

Neutron Polarization from the Reaction $^3\text{H}(d,n)^4\text{He}$ at $70^\circ(\text{lab.})$ at Deuteron Energies below 2 MeV

G. HENTSCHEL, GÜNTHER MACK, and G. MERTENS

Physikalisches Institut der Universität Tübingen, Deutschland
(Z. Naturforsch. **23 a**, 1401—1402 [1968]; received 17 July 1968)

The angular distribution of the polarization of neutrons from the $d-t$ reaction shows extreme values at laboratory angles of 30° and 70° in the deuteron energy range between 1.8 and 5.35 MeV¹⁻⁴.

Near $30^\circ(\text{lab.})$ the polarization is known as a function of deuteron energies above 0.1 MeV⁴⁻⁷. At $70^\circ(\text{lab.})$ there exist no similar measurements below 1.9 MeV. Therefore in the following such polarization data for deuteron energies between 0.3 and 1.9 MeV will be given. They are deduced from measurements of $n-^4\text{He}$ scattering asymmetries.

For neutron production T—Ti-targets in a Van de Graaff accelerator were used. Neutrons scattered through $80^\circ(\text{lab.})$ from a high-pressure ^4He gas scintillator⁸ were detected by two plastic scintillators. The time-of-flight technique was used. The distance between neutron target and scatterer was 100 cm, the flight path between ^4He -scatterer and each plastic scintillator

was 125 cm. The time-of-flight spectrometer was described by MERTENS⁹, the asymmetry measurements were made similar to those of MACK¹⁰ for $n-^{12}\text{C}$ -polarization.

In the following table the results are given.

$E_d \pm \Delta E_d$ (MeV)	$\varepsilon \pm \Delta\varepsilon$ (%)	$P \pm \Delta P$ (%)
0.3 ± 0.03	0.4 ± 1.0	-0.5 ± 1.3
0.6 ± 0.03	2.9 ± 1.2	-3.9 ± 1.6
0.95 ± 0.28	3.0 ± 0.8	-4.2 ± 1.1
1.26 ± 0.25	4.8 ± 1.2	-6.8 ± 1.7
1.4 ± 0.24	8.3 ± 1.0	-11.7 ± 1.4
1.56 ± 0.23	9.3 ± 1.0	-13.1 ± 1.4
1.83 ± 0.21	9.5 ± 0.8	-13.5 ± 1.2

Table 1. Results. E_d : Mean deuteron energy in the target; ΔE_d : Halfwidth of deuteron energy in the target; ε : Measured scattering asymmetry; $\Delta\varepsilon$: Statistical uncertainty of ε ; P : Neutron polarization; ΔP : Statistical uncertainty of P .

A Monte Carlo calculation was made to deduce the polarization values P from the asymmetries ε using the $n-^4\text{He}$ phase shifts of HOOP and BARSCHALL¹¹. Corrections because of the finite geometry were taken into account for the following facts: Anisotropy of the $d-t$ reaction cross section, energy and angular dependence

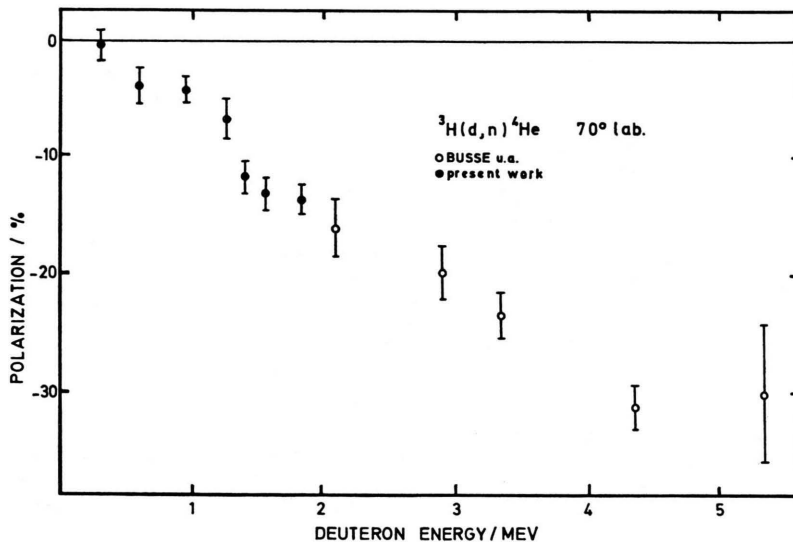


Fig. 1. Neutron polarization from the $^3\text{H}(d,n)^4\text{He}$ reaction at $70^\circ(\text{lab.})$.

- I. I. LEVINTOV, A. V. MILLER, and V. N. SHAMSHEV, Soviet Phys.-JETP **7**, 712 [1958].
- J. CHRISTIANSEN, F. W. BÜSSER, F. NIEBERGALL, and G. SÖHN-GEN, Nucl. Phys. **67**, 133 [1965].
- W. BUSSE, J. CHRISTIANSEN, D. HILSCHER, U. MORFELD, J. A. SCHEER, and W. U. SCHRÖDER, Nucl. Phys. A **100**, 490 [1967].
- R. B. PERKINS and J. E. SIMMONS, Phys. Rev. **124**, 1153 [1961].
- P. J. PASMA, Nucl. Phys. **6**, 141 [1958].
- F. BORELI, V. LAZAREVIC, and N. RADISIC, Nucl. Phys. **66**, 301 [1965].

- N. V. ALEKSEEV, U. R. ARIFKHANOV, N. A. VLASOV, V. V. DAVYDOV, and L. N. SAMOILOV, Soviet Phys.-JETP **20**, 287 [1965].
- G. HENTSCHEL, G. MACK, and W. TORNOW, Nucl. Instr. Methods **57**, 257 [1967].
- G. MERTENS, Z. Phys. **212**, 347 [1968].
- G. MACK, Z. Phys. **212**, 365 [1968].
- B. HOOP, JR., and H. H. BARSCHALL, Nucl. Phys. **83**, 65 [1966].



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 digitalized 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.

of the $n^4\text{He}$ 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° (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].

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

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.

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 $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$	Bemerkun- gen über χ	Untersuchtes Temperatur- intervall 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.