

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 13 (1960)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Résonance paramagnétique du complexe  $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{+++}$  dans un monocristal de  $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6\text{Cl}_3$   
**Autor:** Emch, Gérard / Lacroix, Roger  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-738495>

### 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:** 31.01.2026

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

4. RITTMANN, A., Il meccanismo di formazione delle lave a pillows e dei cosiddetti tufi palagonitici. *Boll. Accad. Gioenia S. Nat. Catania* (IV), 4 (1958), 311-318.
5. VUAGNAT, M., Observations sur les basaltes en coussins de Moses Coulee, Washington, U.S.A. *Arch. Sc.*, Genève, 9 (1956), 222-227.
6. — Les basaltes en coussins d'Aci Castello et du Val di Noto. *Rendiconti Soc. Mineralog. Ital.*, 15 (1959), 311-321.

**Gérard Emch et Roger Lacroix.** — *Résonance paramagnétique du complexe  $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{+++}$  dans un monocristal de  $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6\text{Cl}_3$ .*

Les méthodes de la résonance paramagnétique sont appliquées ici à l'étude de l'effet du champ cristallin des ions  $\text{Cr}^{+++}$  incorporés à un monocristal de chlorure d'aluminium hexahydraté.

Ce sel et le chlorure de chrome homologue ont été étudiés aux rayons X par Carpenter et Andress [1], qui ont montré que la structure est la même et que les paramètres de la cellule rhomboédrique (groupe  $D_{3d}^6$ ) sont très voisins et valent respectivement: angle  $97^\circ$ , côté 7,85 et 7,95 Å.

Il résulte de l'analyse précitée que la symétrie locale autour de l'ion métallique est celle du groupe ponctuel  $C_{3i}$ . Cependant cet ion est soumis en première approximation à un champ électrique cubique dû aux six molécules d'eau qui, situées aux sommets d'un octaèdre dont il occupe le centre, constituent son plus proche voisinage.

Sous l'action du champ cubique, l'état orbital fondamental F de l'ion chrome libre se subdivise en deux niveaux triples et un niveau simple qui est placé le plus bas. Ces deux triplets se dédoublent du reste à leur tour légèrement sous l'action du faible champ trigonal.

Il reste à tenir compte du champ magnétique et de l'interaction spin-orbite qui couple le spin  $S = \frac{3}{2}$  avec les états orbitaux. L'effet de ces deux termes, calculé jusqu'au deuxième ordre de perturbation, s'exprime au moyen de l'hamiltonien de spin

$$\mathcal{H} = \beta[g_{\parallel} B_z S_z + g_{\perp} (B_x S_x + B_y S_y)] + D S_z^2$$

où on a :

$$g_{\parallel} = g_e (1 - \lambda \Lambda_{\parallel}) \quad g_{\perp} = g_e (1 - \lambda \Lambda_{\perp}) \quad D = -\lambda^2 (\Lambda_{\parallel} - \Lambda_{\perp}) .$$

Dans ces relations,  $g_e = 2,0023$  est le facteur gyromagnétique de l'électron,  $\lambda$  est la constante d'interaction spin-orbite, alors que

$\Lambda_{||}$  et  $\Lambda_{\perp}$  sont les composantes d'un tenseur faisant intervenir les éléments de matrice du moment cinétique orbital et les écarts de niveaux dus au champ cristallin.

Lorsque le champ magnétique est nul, le quadruplet de spin se subdivise en deux doublets séparés par l'écart d'énergie  $\Delta U = 2D$ .

Si, suivant Owen [2], on tient compte de la liaison partiellement covalente entre l'ion  $\text{Cr}^{+++}$  et les molécules  $\text{H}_2\text{O}$  voisines, les relations précédentes restent valables, pourvu qu'on multiplie les composantes du tenseur par le facteur  $\alpha^2 < 1$ , où  $(1 - \alpha^2)$  exprime le taux de covalence.

La mesure précise du spectre pour le champ  $\vec{B}$  parallèle à l'axe du cristal, ainsi que celle de la raie centrale du spectre pour  $\vec{B}$  perpendiculaire nous donne, en utilisant comme étalon la raie du diphenyl-picryl-hydrazyl dont le facteur  $g$  vaut 2,0037:

$$\Delta U = 2D = (6,52 \pm 0,01) \cdot 10^{-2} \text{ cm}^{-1}$$

$$g_{||} = 1,9769 \pm 0,0004$$

$$g_{||} - g_{\perp} = (5 \pm 2) \cdot 10^{-4}.$$

La valeur de  $g$  et celle de la constante spin-orbite  $\lambda = 91 \text{ cm}^{-1}$ , jointes à la séparation des niveaux due au champ cubique, connue par les mesures d'absorption optique de Tsuchida et Kobayashi [3], nous permettent de calculer le facteur  $\alpha^2$ . On trouve ainsi  $\alpha^2 = 0,61$ , en excellent accord avec la valeur établie par Owen pour l'alun de chrome.

L'évaluation de l'anisotropie du facteur  $g$  à partir de la valeur expérimentale de  $D$  est aussi en bon accord avec l'expérience:

$$g_{||} - g_{\perp} = -2\lambda\alpha^2(\Lambda_{||} - \Lambda_{\perp}) = +2D/\lambda = 7 \cdot 10^{-4}.$$

Nous tenons à remercier le Fonds national suisse de la recherche scientifique dont l'appui matériel a permis de réaliser cette recherche.

*Université de Genève.  
Institut de Physique.*

#### BIBLIOGRAPHIE

1. ANDRESS, K. R. et C. CARPENTER, *Z. Krist. u. Min.*, 87, 446 (1934).
2. OWEN, J., *Proc. Roy. Soc., A* 227, 183 (1955).
3. TSUCHIDA, R. et M. KOBAYASHI, *Bull. Chem. Soc. Japan*, 13, 471 (1938).