

Bestimmung des Ionisationspotentials von Technetium und Optimierung der Nachweisgrenze für die Ultrapurenalyse von Technetium*

F. Schwellnus¹, C. Mattolat¹, K. Wendt¹, N. Trautmann²

¹Institut für Physik und ²Institut für Kernchemie, Johannes Gutenberg-Universität, D-55128 Mainz

Das β -aktive Isotop ^{99g}Tc ($T_{1/2}=2,1\cdot 10^5$ a) wird bei der Spaltung von ^{235}U durch thermische Neutronen mit einer Ausbeute von etwa 6% gebildet. Dies macht Technetium zu einem Hauptbestandteil nuklearen Abfalls. Daher ist es von großer Bedeutung, das chemische Verhalten von Technetium und die Mobilität unter umweltrelevanten Bedingungen zu erforschen. Das Ionisationspotential des Technetiumatoms ist bislang nur mit vergleichsweise geringer Präzision bekannt [1,2].

Bestimmung des Ionisationspotentials

Das Ionisationspotential von ^{99g}Tc wurde über Rydbergkonvergenzen gegen den Grundzustand, sowie gegen den bekannten ersten und zweiten angeregten Zustand des Ions neu bestimmt. Die Untersuchung wurde mittels Resonanzionisations-Spektroskopie (RIS) mit dem gepulsten Ti:Sa-Lasersystem der Arbeitsgruppe LARISSA des Instituts für Physik durchgeführt. Aus dem Grundzustand von Technetium wurde zunächst der Zustand $4d^5 5s5p \ ^6P_{7/2}$ und anschließend die Zustände $4d^5 5s5d \ ^6D_{9/2}$ oder $4d^6 5d \ ^6P_{5/2}$ mit frequenzverdoppeltem Laserlicht der Wellenlängen 429,82 nm (1. Schritt) und 395,15 bzw. 461,81 nm (2. Schritte) bevölkert. Aus diesen Zuständen wurden Rydbergzustände zum Grundzustand oder respektive zu den bekannten ersten und zweiten angeregten Zuständen des Technetiumions mit Laserlicht zwischen 830 und 900 nm angeregt. Abbildung 1 zeigt die Rydbergserien zu den beiden angeregten Zuständen des Ions. Aus der

Anregungsenergie der Zustände konnte mittels der Rydberg-Ritz Formel das Ionisationspotential von Technetium zu 7.119391(15) eV bestimmt werden.

Bestimmung einer Nachweisgrenze

Am RISIKO-Massenseparator des Instituts für Physik wurde die Resonanzionisation an Technetium für die Ultrapurenalyse entwickelt. Das hierzu eingesetzte Anregungsschema wurde auf Basis der vorgenannten spektroskopischen Resultate ausgewählt. Für die Anregung und Ionisation wurden hochrepetierende Ti:Saphir-Laser bei 429,82 nm (1. Schritt), 395,15 nm (2. Schritt) und 838,24 nm (3. Schritt) eingesetzt. Mit den verfügbaren Laserleistungen (jeweils 0,6 W, 0,3 W bzw. 3,2 W) konnten alle Anregungsschritte gesättigt werden. Es wurde eine optimierte Ionenquelle aus Graphit verwendet, welche die effiziente Resonanzionisation bei geringem Untergrund durch Oberflächenionisation erlaubt. Die Ionisationseffizienz wurde zu etwa 4% bestimmt; mit einer synthetischen Probe von $1\cdot 10^9$ Atomen ^{99g}Tc konnte eine Nachweisgrenze von $7\cdot 10^5$ Atomen erreicht werden.

Literatur

- [1] C. Moore, Bur. Stand. Circular 467 (1958)
- [2] W. Finkelnburg and W. Humbach, Naturwissenschaften 42, 35 (1955)

* Gefördert im Rahmen eines Projektes des Bundesministerium für Bildung und Forschung (Projekt 06MZ215)

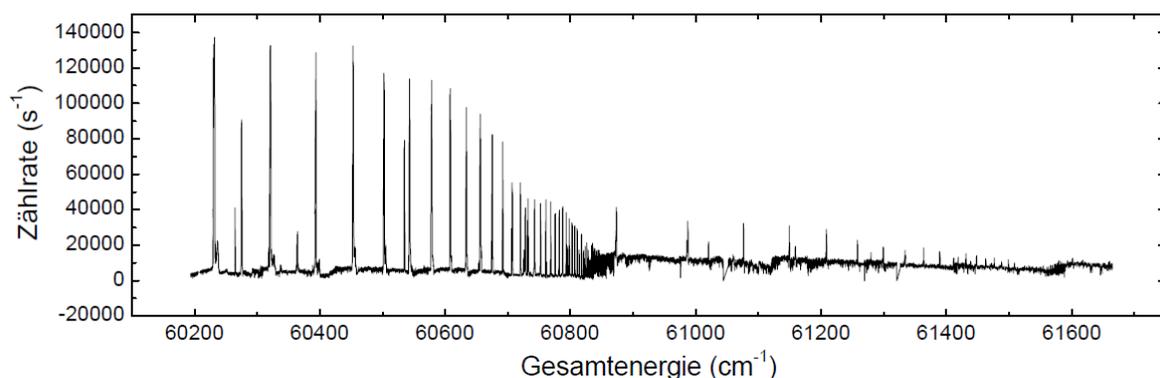


Abbildung 1: Rydbergserie zu angeregten Zuständen des Technetiumions