

Abb. 1. Oberer Teil: Einzelspektrum; unterer Teil: Koinzidenzspektrum mit der 145 keV-Linie. Der Ordinatenmaßstab entspricht der Quadratwurzel aus der Zählrate. Damit wird erreicht, daß der statistische Fehler der Meßpunkte überall gleich groß ist.

### Messungen zum Termschema von $^{141}\text{Pr}$

K. HESSE und K. WIEN

Institut für Technische Kernphysik der  
Technischen Hochschule Darmstadt

(Z. Naturforschg. 22 a, 1642–1644 [1967]; eingeg. am 24. August 1967)

In addition to the first excited state (at 145.4 keV), the following levels of  $^{141}\text{Pr}$  have been determined from the  $\gamma$ -spectrum of  $^{141}\text{Nd}$ : 1126.8; 1292.8; 1298.5; 1579.8 and

<sup>1</sup> Nuclear Data Sheets, published by the National Academy of Sciences – NCR, Washington, D.C.

1608.7 keV. Possible assignments of spin and parity are given.

Experimentelle Arbeiten über das Termschema von  $^{141}\text{Pr}$  befaßten sich bisher vor allem mit dem ersten angeregten Zustand<sup>1</sup> bei 145.4 keV. Über die höheren Zustände liegen nur verhältnismäßig wenige, zum Teil widersprüchliche Daten vor<sup>2–8</sup>. Da dieser Kern auf Grund seiner abgeschlossenen Neutronenschale  $N=82$  von Interesse ist, erschien eine erneute Untersuchung des Zerfalls von  $^{141}\text{Nd}$ , bei dem das Termschema von  $^{141}\text{Pr}$  bevölkert wird, sinnvoll.

<sup>2</sup> H. L. POLAK, W. SCHOO, B. L. SCHRAM, R. K. GIRGIS u. R. VAN LIESHOUT, Nucl. Phys. 5, 271 [1957].



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.

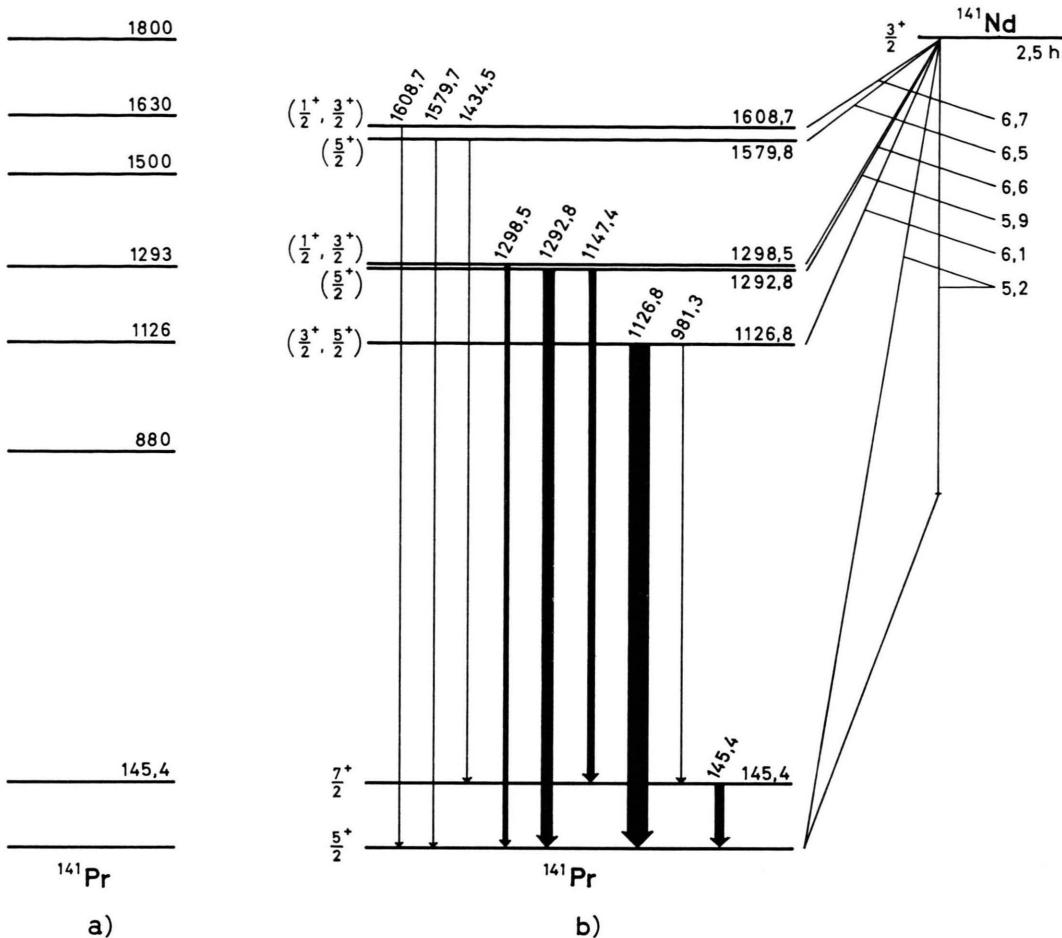


Abb. 2. a) Bisher in der Literatur angegebene Niveaus von  $^{141}\text{Pr}$ . b) Auf Grund unserer Messungen vorgeschlagenes Zerfallsschema von  $^{141}\text{Nd}$ . Einzelheiten im Text.

$^{141}\text{Nd}$  wurde am Darmstädter Elektronenlinearbeschleuniger<sup>9</sup> mit Bremsstrahlung von 30 MeV-Elektronen über die Kernphotoreaktion  $^{142}\text{Nd}(\gamma, \text{n})^{141}\text{Nd}$  erzeugt. Das bestrahlte  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  enthielt auf 95% angereichertes  $^{142}\text{Nd}$ . Das  $\gamma$ -Spektrum des Zerfalls wurde mit einem Ge(Li)-Detektor (Auflösung  $\sim 5$  keV) in einem 1024-Kanal-Analysator aufgenommen. Koinzidenzmessungen wurden mit dem Ge(Li)-Detektor und einem NaJ-Kristall durchgeführt. Für die Diode war außer der Energieeichung eine Intensitätseichung<sup>10</sup> im Bereich 500 – 1800 keV vorgenommen worden.

In Abb. 1 sind typische Ausschnitte der gemessenen Spektren wiedergegeben. Die auf Grund ihrer Halbwertszeit dem Zerfall von  $^{141}\text{Nd}$  zugeordneten Linien sind — abgesehen von der 145,4 keV-Linie — zusam-

men mit ihren relativen Intensitäten in Tab. 1 zusammengestellt. Linien bei 420 und 880 keV, die von CYBULSKA et al. gefunden wurden, konnten nicht bestätigt werden. Eine bei 260 keV von ALKHAZOV et al.<sup>7</sup>

$E_\gamma$ (keV)	Intensitäten
981,3 $\pm$ 0,5	3,7 $\pm$ 1,3
1126,8 $\pm$ 0,5	100
1147,4 $\pm$ 0,5	38 $\pm$ 6
1292,8 $\pm$ 0,5	56 $\pm$ 10
1298,5 $\pm$ 0,5	20 $\pm$ 8
1434,5 $\pm$ 1,0	2,9 $\pm$ 1
1579,7 $\pm$ 0,8	1,5 $\pm$ 0,8
1608,7 $\pm$ 0,8	2,2 $\pm$ 0,8

Tab. 1.  $\gamma$ -Linien des  $^{141}\text{Nd}$ -Zerfalls; Intensitäten auf die 1126,8 keV-Linie (= 100) normiert.

<sup>3</sup> E. W. CYBULSKA u. L. MARQUEZ, Nucl. Phys. **14**, 117 [1959].

<sup>4</sup> B. L. COHEN u. R. E. PRICE, Phys. Rev. **123**, 283 [1961].

<sup>5</sup> W. L. ALFORD, D. R. KOEHLER u. R. G. POLK, Nucl. Phys. **44**, 439 [1963].

<sup>6</sup> E. I. BIRYUKOV u. N. S. SHIMANSKAYA, Izv. Akad. Nauk SSSR (Ser. Fiz.) 27, 1402 [1963] (Transl. Bulletin 27, 1377).

<sup>7</sup> D. G. ALKHAZOV, K. I. EROKHINA u. I. KH. LEMBERG, Izv. Akad. Nauk SSSR (Ser. Fiz.) **29**, 139 [1965] (Transl. Bulletin **29**, 137).

<sup>8</sup> D. R. KOEHLER U. J. T. GRISSOM, Nucl. Phys. **84**, 235 [1966].  
<sup>9</sup> E. GUDDEN, G. ERICKE, H.-G. CLERC U. P. BRIX, Z. Phys. **181**,

<sup>19</sup> F. GUDDEN, G. FRICKE, H.-G. CLERC u. P. BRIX, Z. Phys. **181**, 453 [1964].  
<sup>19</sup> J. M. FREEMAN u. J. G. JENKIN, Nucl. Instr. Methods **43**, 269

<sup>10</sup> J. M. FREEMAN u. J. G. JENKIN, Nucl. Instr. Methods **43**, 269 [1966].

angegebene Linie ist möglicherweise in der hohen COMPTON-Verteilung der 511 keV- $\beta^+$ -Vernichtungsstrahlung untergegangen. Die  $\gamma$ -Emission eines 1500 keV-Niveaus, das von ALKHAZOV et al. durch COULOMB-Anregung und von COHEN et al.<sup>4</sup> durch inelastische Deuteronenstreuung gefunden wurde, tritt in den vorliegenden Spektren nicht auf. Wahrscheinlich hat dieses Niveau einen Spin von  $7/2$  oder  $9/2$ , so daß es durch den  $\beta$ -Zerfall von  $^{141}\text{Nd}$  nicht bevölkert wird.

In einer Koinzidenzmessung (siehe Abb. 1) wurden die  $\gamma$ -Kaskaden 981,3 – 145,4 keV, 1147,4 – 145,4 keV und 1434,5 – 145,4 keV gefunden. Diese drei Kaskaden beginnen bei Zuständen mit 1126,8; 1292,8 und 1579,8 keV Anregungsenergie, die auch direkt auf den Grundzustand zerfallen. Da die Linien bei 1298,5 und 1608,7 keV nicht mit der 145,4 keV-Linie koinzident sind, handelt es sich auch hierbei wahrscheinlich um Grundzustandsübergänge. Damit ergibt sich das in Abb. 2 b vorgeschlagene Zerfallsschema von  $^{141}\text{Nd}$ .

Um Anhaltspunkte für die Klassifizierung der Zustände zu erhalten, wurden unter Benutzung der Daten von BIRYUKOV et al.<sup>6</sup> die  $\log(ft)$ -Werte des Elektroneneinfangs abgeschätzt. Da sich die Gesamtintensität der beobachteten  $\gamma$ -Linien im Vergleich zu<sup>6</sup> nur unwesentlich geändert hat, wurde der  $\log(ft)$ -Wert des Übergangs auf den Grundzustand beibehalten. Die übrigen in Abb. 2 angegebenen  $\log(ft)$ -Werte wurden aus den  $\gamma$ -Intensitäten unter der Annahme, daß 4% des Elektroneneinfangs auf die Niveaus oberhalb 1 MeV gehen<sup>6</sup>, berechnet. Spin und Parität des Grundzustandes

von  $^{141}\text{Nd}$  sind auf Grund von Schalenmodellsystematik weitgehend als  $3/2^+$  gesichert. Da für  $^{141}\text{Pr}$  Zustände negativer Parität auf Grund des Schalenmodells in diesem Energiebereich unwahrscheinlich sind und für  $\beta$ -Übergänge mit  $\Delta\pi = +1$  und  $\Delta I = 2$  die  $\log(ft)$ -Werte  $\gtrsim 8$  sind, dürften alle beobachteten Übergänge als erlaubt einzuordnen sein. Damit kommen für die Spins der beim Elektroneneinfang angeregten Zustände nur die Werte  $1/2, 3/2, 5/2$  in Frage.

Vergleicht man das Intensitätsverhältnis der vom 1126,8 keV-Niveau emittierten Linien mit den von MOSZKOWSKI<sup>11</sup> berechneten Übergangswahrscheinlichkeiten, so läßt sich für den Spin dieses Niveaus keine Entscheidung zwischen  $3/2$  und  $5/2$  treffen. Ein Spin von  $3/2$  wäre in Übereinstimmung mit dem vom Schalenmodell geforderten  $d_{3/2}$ -Protonen-Niveau. Eindeutiger ist beim 1292,8 keV-Niveau die Zuordnung  $5/2$ , da das Intensitätsverhältnis der beiden von diesem Niveau emittierten  $\gamma$ -Linien gut mit der Theorie verträglich ist. Mit dem gleichen Argument wird für das 1579,8 keV-Niveau ebenfalls der Spin  $5/2$  vorgeschlagen. Da die beiden übrigen Niveaus bei 1298,5 und 1608,7 keV nicht oder wenn, dann nur schwach auf das 145,4 keV-Niveau zerfallen, haben sie vermutlich  $1/2^+$  oder  $3/2^+$ . Eines dieser Niveaus könnte der vom Schalenmodell geforderte  $s_{1/2}$ -Zustand sein.

Wir danken den Herren Prof. P. BRIX und Prof. E. KANKELEIT für die Förderung dieser Untersuchung. Die Arbeit wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für wissenschaftliche Forschung durchgeführt.

<sup>11</sup> S. A. MOSZKOWSKI, in: Alpha-, Beta- and Gamma-Ray Spectroscopy (herausgeg. von K. SIEGBAHN), North-Holland Publishing Comp., Amsterdam 1965.

### Der C–C-Abstand im 2,2-Dimethylpropan (Neopentan), bestimmt aus Elektronenbeugungsmessungen, und der kovalente Radius des Kohlenstoffatoms

WERNER ZEIL, JOACHIM HAASE und MARWAN DAKKOURI

Lehrstuhl für Physikalische Chemie der Universität Ulm  
(Medizinisch-Naturwissenschaftliche Hochschule) \*

(Z. Naturforsch. 22 a, 1644–1646 [1967]; eingegangen am 31. Juli 1967)

Die Länge der C–C-Bindung im Äthan wird im allgemeinen um etwa 0,01 Å niedriger gefunden als im Diamant. Die Werte für Äthan und Diamant sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Wenn man, wie früher von uns angegeben<sup>1</sup>, den kovalenten Radius des Kohlenstoffatoms als abhängig vom Valenzwinkel annimmt — was als Abhängigkeit vom Hybridisierungsparameter  $\lambda$  interpretiert werden kann<sup>2</sup> —, dann müssen die beobachteten Valenzwinkel (siehe Tab. 1) in der Methylgruppe des Äthans eine Zunahme des s-Charakters der zum Nachbar-Kohlenstoffatom gerichteten Bindung und damit eine Verkürzung des C–C-Abstandes bewirken. Wenn diese Konzeption richtig ist, müßte das 2,2-Dimethylpropan (Neopentan) einen C–C-Abstand besitzen, der etwa gleich dem Mittelwert zwischen dem C–C-Abstand im Äthan und dem C–C-Abstand im Diamant ist. Diese Überlegung beruht darauf, daß aus Symmetriegründen das zentrale C-Atom im Neopentan reine tetraedrische Valenzen aufweisen muß, während bei der Methylgruppe auf Grund unserer Vorstellungen eine Verkürzung des kovalenten Radius des Kohlenstoffatoms zu erwarten ist. Der bereits 1937 von PAULING und BROCKWAY<sup>3</sup> für Neopentan bestimmte C–C-Abstand von 1,54 Å entspricht dieser Konzeption. Da diese Strukturmöglichkeit aus Elektronenbeugungsmessungen nach der visuellen Methode und ohne rotierenden Sektor durchgeföhrt worden war, erschien es uns wichtig, zur Nachprüfung unserer Überlegungen die Struktur des Neopentans erneut mit Hilfe unserer Elektronenbeugungsanlage<sup>4</sup> zu bestimmen.

Für das Beugungsexperiment haben wir Neopentan purum der Firma Fluka verwandt. Die Elektronenbeugungsaufnahmen wurden bei zwei verschiedenen Kameralängen (250 und 1000 mm) und einer Be-

\* Gültige Anschrift: (75) Karlsruhe, Hertzstr. 16, Bau 35 II.  
<sup>1</sup> W. ZEIL, Angew. Chem. 73, 751 [1961].

<sup>2</sup> C. COULSON, Volume Commémoratif Victor Henry, 1947, Maison Desoer, Liège.

<sup>3</sup> L. PAULING u. L. O. BROCKWAY, J. Am. Chem. Soc. 59, 1223 [1937].

<sup>4</sup> W. ZEIL, J. HAASE u. L. WEGMANN, Z. Instrumentenk. 74, 84 [1966].