

of the $n\text{-}^4\text{He}$ scattering, and energy dependence of the detection efficiency of the plastic scintillators. Systematic errors caused by geometrical asymmetries of the setup are negligible compared with statistical uncertainties.

Fig. 1 shows the present results ($E_d = 0.3 - 1.9$ MeV) together with values at $70^\circ(\text{lab.})$ from BUSSE et al.³

¹² W. TRÄCHSLIN, H. BÜRGISSE, P. HUBER, G. MICHEL, and H. R. STRIEBEL, *Helv. Phys. Acta* **38**, 523 [1965].

above 2.1 MeV. Both groups of polarization values fit smoothly together. At 0.3 MeV the polarization is zero within statistical limits in accordance with TRÄCHSLIN et al.¹² who were able to describe the $d-t$ reaction below deuteron energies of 0.3 MeV by the $3/2^+$ -wave resonance of ^5He .

We are indebted to Professor Dr. H. KRÜGER for his interest and continuous support of this work. The Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung has kindly given the financial means.

Magnetische Suszeptibilität des Rheniums zwischen 7 und 1875 °K

KLEMENS MICHAEL WUNSCH, WOLF DIETER WEISS und RUDOLF KOHLHAAS

Institut für Theoretische Physik der Universität Köln, Abteilung für Metallphysik

(Z. Naturforsch. **23 a**, 1402—1404 [1968]; eingegangen am 29. Juni 1968)

Das Rhenium steht in der dritten großen Periode des periodischen Systems der Elemente und hat das kubisch raumzentrierte Wolfram zum linken und das hexagonal dicht gepackte Osmium zum rechten Nachbarn; Rhenium selbst besitzt eine hexagonal dichte Kugelpackung. Es steht in der 7. Nebengruppe gemeinsam mit dem hexagonalen Technetium und dem Mangan, das im festen Zustand vier Modifikationen aufweist, von denen keine hexagonal ist. — In Tab. 1 sind

frühere Meßergebnisse anderer Autoren an polykristallinem Rhenium zusammengestellt. Die vorwiegend bei tiefen und mittleren Temperaturen ausgeführten Messungen der in Tab. 1 genannten Autoren¹⁻⁵ ergeben kein klares Bild für die Temperaturabhängigkeit der magnetischen Suszeptibilität. Diese Unstimmigkeiten haben ihre Ursache vornehmlich in der unterschiedlichen Reinheit des Probenmaterials. Für den Temperaturbereich von 293 bis 1520 °K liegt bisher nur eine Untersuchung von KOJIMA, TEBBLE und WILLIAMS⁶ vor, deren Ergebnisse in Abb. 1 in Verbindung mit den eigenen Meßresultaten eingezeichnet sind. Die $\chi-T$ -Kurve dieser Autoren (χ bedeutet hierbei die spezifische magnetische Suszeptibilität) zeigt bei 1150 °K ein Minimum, das wohl auf Oxidation der Probensubstanz während der Messung zurückzuführen ist, da die genannten Autoren auf eine solche Möglichkeit hinweisen. — Der hier mitgeteilte Sachverhalt läßt eine experimentelle Neubestimmung der spezifischen magnetischen Suszeptibilität von polykristallinem Rhenium sinnvoll erscheinen.

Bei den eigenen Messungen wurde hochreines Rhenium-Pulver und hochreiner Rhenium-Draht der Firma Koch-Light Laboratories Ltd., England, verwendet; die Reinheitsangaben des Herstellers sind aus Tab. 2 zu entnehmen. Das Rhenium-Pulver wurde zu kleinen zylindrischen Preßlingen verarbeitet und bei 1300 °C in einem Vakuum von $5 \cdot 10^{-5}$ Torr gesintert.

Als Meßverfahren wurde die von WEISS und KOHLHAAS⁷ beschriebene verbesserte Faraday-Methode angewandt. Die Hochtemperaturuntersuchungen erfolgten teilweise in Gegenwart von hochreinem Argon-Schutzgas, teilweise in einem Vakuum von 10^{-4} Torr, das gegebenenfalls unter Ausnutzung des Gettereffektes von Tantal bei hohen Temperaturen verbessert werden konnte; über weitere Einzelheiten berichtet ausführlich WUNSCH⁸. Bei den eigenen Messungen zeigten sich auch bei mehreren Aufheizvorgängen innerhalb der weiter unten angegebenen Meßgenauigkeit weder Unterschiede im Absolutbetrag noch im Temperaturgang der magne-

Autoren	Reinheit in %	$\chi(293) \cdot 10^6$ in $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$	Bemerkungen über χ	Untersuchtes Temperaturintervall in °K
PERAKIS u. CAPATOS ¹	95,46	0,369	temperatur-unabhängig	194—293
PERAKIS u. CAPATOS ²	99,5	0,367	temperatur-unabhängig	83—298
WUCHER u. PERAKIS ³	99,99	0,363	temperatur-unabhängig	
ASMUSSEN u. SOLING ⁴	spektr. rein	a) 0,282 b) 0,314	schwach ansteigend	79—471
NELSON, BOYD u. SMITH JR. ⁵	keine Angaben	0,37	temperatur-unabhängig	78—402
KOJIMA, TEBBLE u. WILLIAMS ⁶	99,99	0,35	stark ansteigend	293—1520

Tab. 1. Zusammenstellung von Suszeptibilitätsmessungen anderer Autoren.

¹ N. PERAKIS u. L. CAPATOS, *C. R. Acad. Sci. Paris* **196**, 611 [1933].

² N. PERAKIS u. L. CAPATOS, *J. Phys. Radium* **6**, 462 [1935].

³ J. WUCHER u. N. PERAKIS, *C. R. Acad. Sci. Paris* **235**, 419 [1952].

⁴ R. W. ASMUSSEN u. H. SOLING, *Acta Chem. Scand.* **8**, 563 [1954].

⁵ C. M. NELSON, G. E. BOYD u. T. SMITH JR., *J. Amer. Chem. Soc.* **76**, 348 [1954].

⁶ H. KOJIMA, R. S. TEBBLE u. D. E. G. WILLIAMS, *Proc. Roy. Soc. London A* **260**, 237 [1961].

⁷ W. D. WEISS u. R. KOHLHAAS, *Z. Angew. Phys.* **22**, 476 [1967].

⁸ K. M. WUNSCH, Diplomarbeit, Köln 1968.



Temperatur in °K	$\chi \cdot 10^6$ in $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$	
	Re-Drahtprobe	Re-Pulverprobe
7	0,342 ₅	—
10	0,336 ₅	—
20	0,331 ₈	—
30	0,331 ₆	—
40	0,333 ₉	—
50	0,334 ₀	0,342 ₃
100	0,338 ₄	0,342 ₉
150	0,346 ₉	0,348 ₀
200	0,352 ₄	0,353 ₅
250	0,361 ₉	0,359 ₅
293	0,369 ₀	0,361 ₀
300	0,369 ₇	0,362 ₁
350	0,380 ₇	0,370 ₄
400	0,388 ₂	0,379 ₁
450	0,395 ₃	0,385 ₇
500	0,401 ₃	0,391 ₁
550	0,406 ₆	0,396 ₀
600	0,411 ₁	0,400 ₆
650	0,414 ₅	0,403 ₇
700	0,418 ₃	0,406 ₉
800	0,423 ₉	0,411 ₃
900	0,427 ₆	0,414 ₀
1000	0,430 ₅	0,418 ₀
1100	0,423 ₃	0,419 ₂
1200	0,433 ₇	0,421 ₀
1300	0,433 ₃	0,423 ₄
1400	0,435 ₅	0,423 ₈
1450	0,436 ₉	0,423 ₉
1500	0,436 ₉	0,423 ₄
1600	0,435 ₂	0,422 ₆
1700	0,434 ₂	0,422 ₄
1800	0,432 ₃	0,422 ₀
1875	0,432 ₃	0,421 ₃

Tab. 3. Magnetische Massenssuszeptibilität des Rheniummetalls in Abhängigkeit von der Temperatur.

werden die errechneten χ_0 -Kurven von den genannten Autoren an die experimentellen Werte der Atomsuszeptibilität angepaßt. Dabei ist α eine Molekularfeldkon-

stante und χ_c ein konstanter Suszeptibilitätsanteil, der pauschal den van Vleck-Anteil und den diamagnetischen Anteil berücksichtigt. Abb. 2 zeigt die so gewonnenen χ_A - T -Kurven 1 und 2 von KATSUKI und SHIMIZU¹³ bei verschiedener Wahl der anzulegenden Parameter im Vergleich zum experimentellen Verlauf der eigenen Rhenium-Drahtprobe. Vorerst kann von einer befriedigenden Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment keine Rede sein.

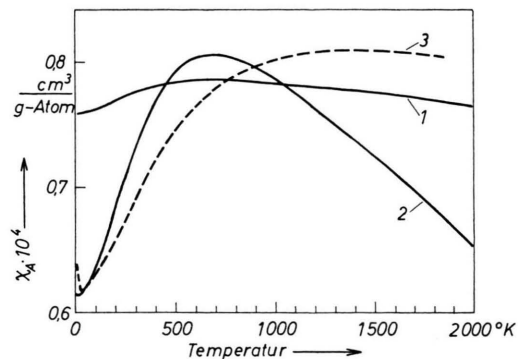


Abb. 2. Temperaturabhängigkeit der magnetischen Atomsuszeptibilität der Rhenium-Drahtprobe im Vergleich zu theoretischen Kurven nach KATSUKI u. SHIMIZU¹³ bei verschiedener Wahl der Parameter χ_c und α .

Wahl der Parameter χ_c und α .

Kurve 1: $\chi_c = 0,42 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3 \text{ g-Atom}^{-1}$; $\alpha = 0$.

Kurve 2: $\chi_c = -0,23 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3 \text{ g-Atom}^{-1}$; $\alpha = 1,78 \cdot 10^4 \text{ g-Atom cm}^{-3}$.

Kurve 3: χ_A = experimentell gewonnene Kurve für die Drahtprobe.

HEINRICH LANGE danken wir für sein förderndes Interesse an dieser Arbeit. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für die Bereitstellung von Sach- und Personalmitteln herzlich gedankt.