

Das bedeutet folgendes: Bei fester Zusammensetzung der Legierung wächst der Betrag von R_0 mit wachsendem M , d. h. fallender Temperatur, $|\lambda M| < 1$ vorausgesetzt. (Ist für alle Temperaturen $M=0$, d. h. die Legierung nicht ferromagnetisch, so ist R_0 temperaturunabhängig, soweit keine anderen Effekte mitspielen.) Dann wächst auch bei fester Temperatur der Betrag von R_0 beim Übergang von reinem Kupfer zu Nickel-Kupferlegierungen mit wachsendem Nickelgehalt (abnehmendes n , zunehmendes M), bis die wachsende Löcherleitung im 3 d-Band genügend groß geworden ist und damit die Grenze des Anwendungsbereichs der Theorie erreicht ist. Qualitativ entsprechen diese Folgerungen den Beobachtungen.

⁷ Dabei wird angenommen, daß λ in dem betrachteten Bereich wenig von der Zusammensetzung der Legierung abhängt.

Das gyromagnetische Verhältnis des Protons

Von F. Kirchner und W. Wilhelmj

I. Physikalisches Institut der Universität Köln

(Z. Naturforschg. **10a**, 657–658 [1955]; eingegangen am 26. Mai 1955)

Während die spezifische Ladung der Elementarteilchen, also das Verhältnis ihrer elektrischen Ladung zu ihrer Masse, schon in sehr zahlreichen Untersuchungen mit großer Genauigkeit gemessen worden ist, liegt für das Verhältnis des magnetischen Moments zum Drall, also für das gyromagnetische Verhältnis des Protons, bis heute erst eine einzige Präzisionsmessung vor, die von Thomas, Driscoll und Hipple im National Bureau of Standards durchgeführt worden ist¹. Die Messung beruht auf der Anwendung des Bloch-Purcellschen Resonanzverfahrens, das bekanntlich die Kreisfrequenz der Kreiselpräzession, die den Teilchen im Magnetfeld aufgezwungen wird, mit sehr großer Genauigkeit zu messen gestattet; das gyromagnetische Verhältnis erhält man dann als diejenige Konstante, mit der man die Feldstärke des Magnetfeldes multiplizieren muß, um die gemessene Kreisfrequenz zu erhalten. Die Feldstärke des von Thomas, Driscoll und Hipple verwendeten Magnetfeldes wurde mit einer Cotton-Waage gemessen; sie betrug ungefähr 5000 Gauß. Für das gyromagnetische Verhältnis des Protons ergaben diese Messungen das Resultat:

$$\gamma = (2,67523 \pm 0,00006) \cdot 10^4 \text{ sec}^{-1} \text{ Gauß}^{-1},$$

wobei die Fehlerangabe als wahrscheinlicher Fehler anzusehen ist².

Wir haben ähnliche Messungen durchgeführt, wobei wir aber das Magnetfeld nicht mit einem Elektromagneten, sondern mit einer eisenfreien Spule erzeugt und seine Feldstärke aus dem Spulenstrom und den Abmessungen der Spule berechnet haben. Die von uns verwendete Feldstärke betrug etwa 100 Gauß. Die Achse der Spule wurde in die

Es erscheint vernünftig anzunehmen, daß $|\lambda M|$ für alle Temperaturen näher an Null als bei Eins liegt, da es andernfalls nicht gerechtfertigt ist, den Beitrag der 4 s-Elektronen zur spontanen Magnetisierung zu vernachlässigen. Andererseits lassen sich ganz analoge Resultate mit Hilfe der Theorie der Leitfähigkeit der Ferromagnetika von Mott⁴ erzielen, so daß etwa die Anomalie der elektrischen Leitfähigkeit sicher nicht allein auf die von Wonsowski angenommene Ursache zurückzuführen ist. Angesichts der Tatsache, daß die in die Theorie eingehenden Parameter nur sehr ungenau abgeschätzt werden können, kann man zunächst nur annehmen, daß beide Ursachen beim Zustandekommen der fraglichen Effekte beteiligt sind, abgesehen davon, daß auch noch die Näherung der temperaturabhängigen Eigenwerte, die Wonsowski macht, einer Rechtfertigung durch eine strengere Theorie bedarf.

Richtung des Erdfeldes gelegt, so daß der Einfluß des Erdfeldes durch Umpolung des Spulenstromes eliminiert werden konnte.

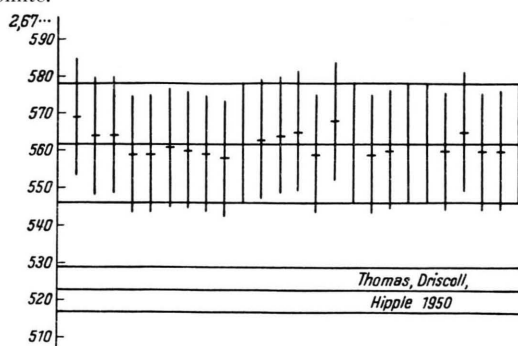


Abb. 1. Das gyromagnetische Verhältnis des Protons. Oben: eigene Messungsergebnisse. Unten: Ergebnis von Thomas, Driscoll und Hipple.

(Die Differenzmessung liefert übrigens die Stärke des Erdfeldes auf ca. 1⁰/₀₀ genau.) Unsere Messungen in der eisenfreien Spule liefern für das gyromagnetische Verhältnis des Protons

$$\gamma = (2,67562 \pm 0,00016) \cdot 10^4 \text{ sec}^{-1} \text{ Gauß}^{-1},$$

wobei die Fehlerangabe den größtmöglichen Fehler darstellen soll². Wie aus der graphischen Darstellung der Messungsergebnisse zu ersehen ist, besteht zwischen den Ergebnissen unserer Messungen und denjenigen von Thomas, Driscoll und Hipple eine Differenz, die weit größer ist als die beiderseitigen Meßfehlergrenzen. Da es wenig wahrscheinlich ist, daß das gyromagnetische Verhältnis des Protons von der magnetischen Feldstärke abhängt, und da man auch wohl kaum annehmen kann, daß sein Wert in einem Magnetfeld mit Eisenkern kleiner wäre als in einem eisen-

$$\gamma = (2,67569 \pm 0,00017) \cdot 10^4 \text{ sec}^{-1} \text{ Gauß}^{-1},$$

während Thomas, Driscoll und Hipple als diamagnetisch korrigierten Wert

$$\gamma = (2,67530 \pm 0,00006) \cdot 10^4 \text{ sec}^{-1} \text{ Gauß}^{-1}$$

angegeben haben.

¹ H. A. Thomas, R. L. Driscoll u. J. A. Hipple, Phys. Rev. **75**, 902 [1949]; **78**, 339 und 787 [1950].

² An den oben angegebenen Meßwerten ist noch eine diamagnetische Korrektur von $2,7 \cdot 10^{-5}$ anzubringen (vgl. z. B. N. F. Ramsay, Phys. Rev. **78**, 339 [1950]). Unser Wert erhöht sich dadurch auf



freien Feld, vermuten wir, daß die Diskrepanz der Messungsergebnisse durch einen fehlerhaften Wert des vom Internationalen Komitee für Maß und Gewicht festgesetzten Umrechnungsfaktors von „internat. Volt“ zu „abs. Volt“, bzw. von „int. Ampere“ zu „abs. Ampere“ verursacht wird. (Eine Erhöhung des Umrechnungsfaktors p von int. Amp. in abs. Amp. von dem heute gültigen Wert 0,99985 auf 0,99992 würde nämlich die Diskrepanz zum Verschwinden bringen.) Eine Entscheidung dieser Frage erhoffen wir von der Kombination der Messungen im schwachen Spulenfeld mit Messungen im starken Feld eines Permanentmagneten,

die wir schon vor längerer Zeit in Angriff genommen haben; diese Kombination läuft darauf hinaus, daß der gleiche Strom einerseits das eisenfreie Spulenfeld erzeugt und andererseits als Spulenstrom der Cotton-Waage zur Messung des Feldes des Permanentmagneten dient.

Die vorstehenden Untersuchungen wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft in dankenswerter Weise unterstützt. Über die Durchführung der Messungen wird an anderer Stelle ausführlich berichtet³.

³ W. Wilhelmy, Dissertation Köln 1955.

BESPRECHUNGEN

The Physics of Experimental Method. Von H. J. J. Braddick, mit einem Vorwort von P. M. S. Blackett. Verlag Chapman & Hall Ltd., London, 1954. XX, 404 S. mit mehreren Abb.; Preis geb. 35 s. net.

Auf Grund des Titels wird man vorwiegend eine Darstellung solcher physikalischer Prinzipien erwarten, die den wichtigsten Meßmethoden zu Grunde liegen, unter streng abgewogenem Eingehen auf Experimentiertechnik. Die letztere nimmt jedoch den weitaus größten Raum des Buchinhaltes ein; physikalische Prinzipien werden nur in beschränktem Maße behandelt. Der gebotene Stoff — aus der vorhandenen Fülle naturgemäß subjektiv ausgewählt — ist eindeutig auf Kernphysik zugeschnitten.

In der Einführung (5 Seiten) wird der Platz des Experimentes innerhalb der Physik angedeutet, ohne besondere Betonung seiner fundamentalen Bedeutung. Das zweite Kapitel behandelt Fehlerrechnung, im Anhang (verfaßt von I. Maddox) die Auswertung von Meßergebnissen. Es enthält eine Reihe von Druckfehlern (Indizes, fehlende Klammern!), deren Verzeichnis leider fehlt. Kapitel 3 entspricht am meisten dem Titel des Buches. Hier finden sich — reizvoll beschrieben — die wesentlichsten Prinzipien für mechanische Apparatkonstruktionen. Einige wichtige Werkstoffe werden in Kapitel 4 besprochen und ihre physikalischen Eigenschaften, nach Verwendungszweck geordnet, in Tabellen angegeben. Vakuumtechnik wird nur äußerst knapp behandelt, die Prinzipien der Druck-Meßmethoden finden sich kaum angedeutet. Kapitel 6 über elektrische Meßmethoden umfaßt 27 Seiten, ihm folgt Kapitel 7 (Elektronik) mit 48 (!) Seiten. Das letztere bringt nahezu alle Prinzipschaltungen der „kernphysikalischen Elektronik“ einzeln aufgeführt, jedoch nur wenige Grundlagen über Röhren- oder Verstärkertheorie. Der Stoffumfang aus Optik und Photographie (Kap. 8) ist für den Rahmen des Buches viel zu umfangreich, die Darstellung dementsprechend zu komprimiert.

Kapitel 9 befaßt sich mit Ursachen der natürlichen Meßgrenzen. (Wärmebewegung und Widerstandsrauschen).

Das letzte Kapitel 10 enthält 50 Seiten über kernphysikalische Meßtechnik, Geiger-Zähler, Ionisations- und Wilson-Kammer, darunter nochmals 8 Schaltbilder von Röhrengeräten.

Der deutsche Student, der eigene Experimente planen will, wird in erster Linie zum Kohlrausch (Praktische Physik) und Angerer-Ebert (Technische Kunstgriffe)

greifen und dort vielseitigere Anregungen finden, jedoch kann ihm die ausführlichere Darstellung der Elektronik sowie das umfangreiche Verzeichnis der angelsächsischen Spezialliteratur im hier besprochenen Werk zusätzlichen Nutzen bringen. M. Pahl, Hechingen.

Die physikalische Erkenntnis und ihre Grenzen. Von Arthur March. Verlag Vieweg, Braunschweig 1955. (Sammlung: Die Wissenschaft, Band 108) 114 Seiten.

Meist sind Bücher entweder für den Fachmann oder für den Laien bestimmt — es gibt wohl nur wenige Bücher, die in gleicher Weise für beide Leserkreise geeignet sind. Marchs Buch ist ein solches. Es gliedert sich in folgende Abschnitte:

- I. Der Gegenstand der physikalischen Erkenntnis,
- II. Die Frage der Anschaulichkeit,
- III. Die Natur der physikalischen Gesetze,
- IV. Physik und Wahrscheinlichkeit,
- V. Die Idee des Atoms,
- VI. Die Grundgedanken der Quantenmechanik,
- VII. Die zweite Quantisierung,
- VIII. Raum und Zeit in der Mikrophysik.

Hervorzuheben sind die Abschnitte über den Dualismus Welle — Korpuskel und die Deutung der Quantentheorie (S. 66—85, 97—100) sowie der zweiten Quantisierung (S. 86—97), über den Begriff der Ausdehnung und über die elementare Länge (S. 101—112) sowie über den Strukturbegriff der modernen Physik (S. 3—10). Völlig neu und von weitgehender Bedeutung nicht nur für die Physik, sondern auch für die gesamte Naturwissenschaft und deren Verhältnis zur Philosophie dürften die Überlegungen Marchs zum Substanzbegriff (dessen Schädlichkeit und Überflüssigkeit, S. 56—62, die Entstofflichung der Elementarteilchen, S. 95—98) und über das Verhältnis von Pauli-Prinzip, Substanzbegriff und Biologie sein (S. 58—62, 63—65), das ganz neue Aspekte für eine physikalisch-chemische Erklärung der Lebensvorgänge bietet (S. 55, 64, 80 etc.).

Das Büchlein ist von unübertreffbarer Klarheit und Flüssigkeit, ja es ist so spannend, daß man es vor Schluß der Lektüre nicht aus der Hand legen kann. So wie im „Weg des Universums“ (zu welchem Werk man das vorliegende die philosophische Ergänzung nennen könnte), leuchtet zeitweilig der feine Humor des Verfassers heraus.

F. Cap, Innsbruck.