

## NOTIZEN

## Spinaustausch zwischen optisch gepumptem Caesium und Kupfer

H. HOFMANN-REINECKE, J. HAAS und J. FRICKE

Physik-Department, Technische Hochschule München

(Z. Naturforsch. **24 a**, 182–183 [1969]; eingeg. am 28. November 1968)

An apparatus is described allowing spinexchange between free atoms of low and high melting metals. The orientation of the copper atoms is detected by inducing the Cu-Zeeman-transitions.

Die durch Optisches Pumpen in einem Alkalidampf erzeugte Spinpolarisation wird durch spinaustauschende Stöße teilweise auf ein anderes Atomensemble übertragen, dessen Pumplicht nicht eingestrahlt wird. Die Autoren<sup>1–3</sup> beschreiben Spinaustauschexperimente zwischen Alkaliatomen, HAYNE und ROBINSON<sup>4</sup> berichten über Alkali-Silber-Spinaustausch.

In dieser Arbeit wird die Übertragung der Spinpolarisation von optisch gepumptem Caesium auf Kupferdampf nachgewiesen, indem man die Transmissionsänderung des Caesium-Pumplichtes bei Induzieren magnetischer Dipolübergänge zwischen den Zeeman-Niveaus des Kupfers beobachtet.

### 1. Experimentelle Anordnung

Die Caesium-Resonanzlinien werden in einer Hochfrequenzentladungslampe erzeugt; durch ein Interferenzfilter wird die D<sub>1</sub>-Linie herausgefiltert und dann

zirkular polarisiert. Die Pumpzelle befindet sich in einem System von Helmholtz-Spulen, das die Herstellung von schwachen Magnetfeldern (bis 15 Oersted) erlaubt.

Zur Beobachtung der Transmissionsänderung bei Zeeman-Resonanz im Kupfer wird das Hochfrequenzfeld mit ca. 10 Hz amplituden-moduliert; das ermöglicht die Anwendung der Lock-in-Technik bei der Messung (siehe Abb. 1).

Die Pumpzelle ist so konstruiert, daß in ihr gleichzeitig ein Caesium- und Kupferdampfdruck von  $10^{-6}$  bis  $10^{-7}$  Torr aufrechterhalten werden kann. Caesium hat bei Zimmertemperatur und Kupfer bei ca. 800 °C einen Dampfdruck passender Größe. Deshalb ist in einem Duranglasgefäß (ca. 250 cm<sup>3</sup>) ein mit Hilfe eines Glühfadens aufheizbares Kupferröhrchen angebracht (Abb. 2). Die Zelle erwärmt sich dabei so stark, daß das metallische Caesium in einem an die Zelle angeschmolzenen Röhrchen mit eigener Temperaturregelung deponiert werden muß. Das System ist mit Argon gefüllt, dessen Druck mit Hilfe einer Adsorptionsfalle zwischen 10 und  $10^{-1}$  Torr variiert werden kann.

### 2. Messungen

Abb. 3 zeigt den Spinresonanzdurchgang des Kupfers bei ca. 4 Oersted ( $|g_F| = \frac{1}{2}$ ). Die Resonanzkurve hat einen Scheitelwert von etwa 50 µV, dabei war das Gleichspannungssignal des Multiplikers 800 mV, so daß das Einstrahlen der Kupfer-Zeeman-Frequenz also eine Transmissionsänderung des Pumplichtes von ca.  $6 \cdot 10^{-5}$

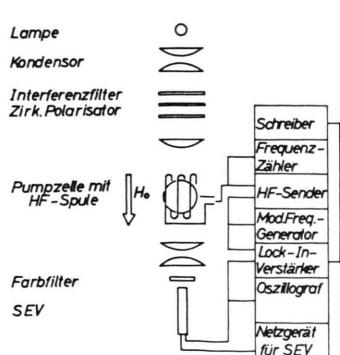


Abb. 1. Prinzip der Apparatur zum Nachweis des Spinaustauschs.

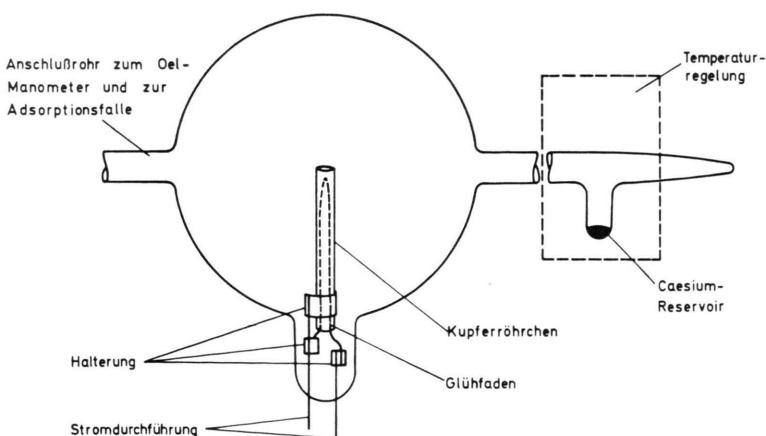


Abb. 2. Absorptionsgefäß zur gleichzeitigen Erzeugung von Caesium- und Kupferpartialdrücken von ca.  $10^{-6}$  Torr.

<sup>1</sup> P. A. FRANKEN, R. SANDS u. J. HOBART, Phys. Rev. Letters **1**, 52 [1958].

<sup>2</sup> F. GROSSETETE, C. R. Acad. Sci. Paris **258 B**, 3668 [1964].

<sup>3</sup> S. M. JARRETT, Phys. Rev. **133**, A 111 [1964].

<sup>4</sup> G. S. HAYNE u. H. G. ROBINSON, Bull. Amer. Phys. Soc. **5**, 411 [1960].



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

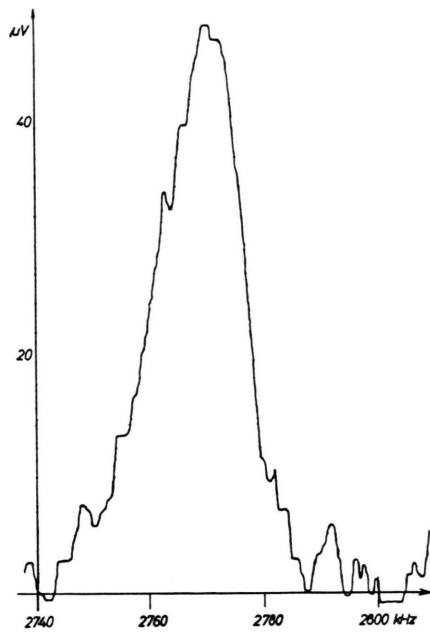


Abb. 3. Resonanzdurchgang bei 4 Oersted. Abszisse: Hochfrequenz, Ordinate: Lock-In-Verstärker Ausschlag in  $\mu\text{V}$ , welcher proportional zur hochfrequenzinduzierten Änderung der Pumplichttransmission ist.

bewirkte. Die Liniendichte von 0,7% ist hauptsächlich durch das vom Heizfaden verursachte inhomogene Magnetfeld bedingt.

Abb. 4 zeigt die Abhängigkeit des Signals  $S$  vom Heizstrom  $I$  des Glühfadens; man erkennt einen annähernd exponentiellen Verlauf des Signals, wie er auch für den Kupferpartialdruck zu erwarten ist.

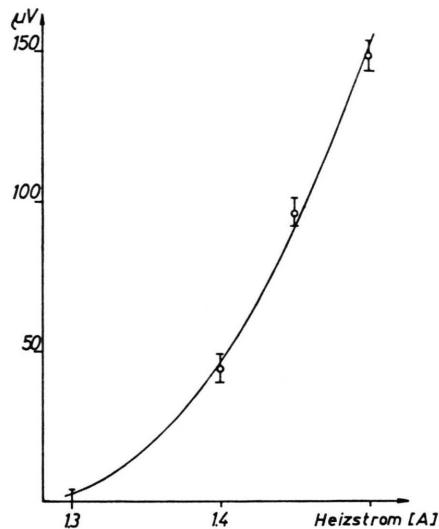


Abb. 4. Abhängigkeit des Maximums der Resonanzkurve vom Heizstrom des Glühfadens.

### 3. Anwendungen

Das beschriebene Verfahren kann allgemein angewandt werden, um Spinaustausch zwischen hoch- und niedrigschmelzenden Metallen zu erreichen. Dies scheint insbesondere bei Elementen mit  $P_{1/2}$ -Grundzuständen (Thallium, Indium) sowie bei Atomen mit nichtabgeschlossenen inneren Schalen (Europium, Americium) interessant zu sein.

Herrn Prof. Dr. E. LÜSCHER sind wir für die Anregung zu dieser Arbeit und seine ständige Unterstützung zu Dank verpflichtet.