

Zur Frage des Zerfalls von ¹⁸⁰Ta

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

Kürzlich fanden White, Collins und Rourke¹ in einem zweistufigen magnetischen Massenspektrometer ein neues Tantal-Isotop, ¹⁸⁰Ta, mit einer Häufigkeit von ¹⁸⁰Ta/¹⁸¹Ta=(123±3)·10⁻⁶, nachdem schon eine neuentdeckte Neutronenresonanzstelle am Ta auf ein zweites Isotop dieses Elementes hingewiesen hatte². Als u-u-Kern mit benachbarten stabilen Isobaren³ sollte ¹⁸⁰Ta instabil gegen K-Einfang und β⁻-Zerfall sein. Wir haben daher begonnen, nach den möglichen Folgeprodukten des ¹⁸⁰Ta zu suchen. An zwei alten südafrikanischen Tantaliten wurde das Gewichtsverhältnis W/Ta auf chemischem Wege quantitativ bestimmt; und nachdem eine vergleichende Neutronenaktivierung des isolierten WO₃ ergeben hatte, daß das Vorliegen einer hohen ¹⁸⁰W-Konzentration (> 3% Häufigkeit) auszuschließen war, wurde das Isotopenverhältnis massenspektrometrisch gemessen. Zum Vergleich wurde das Isotopenverhältnis von normalem Wolfram (WO₃ p.a., bezogen von der Firma E. Merck, Darmstadt), das aus reinen Wolfram-erzen hergestellt ist, mit derselben Menge und auf die gleiche Weise bestimmt. Tab. 1 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 Wolfram- erzen
Mineral- alter <i>p</i>	> 1 · 10 ⁹ a ⁴	(2,64 ± 0,04) · 10 ⁹ a ^{5, 6}	
Ta ₂ O ₅	(20,8 ± 0,3) %	(64,3 ± 0,3) %	
WO ₃	(0,11 ± 0,01) %	(0,09 ± 0,009) %	
¹⁸⁰ W/ W	(129 ± 9) · 10 ⁻⁵	(131 ± 7) · 10 ⁻⁵	(129 ± 9) · 10 ⁻⁵
$\frac{(^{180}\text{W})_{\text{radiogen}}}{^{180}\text{Ta}}$	< 6 · 10 ⁻³	< 1,8 · 10 ⁻³	
λ _{β⁻}	< 6 · 10 ⁻¹² a ⁻¹	< 7 · 10 ⁻¹³ 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 ¹⁸⁰Ta → ¹⁸⁰W 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 ¹⁸⁰Ta → ¹⁸⁰Hf so stark ist, daß die Halbwertszeit *T* des ¹⁸⁰Ta 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:

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

Zu einer Abschätzung des *fT*-Wertes gelangt man nur durch Annahme einer β⁻-Zerfallsenergie. Auf Grund der Zerfallsdaten⁷ des 8 h.¹⁸⁰Ta, das sich nach der Entdeckung des natürlichen ¹⁸⁰Ta nur als isomerer Zustand deuten läßt, erscheint die Annahme berechtigt, daß die Zerfallsenergie für den β⁻-Zerfall des natürlichen ¹⁸⁰Ta etwa 400–600 keV beträgt (vgl. hierzu auch ⁸). 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 λ_{β⁻}=7·10⁻¹³ a⁻¹ zu erwartenden β⁻-Aktivität des Tantals: Eine unendlich dicke Tantalschicht von 100 cm² Fläche emittiert weniger als ein β⁻-Teilchen pro Minute, wenn man wiederum *E*₀=400–600 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 Tantal-erze. 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. Bendel, 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].

