

Zur Frage des Zerfalls von ^{180}Ta

Von P. Eberhardt, J. Geiss und C. Lang

Physikalisches Institut der Universität Bern

und W. Herr und E. Merz
Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz

(Z. Naturforschg. **10a**, 796 [1955]; eingegangen am 23. August 1955)

Kürzlich fanden White, Collins und Rourke¹ in einem zweistufigen magnetischen Massenspektrometer ein neues Tantal-Isotop, ^{180}Ta , mit einer Häufigkeit von $^{180}\text{Ta}/^{181}\text{Ta} = (123 \pm 3) \cdot 10^{-6}$, nachdem schon eine neu entdeckte Neutronenresonanzstelle am Ta auf ein zweites Isotop dieses Elementes hingewiesen hatte². Als u-u-Kern mit benachbarten stabilen Isobaren³ sollte ^{180}Ta instabil gegen K-Einfang und β^- -Zerfall sein. Wir haben daher begonnen, nach den möglichen Folgeprodukten des ^{180}Ta zu suchen. An zwei alten südafrikanischen Tantaliten wurde das Gewichtsverhältnis W/Ta auf chemischem Wege quantitativ bestimmt; und nachdem eine vergleichende Neutronenaktivierung des isolierten WO_3 ergeben hatte, daß das Vorliegen einer hohen ^{180}W -Konzentration ($> 3\%$ Häufigkeit) auszuschließen war, wurde das Isotopenverhältnis massenspektrometrisch gemessen. Zum Vergleich wurde das Isotopenverhältnis von normalem Wolfram (WO_3 p.a., bezogen von der Firma E. Merck, Darmstadt), das aus reinen Wolframerzen hergestellt ist, mit derselben Menge und auf die gleiche Weise bestimmt. Tab. I zeigt die Resultate. Der bei den Isotopenverhältnissen angegebene Fehler ist der dreifache mittlere quadratische Fehler des Mittelwertes.

	Tantalit Swaziland	Tantalit South Rhodesia, Bikita, Ebonite Mine	normales Wolfram aus Wolframerzen
Mineral- alter p	$> 1 \cdot 10^9 \text{ a}^{-4}$	$(2,64 \pm 0,04) \cdot 10^9 \text{ a}^{-5,6}$	
Ta_2O_5	$(20,8 \pm 0,3)\%$	$(64,3 \pm 0,3)\%$	
WO_3	$(0,11 \pm 0,01)\%$	$(0,09 \pm 0,009)\%$	
$\frac{^{180}\text{W}}{\text{W}}$	$(129 \pm 9) \cdot 10^{-5}$	$(131 \pm 7) \cdot 10^{-5}$	$(129 \pm 9) \cdot 10^{-5}$
$\frac{(^{180}\text{W})_{\text{radiogen}}}{^{180}\text{Ta}}$	$< 6 \cdot 10^{-3}$	$< 1,8 \cdot 10^{-3}$	
λ_{β^-}	$< 6 \cdot 10^{-12} \text{ a}^{-1}$	$< 7 \cdot 10^{-13} \text{ a}^{-1}$	

Tab. 1.
Isotopenverhältnisse und Zerfallskonstanten in verschiedenen Tantaliten.

¹ F. A. White, T. L. Collins u. F. M. Rourke, Phys. Rev. **97**, 566 [1955].

² S. E. Evans, E. G. Soki u. R. R. Smith, Phys. Rev. **97**, 565 [1955].

³ J. Mattauch, Z. Phys. **91**, 361 [1934]; Naturwiss. **25**, 738 [1937].

⁴ E. Baier, private Mitteilung.

⁵ A. Holmes, Nature, Lond. **173**, 612 [1954]; A.

Da für beide Minerale eine Angabe über ihr Alter gemacht werden kann, läßt sich aus jeder Messung eine obere Grenze für die Zerfallskonstante λ_{β^-} des β^- -Zerfalls $^{180}\text{Ta} \rightarrow ^{180}\text{W}$ berechnen (vgl. Tabelle). Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, liegen die Verhältnisse für eine Abschätzung von λ_{β^-} bei der Probe Bikita besonders günstig; darüber hinaus handelt es sich hier um eine Mine, deren Datierung als besonders sicher anzusehen ist; stimmen doch beide Uranalter und das Thoriumalter an einem Monazit dieser Fundstelle vollkommen überein⁵. Auf Grund der Eigenschaften dieses Minerals erscheint es daher gerechtfertigt, das angeführte Alter zu verwenden, einen Wolframverlust auszuschließen und für die obere Grenze der Zerfallskonstanten

$$\lambda_{\beta^-} < 7 \cdot 10^{-13} \text{ a}^{-1}$$

anzugeben, das angeführte Isotopenverhältnis von Tantal¹ vorausgesetzt. Sollte sich zeigen, daß der K-Einfang $^{180}\text{Ta} \rightarrow ^{180}\text{Hf}$ so stark ist, daß die Halbwertszeit T des ^{180}Ta vergleichbar mit dem Alter des hier untersuchten Minerals ist, so würde sich natürlich die obere Grenze von λ_{β^-} ohne eine neue Wolfram-Messung nach der folgenden Gleichung weiter herabsetzen lassen:

$$\frac{(^{180}\text{W})_{\text{radiogen}}}{(^{180}\text{Ta})} = \frac{\lambda_{\beta^-}}{\lambda_{\text{K}} + \lambda_{\beta^-}} (\exp\{(\lambda_{\text{K}} + \lambda_{\beta^-})p\} - 1).$$

Zu einer Abschätzung des fT -Wertes gelangt man nur durch Annahme einer β^- -Zerfallsenergie. Auf Grund der Zerfallsdaten⁷ des $8 \text{ h} \cdot ^{180}\text{Ta}$, das sich nach der Entdeckung des natürlichen ^{180}Ta nur als isomerer Zustand deuten läßt, erscheint die Annahme berechtigt, daß die Zerfallsenergie für den β^- -Zerfall des natürlichen ^{180}Ta etwa $400 - 600 \text{ keV}$ beträgt (vgl. hierzu auch⁸). Dies führt auf $\log fT > 20$.

Wie empfindlich die Methode des Aufsuchens möglicher Folgeprodukte von ungeklärten, langlebigen radioaktiven Isotopen sein kann, zeigt eine grobe Abschätzung der bei $\lambda_{\beta^-} = 7 \cdot 10^{-13} \text{ a}^{-1}$ zu erwartenden β^- -Aktivität des Tantals: Eine unendlich dicke Tantalschicht von 100 cm^2 Fläche emittiert weniger als ein β -Teilchen pro Minute, wenn man wiederum $E_0 = 400 - 600 \text{ keV}$ voraussetzt.

Großen Dank schulden wir den Herren Prof. Dr. L. Cahen, Tervuren, und Dr. A. M. Macgregor, Salisbury, sowie der Gesellschaft für Elektrometallurgie, insbesondere Herrn Dr. Fuchs, Düsseldorf, für die Beschaffung der Tantalerze. Den Herren Prof. Dr. E. Baier, Mainz, Prof. Dr. F. G. Houtermans, Bern, und Prof. F. A. Paneth, Mainz, sind wir für ihr Interesse und wertvolle Hinweise zu Dank verpflichtet.

Holmes u. L. Cahen, African Geochronology, London 1955; L. H. Ahrens, Geochim. Cosmochim. Acta **7**, 294 [1955].

⁶ A. M. Macgregor, private Mitteilung.

⁷ H. N. Brown, W. L. Benda, F. J. Shore u. R. A. Becker, Phys. Rev. **84**, 293 [1951].

⁸ S. R. Stehn, Phys. Rev. **93**, 932 [1954]; P. F. Zweifel, Phys. Rev. **98**, 1174 [1955].



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.