Sur les polraisations magnétiques ou électriques que peuvent provoquer des champs électriques ou magnétiques par voie réversible et irréversible

Autor(en): **Perrier, Albert**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences physiques et naturelles**

Band (Jahr): **4 (1922)**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-741976

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

IV. — Les deux directions à $\pm 50°$ de l'axe ternaire, qui à température ordinaire donnent des modules différents dans un rapport proche de 2 à 1 accusent, *au dessus de* 576°, des déformabilités rigoureusement *égales*, lesquelles vont d'ailleurs aussi en croissant à partir de là.

V. — Cela établit ainsi quantitativement et avec une grande précision que la transformation $\alpha\beta$ est un *passage du système rhomboédrique au système hexagonal.*

L'axe ternaire devient axe senaire et, en outre, les phénomènes élastiques du quartz β ont une *symétrie de révolution* autour de cet axe, ce qui n'est absolument pas le cas du quartz α.

Ces transformations considérables ne sont donc accompagnées d'aucun changement de la physionomie extérieure du cristal. Elles sont en accord avec les expériences de Friedel[1] et aussi avec la disparition des phénomènes piézoélectriques à 576° [2] (l'axe binaire cesse d'être un axe polaire).

Un mémoire détaillé sera publié sous peu.

Albert Perrier (Lausanne). — *Sur les polarisations magnétiques ou électriques que peuvent provoquer des champs électriques ou magnétiques par voie réversible et irréversible.*

L'auteur expose les lignes théoriques devant servir de base dans l'état actuel des connaissances et des moyens techniques pour rechercher la réalisation :

a) d'une polarisation électrique par l'action d'un champ magnétique;

b) d'une polarisation magnétique par l'action d'un champ électrique.

Outre leur importance phénoménologique, ces effets non encore signalés jusqu'ici, ont une grande portée atomistique, car ils permettent de fixer et de comparer entre elles les dissymétries moléculaires possibles des deux espèces. Plaçons-nous dans l'hypothèse des orientations :

L'existence d'une *polarisation* suppose la préexistence dans la molécule d'un moment (doublet) de la nature de cette pola-

[1] G. Friedel. *Bull. d. l. Soc. franç. d. min.*, 25, p. 112, 1902.
[2] Albert Perrier. *Loc. cit.*

risation, mais le fait *de l'orientation elle-même par un champ n'implique pas cette condition.*

Désignons par $\mathfrak{J}$ et $\mathfrak{H}$ les intensités d'aimantation et de champ magnétique et par $\mathfrak{A}$ et $\mathfrak{E}$ les grandeurs électriques corrélatives.

Phénomènes réversibles. — Pour fixer plus facilement les conditions générales de symétrie, il est convenable d'examiner d'abord des phénomènes purement réversibles.

Soit, pour simplifier l'exposé, à examiner l'action d'un champ électrique $\mathfrak{E}$ sur une substance à molécules douée de moment magnétique $\mathfrak{M}_m$. Distinguons trois cas :

I. La molécule possède en même temps un moment électrique $\mathfrak{M}_e$ formant avec $\mathfrak{M}_m$ un angle différent de 90° (il peut en particulier être nul ou 180°).

II. La molécule possède encore deux doublets fixes, mais à angle droit l'un de l'autre.

III. La molécule n'a pas de moment électrique préexistant, mais le moment qu'elle acquiert par déplacement des électrons sous l'action de $\mathfrak{E}$, n'a pas, en général, la direction de ce dernier. En d'autres termes, la polarisabilité de la molécule est anisotrope (elle peut en particulier affecter la symétrie de l'ellipsoïde de révolution). L'auteur montre alors que dans les conditions respectives :

I. L'action de $\mathfrak{E}$, outre la polarisation $\mathfrak{A}$ classique, doit provoquer simultanément une aimantation $\mathfrak{J}$ dont le sens par rapport à celui de $\mathfrak{A}$ dépend de l'angle $\mathfrak{M}_e\mathfrak{M}_m$. Elle peut, à égale raison, provoquer une modification d'une aimantation préexistante éventuelle. Ces effets se renversent avec $\mathfrak{E}$.

II. Un champ électrique provoque bien une orientation moyenne (les axes électriques se rapprochent d'une direction privilégiée), mais celle-ci ne saurait faire apparaître une polarisation magnétique; ou, si cette dernière préexistait, le champ ne pourrait, au moins s'il est suffisamment intense, que l'atténuer. Le renversement de $\mathfrak{E}$ ne modifie rien.

III. Là encore, le champ électrique entraîne une orientation moyenne, mais qui ne peut être accompagnée d'une aimantation. S'il y a une polarisation magnétique préexistante, elle peut être accrue ou diminuée par $\mathfrak{E}$ suivant la situation de $\mathfrak{M}_m$

dans la molécule par rapport aux directions de plus forte et de plus faible polarisabilité. L'effet possible est aussi indépendant du signe de $\mathcal{E}$.

On trouverait les règles pour les phénomènes corrélatifs (polarisation électrique créée ou modifiée par champ $\mathcal{H}$) simplement en remplaçant chaque grandeur par sa correspondante.

Il n'est pas superflu de noter que le cas corrélatif de III (molécules sans moment magnétique mais de polarisabilité anisotrope) se rencontre *aussi*, bien qu'incomparablement moins marqué (biréfringence magnétique de liquides).

Réalisabilité expérimentale. — En considérant des valeurs pour $\mathfrak{M}_m$ de l'ordre de 10^{-21} à 10^{-20} UEM, pour $\mathfrak{M}_e$ de 10^{-18} à 10^{-17} U.E.S., existant simultanément de la même molécule une estimation numérique montre que des champs de quelques centaines de volts/cm peuvent, dans les circonstances les plus favorables possibles, provoquer des phénomènes encore perceptibles avec les moyens actuels les plus perfectionnés.

On trouve de même que l'effet corrélatif des charges électriques développées par champs magnétiques est accessible même un peu plus aisément.

Malheureusement, l'existence simultanée de doublets électriques et magnétiques suffisamment marqués n'est encore établie nettement pour aucune substance.

Quant aux conditions fixées sous III, le calcul montre que, dans les deux sens, le phénomène serait hors de l'atteinte de nos moyens actuels de perception.

Phénomènes irréversibles. — Les phénomènes irréversibles (d'un des côtés, le ferromagnétisme), plus délicats à mettre en œuvre expérimentalement et incomparablement plus complexes à interpréter, doivent cependant, d'après l'auteur, être nettement préférés pour une première tentative d'aimantation par champ électrique.

Une discussion attentive le montre et permet de délimiter les conditions particulières dans lesquelles on a le plus de chances de succès. Elle est facilitée en envisageant comme pivotement irréversible toute rotation faisant passer brusquement un « moment » d'une direction à une autre, différant entre elles d'un angle fini, cette définition s'applique aussi bien aux

« molécules » de l'ancienne théorie d'Ewing qu'aux moments spontanés d'éléments cristallins de la théorie de Weiss, c'est-à-dire s'adapte également aux théories cinétiques.

Il en résulte qu'on doit choisir pour appliquer un champ électrique un état initial non pas à l'origine (état magnétiquement neutre) mais des états représentés par des points sur les branches ascendante et descendante des courbes d'aimantation, cette dernière grandeur affectant des valeurs plutôt faibles (nulle par exemple).

La discussion montre encore que, outre ces avantages *quantitatifs*, la méthode par irréversibilité permet d'accuser des différences même *qualitatives* vis-à-vis des phénomènes réversibles. On peut formuler cette règle : *l'irréversibilité peut être cause d'une dissymétrie plus élevée dans des conditions extérieures égales que la réversibilité*, et, à cause des lois générales de la symétrie des phénomènes, permet d'espérer une plus grande richesse de manifestations.

Cette règle est illustrée par deux exemples importants :

1) dans les conditions III ci-dessus, un champ ne peut produire une polarisation réversible d'une autre espèce; par voie irréversible, au contraire, ce phénomène est parfaitement possible.

2) dans les cas de réversibilité isotrope, l'action de deux champs rectangulaires de même nature est indépendante (cas particulier de la règle de composition de vecteurs). Ce n'est absolument plus le cas avec des ferromagnétiques par exemple; ce fait mérite une attention toute particulière dans les recherches expérimentales (voir communication suivante).

Un résultat essentiel de ces recherches théoriques est qu'elles *donnent une méthode pour mesurer, cas échéant, un moment électrique à partir d'un moment magnétique connu et réciproquement, ce par simple comparaison de grandeurs de même nature.*

L'auteur avait tenté d'abord des réalisations par des expériences simples : cylindres creux de fer et de nickel sièges de courants longitudinaux, avec le dernier métal aussi en partant de l'état β ; elles avaient accusé des effets notablement plus intenses même qu'on était en droit d'attendre, mais

extrêmement capricieux ; ils pouvaient être attribués complètement aux effets parasites de champs magnétiques insuffisamment symétriques (du courant lui-même, de la terre, etc.) la magnétite n'avait rien accusé non plus qui soit exempt d'équivoque.

Depuis lors, des expériences systématiques et soignées ont été exécutées en collaboration avec M. A. J. Staring : elles ont conduit à un résultat net et positif avec le fer (voir note suivante). Des observations sur les phénomènes corrélatifs seront publiées dès que possible.

Albert Perrier et A.-J. Staring (Lausanne). — *Expériences sur la dissymétrie électrique des molécules du fer.*

Un de nous a exposé (voir communication précédente) les directives pour la découverte éventuelle de polarisations magnétiques par champ électrostatique et des phénomènes corrélatifs.

Les expériences ici décrites concernent exclusivement le fer. Le fait de la conductibilité implique, si l'on veut faire agir $\mathcal{E}$, l'existence simultanée d'un courant; l'intensité accessible du champ est limitée dès lors énormément par la limite de la densité du courant qui peut être tolérée (même un temps très court) sans échauffement nuisible.

Mais une difficulté autrement plus grave encore rend ces expériences délicates: elle résulte du champ magnétique créé par le courant même dans la masse du conducteur. L'intensité de celui-ci, proportionnelle d'ailleurs à celle du courant, c'est-à-dire simultanément à $\mathcal{E}$, atteint des valeurs qui modifient l'aimantation dans une proportion bien supérieure à l'effet qu'il est possible d'attendre.

Les effets observés lors des expériences assez sommaires de l'un de nous (comm. préc.) avec le fer, le nickel et la magnétite n'ont pu être séparés avec certitude de ces effets parasites.

Toutes les recherches expérimentales résumées ici sont dominées par la nécessité de rendre ces champs inoffensifs. Pour y satisfaire, il faut réaliser simultanément deux conditions:

a) Symétrie du conducteur ou du système de conducteurs utilisés;