique [4], ou par le bombardement électronique [5] à [8]. Pour qu'il y ait «orientation» de la vapeur sous l'influence du champ électrique, il faut que «l'alignement» initial et le champ électrique soient à 45° l'un de l'autre (Fig. 4).

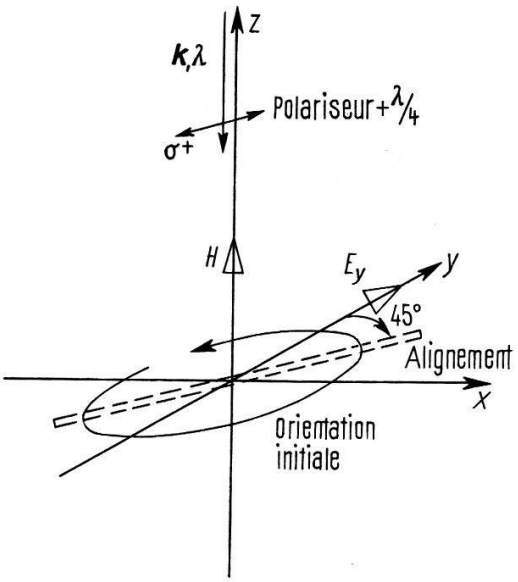

Figure 3

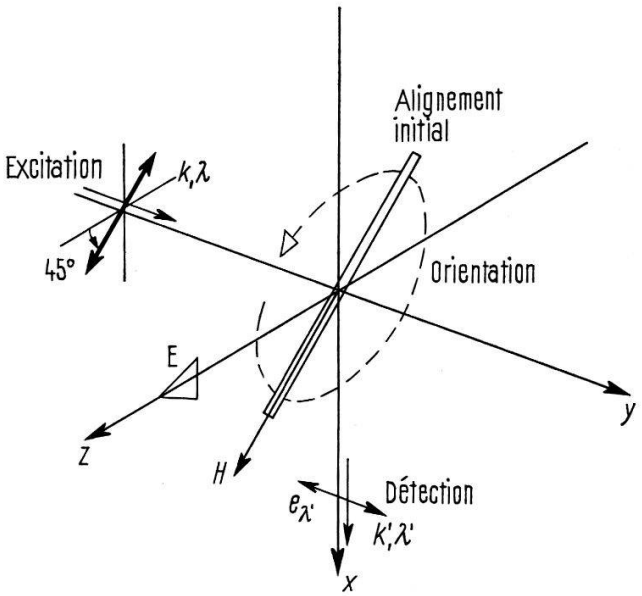

Figure 4

L'apparition d'un état «d'orientation» de la vapeur pourrait se faire en détectant la lumière polarisée circulairement, réémise dans la direction $0\,y$[2]). Mais on peut aussi, en appliquant à nouveau un champ magnétique, observer la dépolarisation magnétique *de la vapeur orientée transversalement* [11]. Pour ne pas perturber l'état initial «d'alignement» de la vapeur, H sera *parallèle à «l'alignement» initial donc à 45° de* E. On observera, en détectant le long de l'axe $0\,x$ la lumière réémise en polarisation linéaire $e_{\lambda'} // 0\,y$, une courbe d'absorption qui, pour les faibles valeurs du champ magnétique est très proche d'une courbe Hanle.

Lorsqu'on augmente la valeur du champ magnétique, le raisonnement présenté ci-dessus cesse d'être valable, la courbe s'éloigne de plus en plus d'une courbe Hanle et l'intensité de la lumière détectée tend vers zéro [9].

Un article détaillé relatif à ce dernier cas paraîtra prochainement. Je remercie les membres du Laboratoire de spectroscopie hertzienne de l'ENS, Paris, de l'intérêt qu'ils ont manifesté pour ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

[1] J. J. Forney et E. Geneux, Phys. Lett. *20*, 632 (1966).
[2] R. Benz, Travail de diplôme Genève (1968) et E. Geneux, OPaLS Warsaw, juin 1968.
[3] M. Droz, Travail de diplôme Genève (1968).
[4] E. Geneux, Communication personnelle.
[5] L. Lombardi et J.-C. Pebay-Peyroula, C. R. Acad. Sc. Paris *265*, 1485 (1965).
[6] L. Lombardi, C. R. Acad. Sc. Paris *265*, 191 (1967).
[7] L. Lombardi et M. Giroud, C. R. Acad. Sc. Paris *266*, 60 (1968).
[8] L. Lombardi, Thèse, Grenoble (1969).
[9] A. Faist, Thèse, Genève (1970).
[10] C. Cohen-Tannoudji et J. Dupont-Roc, Opt. Com. *1*, No 4, 184 (1969).
[11] C. Cohen-Tannoudji et S. Haroche, C. R. Acad. Sc. Paris *261*, 5400 (1965).

[2]) Voir également C. Cohen-Tannoudji et J. Dupont-Roc qui ont réalisé cette expérience sur l'état fondamental ^{201}Hg [10]. L'état d'orientation est détecté en observant le dichroïsme circulaire de la vapeur de ^{201}Hg.