

hierbei mit einer Genauigkeit von etwa 1% festlegen. (Die gemessenen FOURIER-Koeffizienten sind bei  $\text{MoS}_2$ :  $v(11\bar{2}0) = 5,4$  Volt; bei  $\text{PbJ}_2$ :  $v(11\bar{2}0) = 8,9$  Volt.)

Aus den vorliegenden Messungen geht also hervor, daß die Näherungsformel des dynamischen Zweistrahl-

fallen auch bei stark dynamisch wirksamen Materialien sicherlich in schwach gestörten Bereichen bei Präparatdicken von 350 bis 1000 Å und Strahlspannungen von 35 bis 85 kV zur Bestimmung von FOURIER-Koeffizienten und Dicken benutzt werden kann.

## Die beiden Antimonisomere mit der Massenzahl 128

Von I. FRÄNZ, J. RODRIGUEZ und R. RADICELLA

Laboratorios de Radioquímica de la Comisión Nacional de la Energía Atómica, Buenos Aires  
(Z. Naturforsch. 11 a, 1037—1038 [1956]; eingeg. am 17. November 1956)

Dem von den Autoren untersuchten Antimonisotop von  $10,3 \pm 0,3$  min Halbwertzeit<sup>1</sup> wurde in verschiedenen Veröffentlichungen die Massenzahl 126<sup>2</sup> oder 130<sup>1,3,4</sup> zugeordnet. Durch die Untersuchung der  $\gamma$ -Spektren kurzlebiger Antimonisotope konnte dieses Problem gelöst werden. Es gibt nicht nur ein kurzlebiges Antimonisotop in diesem Massenzahlbereich, sondern drei Isotope, die vergleichbare Halbwertzeiten haben:  $^{126}\text{Sb}$  mit 18,8 min Halbwertzeit<sup>5</sup>,  $^{128}\text{Sb}$  mit 10,3 min Halbwertzeit und  $^{130}\text{Sb}$  mit 10—12 min Halbwertzeit<sup>6</sup>. Die Zuordnung der Massenzahlen wurde dadurch ermöglicht, daß im vergangenen Jahr die Zerfallschemen von  $^{126}\text{J}$ <sup>7</sup> und  $^{128}\text{J}$ <sup>8</sup> studiert wurden und daß die getrennten Tellurisotope  $^{126}\text{Te}$ ,  $^{128}\text{Te}$  und  $^{130}\text{Te}$  direkt angeregt wurden<sup>9,10</sup>. Übereinstimmend wurde als erstes angeregtes Niveau von  $^{126}\text{Te}$  650—680 keV, von  $^{128}\text{Te}$  750—760 keV und von  $^{130}\text{Te}$  830—850 keV gefunden.

Das Antimonisotop von 10,3 min Halbwertzeit läßt sich von seiner Muttersubstanz, dem Spaltzinn von 57 min Halbwertzeit, sehr rein abtrennen. Seine Untersuchung in einem Einkanalszintillationspektrometer ergab zwei Hauptlinien bei 750 keV und bei 320 keV. Bei 650 bzw. 830 keV waren keine Linien nachweisbar. Man muß daher der Isobarenreihe 57 min-Zinn  $\rightarrow$  10,3 min-Antimon die Massenzahl 128 zuordnen.

Dieses Antimonisotop  $^{128}\text{Sb}$  läßt sich auch durch Bestrahlung von Tellur mit Neutronen oder Deuteronen erzeugen. Dabei bildet sich gleichzeitig ein Antimonisotop von 9,6 h Halbwertzeit, das erstmalig von Barnes<sup>2</sup> als Spaltprodukt nachgewiesen wurde. Auf Grund der Verschiebung der Spaltausbeute bei der Bestrahlung mit schnellen und langsamen Neutronen ordnete er ihm die Massenzahl 126 zu. Bei der Untersuchung seines  $\gamma$ -Spektrums fanden wir jedoch neben einigen schwächeren Linien von höherer Energie die gleichen Linien von 750 bzw. 320 keV wie bei dem  $^{128}\text{Sb}$  von

10,3 min Halbwertzeit. Man muß daher dem Antimonisotop von 9,6 h Halbwertzeit ebenfalls die Massenzahl 128 zuordnen.

Zur Bestimmung des Verzweigungsfaktors, mit dem sich die beiden Isomere aus  $^{128}\text{Sn}$  bilden, wurde eine Intervalltrennung des vom Spaltzinn nachgebildeten Antimons gemacht. Der Vergleich der Aktivitäten des kurzlebigen und des langlebigen Isomers ergab  $\sim 3\%$  für die Bildung des langlebigen Isomers.

Die Analogie mit  $^{122}\text{Sb}$ ,  $^{124}\text{Sb}$  und  $^{126}\text{Sb}$  spricht dafür, daß das 10,3 min-Antimon der metastabile Zustand und das 9,6 h-Antimon der Grundzustand von  $^{128}\text{Sb}$  sind, wobei es möglich ist, daß sich der Grundzustand ganz oder teilweise aus dem angeregten Zustand bildet. Diese Hypothese wird unterstützt durch die Beobachtung, daß sich das kurzlebige Isomer auch in einem nicht reduzierenden Medium immer in dreiwertiger Form bildet, während das langlebige Isomer häufig auch fünfwertig aufzutreten scheint.

*Experimentelles:* Die Uranspaltungen sowie die  $(d, \alpha)$ -Prozesse wurden mit den 28 MeV-Deuteronen des Synchrozyklotrons der CNEA in Buenos Aires durchgeführt, zur Erzeugung von Neutronen wurde ein Berylliumtarget verwendet.

Von dem bestrahlten Uran wurde Spaltzinn radiochemisch rein abgetrennt und in Salzsäure als Fluorkomplex in Lösung gehalten. Nach Zugabe von  $\text{Sb}^{III}$  und  $\text{Sb}^V$  wurde in der Hitze mit Hydrazinchlorid reduziert, wodurch der schwache Fluorkomplex des fünfwertigen Antimons zerstört wurde, während der Fluorzinnkomplex erhalten blieb. Die Anwesenheit von Hydrazinchlorid in der Lösung beeinträchtigt eine Schwefelwasserstofffällung nicht, so daß sofort nach der Reduktion  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  gefällt werden konnte. Auf diese Weise konnte eine fast quantitative Trennung des drei- und fünfwertigen Antimons von vierwertigem Zinn erreicht werden. Bei den Intervalltrennungen wurden Reduktion und Schwefelwasserstofffällung zu geeigneten Zeitpunkten wiederholt. Für Kontrollmessungen der  $\gamma$ -Spektren sowie für die Messung des Verzweigungsverhältnisses wurde das Antimonsulfid erneut in Salzsäure gelöst, und durch Zugabe von Zink wurde Antimonwasserstoff erzeugt, der in Silbernitratlösung eingeleitet wurde, wobei sich Antimonsilber bildete. Diese Methode garantiert eine hohe radiochemische Reinheit,

<sup>1</sup> I. FRÄNZ, J. RODRIGUEZ u. H. CARMINATTI, Z. Naturforschg. 10 a, 82 [1955].

<sup>2</sup> J. W. BARNES u. A. J. FREEDMAN, Phys. Rev. 84, 365 [1951].

<sup>3</sup> J. W. BARNES, Private Mitteilung 1952.

<sup>4</sup> A. C. PAPPAS, Techn. Rep. 63, MIT [1953].

<sup>5</sup> I. FRÄNZ, R. RADICELLA u. J. RODRIGUEZ, Z. Naturforschg. 11 a, 1038 [1956]; nachstehende Notiz.

<sup>6</sup> A. C. PAPPAS, J. Inorganic. Nuclear Chem. 2, 69 [1956].

<sup>7</sup> L. KOERTS, P. MACKLIN, B. FARRELLY, R. v. LIESHOUT u. C. S. WU, Phys. Rev. 98, 1231 [1955].

<sup>8</sup> N. BENCZER, B. FARRELLY, L. KOERTS u. C. S. WU, Phys. Rev. 101, 1027 [1956].

<sup>9</sup> R. M. SINCLAIR, Phys. Rev. 102, 461 [1956].

<sup>10</sup> N. P. HEYDENBURG u. G. M. TEMMER, Bull. Amer. Phys. Soc. 1, No. 4, 164 C 3 [1956].



kann aber wegen der geringen Ausbeute des Prozesses nicht für quantitative Messungen verwandt werden.

Für die  $(d, \alpha)$ - und  $(n, p)$ -Prozesse wurde Natrium- oder Kaliumtellurit und auch gelegentlich elementares Tellur bestrahlt. Das bestrahlte Tellurit wurde in Salzsäure gelöst, und es wurden  $Sb^{III}$  und  $Sb^V$  zugegeben. Wenn die Lösung wenig Tellur enthielt, konnte direkt Antimonwasserstoff erzeugt und in Silbernitratlösung eingeleitet werden. Das dabei entstehende Antimon Silber zeigte keinerlei Fremdaktivitäten. Bei Anwesenheit größerer Tellurmengen verhindert die Tellurreduktion die Bildung von  $SbH_3$ . In solchen Fällen wurde zunächst das Tellur durch Reduktion mit Hydrazinchlorid entfernt und dann das Antimon als  $Sb_2S_3$  gefällt, das nach Lösen in HCl wieder in  $SbH_3$  überführt werden konnte.

Zur Messung der  $\gamma$ -Spektren wurde ein im Departa-

<sup>11</sup> K. FRÄNZ u. S. F. PINASCO, Publ. Com. Nac. Energ. Atómica, Serie Física (im Druck).

mento de Eletrónica der CNEA unter der Leitung von K. FRÄNZ entwickeltes Einkanalszintillationspektrometer<sup>11</sup> verwandt. Zur Bestimmung der Halbwertzeit des 9,6 h-Antimon wurde die Aktivität der 750 keV-Linie mit einem im Institut entwickelten logarithmischen Mittelwertschreiber während mehr als 100 Std. registriert<sup>12</sup>.

Für die Entwicklung, Konstruktion und Überwachung dieser Meßapparaturen möchten wir Herrn K. FRÄNZ und seinen Mitarbeitern unseren besonderen Dank aussprechen. Weiterhin sind wir sehr zu Dank verpflichtet Herrn E. GALLONI und seinen Mitarbeitern für die Durchführung zahlreicher Bestrahlungen mit dem Synchrozyklotron des Institutes. Die vollständige Arbeit wird in Kürze in den Publicaciones de la Comisión Nacional de la Energía Atómica, Serie Química, erscheinen.

<sup>12</sup> K. FRÄNZ, Publ. Com. Nac. Energ. Atómica, Serie Física 1, No. 6 [1955].

### Ein neues Antimonisotop, $^{126}Sb$

Von I. FRÄNZ, R. RADICELLA und J. RODRIGUEZ

Laboratorios de Radioquímica de la Comisión Nacional de la Energía Atómica, Buenos Aires

(Z. Naturforschg. 11 a, 1038 [1956]; eingegangen am 17. November 1956)

Bei der Bestrahlung von Tellur mit Deuteronen konnte die Bildung eines Antimonisotops von 18,8 min Halbwertzeit nachgewiesen werden. Es sendet Negatronden und Photonen aus. Die Untersuchung seiner  $\beta$ -Strahlung im GM-Zählrohr wurde durch andere kurzelbige Antimonisotope, wie  $^{128}Sb$ , erschwert; dagegen konnten in einem Einkanalszintillationspektrometer zwei  $\gamma$ -Linien bei 650 keV und 420 keV nachgewiesen werden, deren Intensität mit 18,8 min Halbwertzeit abfiel. Zur Eichung des  $\gamma$ -Spektrums wurde neben den üblichen Isotopen wie  $^7Be$ ,  $^{22}Na$  und  $^{137}Ba$  die 650 keV-Linie von  $^{128}J$  benutzt, um die Übereinstimmung dieser Linie mit der Hauptlinie des neuen Antimonisotops nachzuprüfen. Die Ausbeute des Prozesses ist ziemlich gleich für das neue Isotop wie für das 10,3 min-Isotop  $^{128}Sb$ , so daß man ihre Entstehung aus etwa gleich häufigen Tellurisotopen vermuten kann.

Das 18,8 min-Antimon konnte auch durch Neutronenbestrahlung von Tellur erzeugt werden, dagegen war es unter den Spaltprodukten von Uran weder nach einer kurzzeitigen Bestrahlung und schnellen Trennung (10 min nach Ende einer Bestrahlung von 3 min Dauer), noch nach intensiver Bestrahlung und Intervalltrennung bis zu zwei Tagen später nachweisbar. Da alle Antimonisotope, die sich durch die angeführten Prozesse mit guter Ausbeute bilden könnten, bis auf die Isotope mit den Massenzahlen 126, 128 und 130 genau bekannt sind, muß das neue Isotop eine dieser Massenzahlen haben. 130 ist unwahrscheinlich, weil bei den verwendeten Deuteronenenergien  $(d, 2p)$ -Pro-

zesse im Vergleich zu  $(d, \alpha)$ -Prozessen sehr selten sind. 128 ist bereits durch zwei Isomere besetzt<sup>1</sup>. Wegen der genauen Übereinstimmung der stärksten  $\gamma$ -Linie des 18,8 min-Antimons mit dem ersten angeregten Niveau von  $^{126}Te$ , bzw. mit der den K-Einfang begleitenden Photonenstrahlung von 650 keV des  $^{128}J$ , kann man diesem Isotop die Massenzahl 126 zuschreiben. Es handelt sich wahrscheinlich in Analogie zu den übrigen geradzahligen Antimonisotopen von  $^{122}Sb$  bis  $^{128}Sb$ , die sämtlich Isomere haben, um eines von zwei Isomeren mit der gleichen Massenzahl 126. Man muß annehmen, daß sich aus dem noch unbekannten  $^{126}Sn$  ganz überwiegend das andere Isomer bildet.

*Experimentelles:* Die Uranspaltungen sowie die  $(d, \alpha)$ -Prozesse wurden mit den 28 MeV-Deuteronen des Synchrozyklotrons der CNEA in Buenos Aires durchgeführt, zur Erzeugung von Neutronen wurde ein Berylltarget verwandt.

Für die Bestrahlungen mit Deuteronen oder Neutronen wurde Natrium- bzw. Kaliumtellurit oder elementares Tellur verwandt, für die Uranspaltungen  $U_3O_8$ . Bei der radiochemischen Antimontrennung wurde immer in der letzten Etappe Antimon in  $SbH_3$  überführt und in Silbernitratlösung aufgefangen. Dadurch ist ein hoher Grad der Reinigung gewährleistet.

Wir danken Herrn E. GALLONI und seinen Mitarbeitern für die Durchführung zahlreicher Bestrahlungen mit dem Synchrozyklotron des Institutes und Herrn K. FRÄNZ und seinen Mitarbeitern für die Entwicklung, Konstruktion und Überwachung der verwendeten Meßapparaturen. Die vollständige Arbeit wird in Kürze in den Publicaciones de la Comisión Nacional de la Energía Atómica, Serie Química, erscheinen.

<sup>1</sup> I. FRÄNZ, J. RODRIGUEZ u. R. RADICELLA, Z. Naturforschg. 11 a, 1037 [1956]; voranstehende Notiz.