

Kompressibilität und Ultraschallabsorption in der nematischen Phase; Temperaturabhängigkeit der elastischen Konstanten der nematischen Flüssigkeit. Schließlich gestattet sie auch, den in der isotrop-flüssigen Phase beobachteten anomalen COTTON-MOUTTON-Effekt zu deuten.

Beim Azoxyanisol haben wir diese Größen berechnet und, soweit experimentelle Werte vorlagen, mit diesen verglichen. In allen Fällen ergab sich eine recht befriedigende Übereinstimmung, so daß man sagen kann, daß die Theorie neben der Existenz einer nematischen Phase auch die meisten ihrer Eigenschaften zu erklären

vermag. Natürlich muß man sie noch auf andere Substanzen anwenden, ehe man ein endgültiges Urteil fällen kann. Eine ausführliche Veröffentlichung ist in Vorbereitung.

Die vorliegenden Untersuchungen sind im Physikalischen Institut der Universität Freiburg durchgeführt worden, dessen Direktor, Herrn Prof. Dr. W. GENTNER, wir für seine freundliche Unterstützung sehr zu danken haben. Großen Dank schulden wir ferner der Deutschen Forschungsgemeinschaft für apparative und finanzielle Hilfe.

Die Bestimmung der Curie-Temperatur dünner Schichten mittels der ferromagnetischen Widerstandsänderung

Von WOLFGANG HELLENTHAL

Physikalisches Institut der Universität Münster/Westf.
(Z. Naturforschg. 13 a, 566—567 [1958]; eingegangen am 2. Mai 1958)

Die direkte Messung der pauschalen Magnetisierung bei dünnen Schichten erfordert wegen des geringen Volumens ferromagnetischen Materials meistens einen erheblichen experimentellen Aufwand^{1, 2}. Dieses gilt insbesondere für die Ermittlung der CURIE-Temperatur solcher Objekte. Anders ist es jedoch bei der Verwendung indirekter Methoden, so z. B. der ferromagnetischen Widerstandsänderung, deren quantitative Anwendung im Gebiete dünner Schichten vom Verfasser³ untersucht worden ist. In diesem Zusammenhang zeigte sich, daß bei solchen Objekten auch mit sehr einfachen Mitteln die CURIE-Temperatur bestimmt werden kann⁴. Diese interessiert deshalb, weil bei sehr dünnen Schichten (bzw. kleinen Teilchen) eine Herabsetzung des ferromagnetischen Ordnungszustandes eintritt und damit die spontane Magnetisierung und die CURIE-Temperatur mit abnehmender Schichtdicke gegenüber den Werten am kompakten Material zurückgehen.

Bei der Magnetisierung im Längsfeld (Magnetisierung parallel zum Strom) treten, wie schon GERLACH und SCHNEIDERHAN⁵ im Falle des kompakten Materials gezeigt haben, zwei Effekte in Erscheinung. Erstens eine Widerstandszunahme infolge der Ausrichtung der Magnetisierungsvektoren in die Richtung des elektrischen Stromes (Orientierungseffekt) und zweitens eine Abnahme des Probenwiderstandes infolge Änderung der wahren Magnetisierung. Das Verschwinden des Ausrichtungsanteiles, das man auch mit dem Fehlen einer spontanen Magnetisierung identifizieren kann, wurde nun hier für die Bestimmung der CURIE-Temperatur verwendet.

Zur Messung sind lediglich eine gute Widerstands-Meßbrücke und eine Magnetisierungsspule erforderlich, die als Luftspule ausgeführt sein kann, da infolge der für diesen Effekt notwendigen Magnetisierung der Probe in Richtung der Schichtebene praktisch kein entmagnetisierendes Feld auftritt. Wegen der geringen Größe der relativen Widerstandsänderung⁴ konnte mit der Ausschlagsmethode gearbeitet werden. Die notwendige Erwärmung der Proben wurde in einem kleinen, mit bifilarer Heizwicklung versehenen Ofen vorgenommen, der selbst noch innerhalb des Kühlwassermantels der Magnetisierungsspule angebracht war.

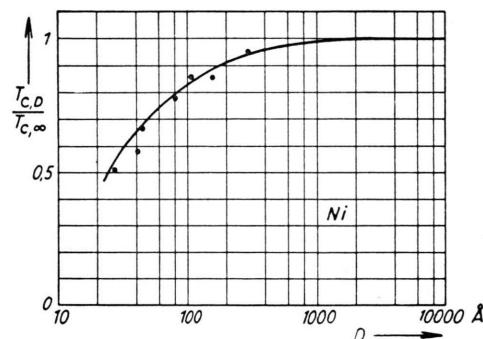


Abb. 1. Mittels der ferromagnetischen Widerstandsänderung gemessene Schichtdickenabhängigkeit der CURIE-Temperatur von Ni-Schichten.

In der Abbildung sind die Ergebnisse von Messungen an Nickel-Aufdampfschichten (auf Glas, Träger-temperatur bei der Herstellung 200 °C) dargestellt. Die Schichtdickenbestimmung erfolgte aus der Leitfähigkeit von Vergleichsschichten, deren mittlere Massendicke in Abhängigkeit von dem Leitwert bei gegebener Länge und Breite dieser Schichten durch Wägungen geeicht war. Außerdem wurde eine hiervon unabhängige Kontrolle der Dickenwerte mit Hilfe des elek-

¹ E. C. CRITTENDEN JR. u. R. W. HOFFMAN, Rev. Mod. Phys. 25, 310 [1953].

² A. DRIGO, Nuovo Cim. 8, 498 [1951].

³ W. HELLENTHAL, Dissertation, Münster 1956.

⁴ W. HELLENTHAL, Phys. Verh. 7, 87 [1956].

⁵ W. GERLACH u. K. SCHNEIDERHAN, Ann. Phys., Lpz. (5) 6, 772 [1930].



trischen Widerstandes und seines Temperaturkoeffizienten bei den einzelnen Schichten durchgeführt³.

Die ausgezogene Kurve in dem Diagramm ergibt sich nach der Theorie von KLEIN und SMITH⁶, wenn man, nach einem Vorschlag von CRITTENDEN und HOFFMAN¹ den Zusammenhang zwischen der Anzahl der Atomlagen (hierauf beziehen sich die genannten theoretischen

⁶ M. J. KLEIN u. R. S. SMITH, Phys. Rev. **81**, 378 [1951].

Ergebnisse) und der jeweiligen Schichtdicke nicht mit Hilfe der Gitterkonstante des Nickels (3,5 Å) berechnet, sondern hierfür den Abstand der (111)-Ebenen (etwa 2 Å) verwendet.

Herrn Prof. Dr. E. KAPPLER möchte ich für sein förderndes Interesse und die Bereitstellung von Institutmitteln danken.

Zur Energie – Reichweite-Beziehung für monoenergetische schnelle Elektronen*

Von H. BREUER, D. HARDER und W. POHLIT

Aus dem Max-Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt a. M.

Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Dr. h. c. B. RAJEWSKY

(Z. Naturforsch. **13 a**, 567–568 [1958]; eingegangen am 20. Mai 1958)

Für die vorliegenden Messungen der Energie und der Reichweite schneller Elektronen diente als Strahlenquelle ein 35 MeV-Betatron, bei dem der Elektronenstrahl herausgelenkt werden konnte.

Die Energie der austretenden Elektronen wurde durch Bestimmung der Schwellenwerte (bzw. der Knické in den Aktivierungskurven) für die (γ , n)-Prozesse in Cu⁶³, O¹⁶ und C¹² gemessen. Tab. 1 zeigt die Schwellenener-

Probe	Schwellenenergie MeV	Integratoreinstellung Skt.
Cu ⁶³	10,56 ¹	1090 ± 10
O ¹⁶	15,605 ± 0,012 ²	1650 ± 15
C ¹²	18,728 ± 0,027 ²	1960 ± 15

Tab. 1.

gien mit den zugehörigen Integratoreinstellungen am Betatron. Die Energiekonstanz des Betatrons wurde im steilen Anstieg der Aktivierungskurve von Cu⁶³ [(γ , n)-Prozeß] bei 12,3 MeV geprüft. Als Maß für die Energiekonstanz diente dabei die Aktivität der bestrahlten Proben. Aus Abb. 1 geht hervor, daß nach einer Aufwärmzeit des Betatrons von ca. 3 Stunden die Energiekonstanz des Elektronenstrahles besser als ± 10 keV ist.

Zur Bestimmung der Elektronenreichweite in Aluminium wurde für verschiedene Elektronenenergien die Absorptionskurve (AK) aufgenommen. Hierzu konnte Absorbermaterial verschiedener Dicke mit einer ferngesteuerten Anlage zwischen Strahlenquelle und Detektor (dünnewandige Durchstrahl-Ionisationskammer³, Querschnitt des Meßvolumens 1,5 cm²) gebracht werden. Zur Bestimmung der „maximalen Reichweite“ (die „praktische Reichweite“ ist für kleine Detektoren abhängig vom Strahldurchmesser) wurde der Verlauf des hinteren Teiles der AK – einer Überlegung von KATZ

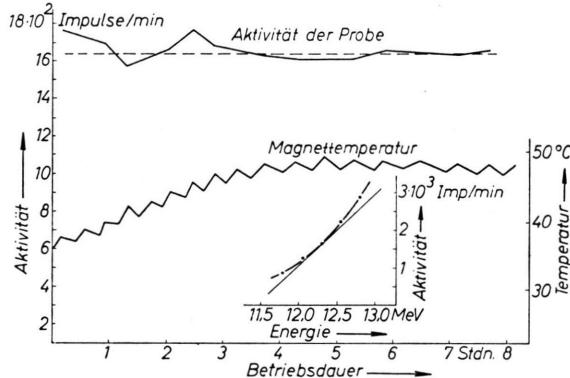


Abb. 1. Die Energiekonstanz des Betatrons.

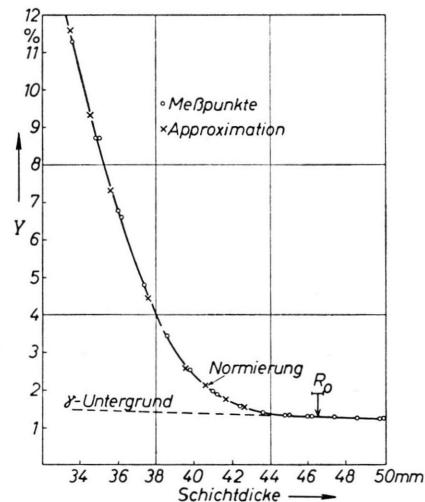


Abb. 2. Elektronenabsorptionskurve und Approximation.

und Mitarb.⁴ für β -Strahler folgend – durch folgende Potenzfunktion angenähert:

$$Y = K(R_0 - R)^n.$$

² M. BIRNBAUM, Phys. Rev. **93**, 146 [1954].

³ D. HARDER, Dissertation, Frankfurt (Main) 1957.

⁴ L. KATZ u. Mitarb., Phys. Rev. **77**, 289 [1950].

* Herrn Prof. Dr. B. RAJEWSKY zum 65. Geburtstag gewidmet.

¹ L. KATZ u. Mitarbeiter (unveröffentlicht).