

Messung der Einfanggamma- und Röntgen-Spektren von Sm und Gd

Von JOHN T. WASSON

Laboratorium für Technische Physik der TH München
(Z. Naturforschg. 15 a, 276 [1960]; eingegangen am 18. Januar 1960)

In der vorliegenden Arbeit werden die Energien der γ - und RÖNTGEN-Strahlen zwischen 20 und 450 keV gemessen, welche Samarium und Gadolinium beim Neutroneneinfang aussenden. Nach dem kollektiven Modell sind bei Sm und Gd Übergänge zu erwarten, die in den genannten Energiebereich fallen. Die Messungen werden mit dem Kristallspektrometer¹ durchgeführt, das am durchgehenden Stahlrohr des FRM aufgebaut ist und eine Fokallänge von 4,65 m hat, da diese Methode hier die größte Genauigkeit liefert.

Die untersuchten Elemente lagen als natürliche Isotopengemische der Oxide des Samarium und Gadolinium mit einer Reinheit von 99,9% vor.

Die Meßergebnisse sind in den Tab. 1 und 2 zusammengestellt. Die Genauigkeit hängt hauptsächlich von der Eichung mit W RÖNTGEN-Strahlen ab. Die Streuung der Werte und die Ungenauigkeit des Instruments betragen zusammen nur ungefähr 0,007 X.U. Die 199 KeV- und 439 KeV-Linien wurden in zweiter, alle übrigen Linien in 4. Ordnung auf beiden Seiten der Nullstellung gemessen. Die Zuordnung der γ -Linien ergab sich aus den Wirkungsquerschnitten, den Ergebnissen von Versuchen mit COULOMB-Anregung und nach dem β -Zerfall. Für die Umrechnung der gemessenen Wellenlängen in Energie wurde die Formel von DuMOND² verwendet:

$$E(\text{KeV}) = \frac{12\,372,44 \pm 0,16}{\lambda \text{ (X.U.)}}.$$

Die mit dem Spektrometer gemessene Intensität der 79,5 KeV-Linie des Gd¹⁵⁸ ist 3,5-mal so groß wie die der 89 KeV-Linie des Gd¹⁵⁶.

Die erste Spalte der Tab. 1 enthält die gemessenen Wellenlängen der γ -Linien, die zweite Spalte die daraus berechneten Energien. In der dritten Spalte sind die Werte angegeben, die HIBDON³, BOEHM⁴, CHUPP⁵ und CHURCH⁶ gefunden haben. Unsere Werte stimmen mit denen von BOEHM, CHUPP und CHURCH sehr gut überein. Da nicht angegeben ist, wie genau die Werte von HIBDON sind, ist es schwierig, unsere Ergebnisse mit seinen zu vergleichen.

In der ersten Spalte der Tab. 2 finden sich die von uns gemessenen Wellenlängen der RÖNTGEN-Linien des Sm und Gd. Die zweite Spalte gibt zum Vergleich die Ergebnisse von CHUPP² und SANDSTRÖM⁷. Die Übereinstimmung unserer Werte mit den Wellenlängen von

CHUPP ist sehr gut. Die Ergebnisse von SANDSTRÖM weichen aber teilweise mehr von unseren Werten ab, als es die Meßfehler zulassen. Leider verzichtet er darauf, Meßfehler anzugeben. (Seine Werte sind hauptsächlich den Meßergebnissen von CORK und STEPHENSON⁸ aus dem Jahre 1926 entnommen, welche eine Meßgenauigkeit von 0,04 X.U. für die K α_1 , α_2 -Linien angeben; ferner sind die K β -Linien nicht so genau.)

	λ (X.U.)	E (KeV)	E (KeV)	Lit.
Sm ¹⁵⁶	37,046 \pm 0,009	333,98 \pm 0,08	336,2	3
			337,2	
	28,150 \pm 0,013	439,4 \pm 0,2	440,4	3
Gd ¹⁵⁶	139,057 \pm 0,017	88,974 \pm 0,011	88,97 \pm 0,01	4
	62,099 \pm 0,015	199,24 \pm 0,05	199,19 \pm 0,06	5
Gd ¹⁵⁸	155,60 \pm 0,02	79,516 \pm 0,010	79,51 \pm 0,02	5
	68,000 \pm 0,010	181,95 \pm 0,03	181,7 \pm 0,5	6

Tab. 1. Wellenlängen und Energien von γ -Strahlen nach Neutroneneinfang in Sm und Gd.

		λ (X.U.)	λ (X.U.)	s. Anm.
Sm	$K\alpha_1$	$308,39 \pm 0,03$	308,45	7
			$308,54 \pm 0,04$	8
	$K\alpha_2$	$313,02 \pm 0,03$	313,13	7
			$313,20 \pm 0,04$	8
	$K\beta_1$	$272,42 \pm 0,03$	$272,45 \pm 0,04$	2
	$K\beta_2$	$265,64 \pm 0,03$	265,78	7
$265,75 \pm >0,04$			8	
Gd	$K\beta_3$	$273,16 \pm 0,03$	$273,20 \pm 0,04$	2
	$K\alpha_1$	$287,73 \pm 0,03$	$287,75 \pm 0,04$	2
	$K\alpha_2$	$292,41 \pm 0,03$	$292,44 \pm 0,04$	2
	$K\beta_1$	$245,06 \pm 0,02$	$245,07 \pm 0,03$	2
	$K\beta_2$	$247,65 \pm 0,03$	247,65	7
			$247,62 \pm 0,04$	8
$K\beta_3$	$245,81 \pm 0,02$	$245,81 \pm 0,03$	2	

Tab. 2. Wellenlängen der Sm- und Gd-Röntgen-Strahlen.

Nach Beendigung der Bestrahlung des Sm mit Neutronen wurde eine γ -Linie mit einer Energie von 103,3 \pm 0,1 KeV gemessen, die wahrscheinlich vom β -Zerfall des Sm¹⁵³ (47 h) herrührt⁹.

Herrn Prof. Dr. H. MAIER-LEIBNITZ möchte ich herzlich für die interessante Arbeit und anregende Diskussion danken. Herrn OTTO SCHULT danke ich für seine umfassende und fördernde Hilfe sowie dafür, daß ich die Messungen an seinem Gerät durchführen konnte.

¹ O. SCHULT, Dissertation, TH München 1959.
² E. L. CHUPP, J. W. M. DuMOND, F. J. GORDON, R. C. JOPSON u. H. MARK, Phys. Rev. **112**, 1183 [1958].
³ C. T. HIBDON u. C. O. MUEHLHAUSE, Phys. Rev. **88**, 943 [1952].
⁴ F. BOEHM u. E. N. HATCH, Bull. Amer. Phys. Soc., Ser. II **1**, 390 [1956].
⁵ E. L. CHUPP, J. W. M. DuMOND, F. J. GORDON, R. C. JOPSON u. H. MARK, Phys. Rev. **112**, 518 [1958].

⁶ E. L. CHURCH u. M. GOLDBABER, Phys. Rev. **95**, 626 [1954].
⁷ A. E. SANDSTRÖM, Experimental Methods of X-ray Spectroscopy: Ordinary Wavelengths, Handbuch der Physik, Band XXX, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1957.
⁸ J. M. CORK u. B. R. STEPHENSON, Phys. Rev. **27**, 530 [1926].
⁹ D. STROMINGER, J. M. HOLLANDER u. G. T. SEABORG, Rev. Mod. Phys. **30**, 585 [1958].

