

Werk

Jahr: 1932

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:8

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0008

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0008

LOG Id: LOG_0017

LOG Titel: Zur Haalckschen Theorie des Erdmagnetismus

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Zusammenfassung

Es wird eine einfache Prüfmethode für Seismographen beschrieben, bei der die träge Masse durch ein rotierendes Schwungrad mit exzentrischer Zusatzmasse in erzwungene Schwingungen versetzt wird. Die beobachteten Amplituden als Funktion der Periode aufgetragen ergeben unmittelbar die wirkliche Vergrößerungskurve des Seismographen, wie durch Rechnung und experimentell bewiesen wird. Die Methode eignet sich besonders zur Auffindung von schädlichen Eigenschwingungen des Seismographen, wie ein Modellversuch zeigt. Einige Resonanzkurven für Erschütterungsmesser und für das 17000-kg-Stationspendel sind in Diagrammen dargestellt. Die Methode ist auf Seismographen beliebiger Vergrößerung anwendbar, auch auf solche, die zu schwer sind für einen Schütteltisch.

Herrn Mechaniker Riehn habe ich für seine Beihilfe bei den Versuchen, Herrn Prof. Angenheister für mannigfachen Rat bei der Ausführung der Arbeit zu danken.

Literatur

- 1) F. Auerbach und W. Hort: Handb. d. Physikal. u. Techn. Mech. 4, 1, 329.
- 2) B. Gutenberg: Handb. d. Geophys. 4, 2, 411.

Göttingen, Geophysikalisches Institut, Januar 1932.

Zur Haalckschen Theorie des Erdmagnetismus

Von T. Schlomka, Greifswald — (Mit 1 Abbildung)

Es wird darauf hingewiesen, daß Herr Haalcck in seiner Theorie des Erdmagnetismus ein Irrtum unterlaufen ist. Nach dessen Berichtigung zeigt sich, daß bei der rotierenden Erde aus Herr Haalcks Theorie ein magnetisches Moment der Volumeneinheit folgt, das mindestens 10^{14} mal kleiner ist, als die zur Erklärung des tatsächlich beobachteten Magnetfeldes erforderliche mittlere Magnetisierungsdichte des Erdkörpers.

Vor zwei Jahren hat Herr Haalcck in dieser Zeitschrift*) auf ein bei der Rotation ungeladener Körper auftretendes Magnetfeld aufmerksam gemacht und das Vorhandensein des Erd- und Sonnenmagnetismus darauf zurückzuführen versucht. An anderer Stelle habe ich kürzlich eine kritische Übersichtstabelle aller derzeitigen Rotationstheorien des Erdmagnetismus gegeben**) und darin zur Haalckschen Theorie bemerkt: Das erzeugte Magnetfeld ist 10^{14} mal zu klein. Eine nähere Begründung dieser Behauptung findet sich dort nicht; sie sei daher hier nachgeholt.

*) H. Haalcck: Über das Vorhandensein einer magnetischen Wirkung durch rotierende Massen und die Ursache des Erd- und Sonnenmagnetismus. Zeitschr. f. Geophys. 5, 359 (1929).

**) T. Schlomka: Gravitation und Erdmagnetismus. Teil I. Greifswalder Habilitationsschrift; erscheint demnächst in Gerl. Beitr. z. Geophys.

Herrn Haalcks Theorie beruht auf der geometrischen Tatsache, daß bei der Umlaufbewegung eines Elektrons E um seinen Atomkern K zwar der mittlere Abstand des Elektrons E von einer außerhalb des betrachteten Atoms liegenden Körperachse AB zahlenmäßig mit dem Abstand des Kernes K von dieser Achse übereinstimmt ($\overline{\rho'_v} = \rho$), daß aber das Mittel des Elektronen-Abstandsquadrates verschieden ist von dem Kern-Abstandsquadrate ($\overline{\rho_v'^2} > \rho^2$). Da die Elektronenbahnen der einzelnen Atome im allgemeinen keine bevorzugten Lagen relativ zu AB haben, ist bei Betrachtung vieler Atome die Mittelwert-

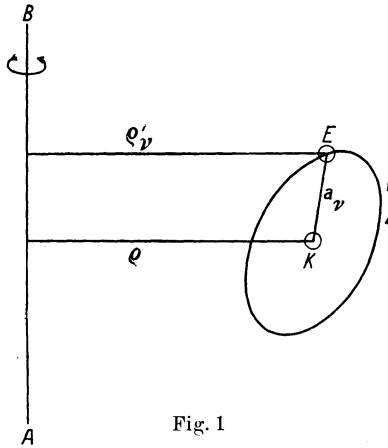


Fig. 1

bildung für $\rho_v'^2$ so vorzunehmen, als ob das Elektron jeden Punkt einer Kugel um K mit a_v als Radius gleich häufig einnähme. Man erhält dann*)

$$\overline{\rho_v'^2} = \rho^2 \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \frac{a_v^2}{\rho^2} \right) \dots \dots \dots (A)$$

*) Herr Haalck erhält statt dessen die Reihenentwicklung

$$\overline{\rho_v'^2} = \rho^2 \left(1 + \frac{2}{3} \frac{a_v^2}{\rho^2} + \dots \right).$$

Das ist aber nicht richtig; die obige Gleichung (A) gilt in Strenge. — Ebenso müssen in den Haalckschen Gleichungen seiner Anmerkung von S. 362 die Reihenpunkte fortfallen; die dortigen Klammerausdrücke mit nur je zwei Gliedern sind in Strenge gültig. Herr Haalcks Reihenpunkte kommen daher, daß er den Ausdruck

$$\rho' = \sqrt{(\rho + a_v \cdot \cos \varphi \cdot \cos \psi)^2 + a_v^2 \cdot \cos^2 \varphi \cdot \sin^2 \psi}$$

rechts erst in eine Reihe nach Potenzen von a_v/ρ entwickelt und dann beide Seiten quadriert. Vermeidet man aber diesen unnötigen Umweg und quadriert die Gleichung unmittelbar, so ergibt sich in Strenge:

$$\rho'^2 = \rho^2 \cdot \left(1 + 2 \cdot \frac{a_v}{\rho} \cdot \cos \varphi \cdot \cos \psi + \frac{a_v^2}{\rho^2} \cdot \cos^2 \varphi \right).$$

Aus dieser geometrischen Beziehung zieht Herr Haalek einen physikalischen Schluß: Rotiert das Atom um die Achse AB mit der Winkelgeschwindigkeit ω , so erzeugt die Bewegung des Kernes K mit der Kernladungszahl z ($z = \sum_{\nu=1}^n c_{\nu}$, wenn c_{ν} die Zahl der Elektronen auf der ν -ten Schale bedeutet) ein magnetisches Moment

$$\mathfrak{M}_K = \frac{z \cdot e \cdot \omega}{2\pi} \cdot \rho^2 \cdot \pi,$$

während die Rotation der Bahnelektronen um die Achse AB das Moment

$$\mathfrak{M}_E = - \sum_{\nu=1}^n \frac{c_{\nu} \cdot e \cdot \omega}{2\pi} \cdot \overline{\rho_{\nu}^2} \cdot \pi$$

liefert. Das Gesamtmoment eines einzelnen Atoms

$$\mathfrak{M} = \mathfrak{M}_K + \mathfrak{M}_E$$

wird wegen Gleichung (A) gleich

$$- \frac{e \omega}{3} \cdot \sum_{\nu=1}^n c_{\nu} \cdot a_{\nu}^2.$$

Hieraus erhält man schließlich unter Benutzung der Loschmidtschen Zahl L , des Atomgewichtes A und des spezifischen Gewichtes σ als magnetisches Moment der Volumeneinheit (Magnetisierungsdichte) die Haalecksche Beziehung

$$\mu = - \frac{e \cdot \omega \cdot L \cdot \sigma}{3 \cdot A} \cdot \sum_{\nu=1}^n c_{\nu} \cdot a_{\nu}^2. \quad \dots \dots \dots (1)$$

Bei der numerischen Anwendung dieser Gleichung ist jedoch zu beachten, daß man die Elementarladung e in elektromagnetischen Einheiten ($e = 1.591 \cdot 10^{-20} \text{ g}^{1/2} \cdot \text{cm}^{1/2}$) messen muß, wenn man die Magnetisierungsdichte μ in Gauß [$\text{cm}^{-1/2} \cdot \text{g}^{1/2} \cdot \text{sec}^{-1}$] erhalten will; hiervon überzeugt man sich am einfachsten durch Dimensionsbetrachtungen. Herr Haalek verwendet jedoch irrtümlicherweise bei allen seinen Schlüssen für e den $3 \cdot 10^{10}$ mal so großen elektrostatischen Wert ($e = 4.774 \cdot 10^{-10} \text{ cm}^{3/2} \cdot \text{g}^{1/2} \cdot \text{sec}^{-1}$). Vermeidet man diesen Fehler, so läßt sich aus Gleichung (1) folgendes schließen:

Wenn alle Bahnelektronen auf der äußersten Bahn, dem Atomradius, kreisen würden, so ergäbe sich für μ ein Maximalwert. Die Atomradien sind ungefähr bekannt und von der Größenordnung $2 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$ [vgl. z. B. eine diesbezügliche Tabelle bei K. C. Mazumder*), in der die Atomradien von 24 Elementen nach der alten und nach der neuen Quantentheorie auf verschiedene Arten berechnet

*) K. C. Mazumder: Atomdimensionen und die Quantentheorien. Zeitschr. f. Phys. 66, 119–121 (1930).

worden sind]. Bei der verhältnismäßig großen Kernladungszahl von

$$z = \sum_{v=1}^n c_v = 60$$

wäre also

$$\left(\sum_{v=1}^n c_v \cdot a_v^2 \right)_{\max} = 60 \cdot 2^2 \cdot 10^{-16} = 24 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^2.$$

Das Atomvolumen A/σ ist von der Größenordnung 20 cm^3 (vgl. z. B. eine diesbezügliche Tabelle aller Elemente bei Sommerfeld, Atombau und Spektrallinien, 3. Aufl., Braunschweig 1922, S. 122; den Minimalwert hat Bor mit 4.4 cm^3 , den Maximalwert Cäsium mit 70.6 cm^3). Mit $\omega = 73 \cdot 10^{-6} \text{ sec}^{-1}$ und $L = 6.06 \cdot 10^{23}$ ergibt sich dann

$$\mu_{\max} = 0.028 \cdot 10^{-14} \text{ Gauß.}$$

Wenn aber der rotationssymmetrische Anteil des erdmagnetischen Feldes von einer homogenen Magnetisierung des ganzen Erdkörpers herrühren würde, so müßte nach den an der Erdoberfläche beobachteten Feldstärken die mittlere Magnetisierungsdichte μ den Wert 0.08 Gauß haben. Der aus Herrn Haalcks Theorie sich bei der rotierenden Erde günstigstenfalls ergebende Wert μ_{\max} ist demnach mindestens 10^{14} mal zu klein.

Auch die bei Laboratoriumsversuchen möglichen größeren Werte von ω können den Wert von μ_{\max} nicht derart heraufsetzen, daß er experimentell meßbar würde (für 200 Umdrehungen in der Sekunde ergibt sich bei Benutzung der obigen Zahlenwerte $\mu_{\max} \sim 5 \cdot 10^{-9} \text{ Gauß}$). Der von Herrn Haalck herangezogene magnetische Rotationseffekt dürfte demnach weder in der allgemeinen, noch in der kosmischen Physik irgendeine Rolle spielen.

Greifswald, Physikalisches Institut der Universität, November 1931.
