

Autoionisierende Zustände im Gadolinium

A. Schmitt, P. Kunz, G. Passler, N. Trautmann*, K. Wendt
 Institut für Physik, *Institut für Kernchemie,
 Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die Methode der hochauflösenden Resonanzionisations-Massenspektrometrie (RIMS), die in Zusammenarbeit des Instituts für Physik mit dem Institut für Kernchemie entwickelt wurde, ermöglicht den selektiven Ultrapurennachweis seltener Isotope. Dazu wird eine konventionelle Massentrennung, wie sie zum Beispiel in einem Quadrupol- oder einem Time-of-Flight-Massenspektrometer erreicht wird, mit der element- und isotopenspezifischen mehrstufigen Anregung und Ionisation der Atome durch ein schmalbandiges Lasersystem kombiniert.

Die RIMS soll zur Spurenanalyse von Gadolinium eingesetzt werden. Gadolinium wird als Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie (MRT) benutzt. Zur Bestimmung der optimalen Kontrastmitteldosierung wurden Messungen der Gadoliniumkonzentration in verschiedenen Gewebeproben in Abhängigkeit von der eingesetzten Kontrastmittelmenge vorgenommen.

Der Einsatz der RIMS für analytische Messungen am Gadolinium setzt ein effizientes und selektives Anregungsschema voraus, wozu spektroskopische Vorarbeiten notwendig sind. Gadolinium gehört zur Gruppe der Lanthaniden und zeichnet sich durch eine halb gefüllte, energetisch tief liegende f-Schale aus. Daraus resultiert eine komplizierte Elektronenkonfiguration. Bei laserspektroskopischen Untersuchungen ist aufgrund der drastisch unterschiedlichen Linienbreiten zu berücksichtigen, ob ein gepulstes oder ein kontinuierliches Lasersystem zur mehrfach resonanten Anregung und Ionisation zum Einsatz kommen soll. Wir haben Untersuchungen mit zwei gepulsten Ti:Sa-Lasern, von denen einer frequenz-verdoppelt ist, und einem gepulsten Farbstofflaser vorgenommen. Zur Massenselektion wurde ein Quadrupolmassenspektrometer eingesetzt. Der experimentelle Aufbau ist in Abb. 1 schematisch dargestellt.

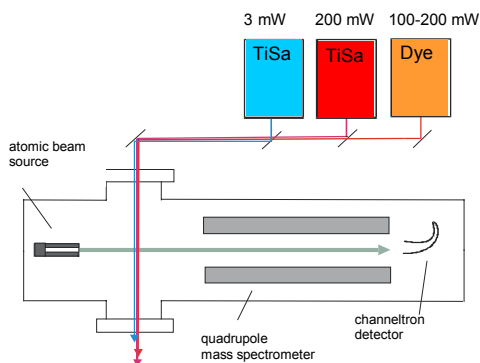


Abb.1: Schematische Darstellung der RIMS-Apparatur

Der Grundzustand im Gadolinium ist fünffach aufgespalten mit Drehimpulsquantenzahlen von 2 bis 6. Von jedem dieser Zustände ausgehend wurde ein für unser Lasersystem zugängliches dreistufiges Anre-

gungsschema mit folgenden Drehimpulsquantenzahlen in den resonanten Zuständen: 2-3-2, 3-4-3, 4-5-4, 5-6-5, 6-7-6 ausgewählt und vermessen. Details der Anregungsschritte können der Abb. 2 entnommen werden. Mit dem dritten Laser wurden jeweils von der Ionisationsgrenze aus 260 cm^{-1} ins Kontinuum gescannt.

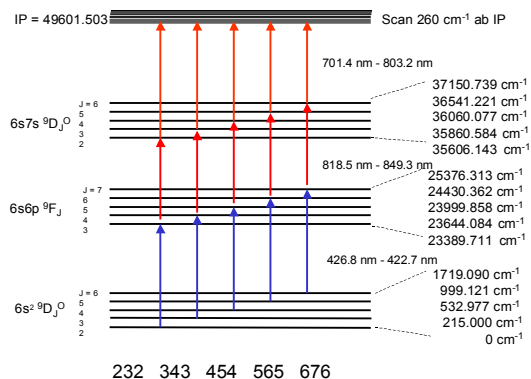


Abb.2: Verwendete Anregungsleitern beim Gd

Die aufgenommenen Spektren autoionisierender Zustände konnten miteinander verglichen und für einige Zustände die Drehimpulsquantenzahlen zugeordnet werden. Aufgrund der Auswahlregeln $\Delta L = 0, +1, -1$ kann ein Zustand, der im Spektrum 6-7-6 deutlich zu sehen ist, im Spektrum 5-6-5 aber nicht auftaucht, nur die Drehimpulsquantenzahl $J = 7$ haben. Sind dagegen Zustände in den Spektren 2-3-2, 3-4-3, 4-5-4 zu erkennen, so kann die Quantenzahl $J = 3$ zugewiesen werden. Beispiele für solche Zuordnungen sind in Abb. 3 gegeben. Auf diese Art konnten 24 Zustände bezüglich ihrer Drehimpulsquantenzahl charakterisiert werden.

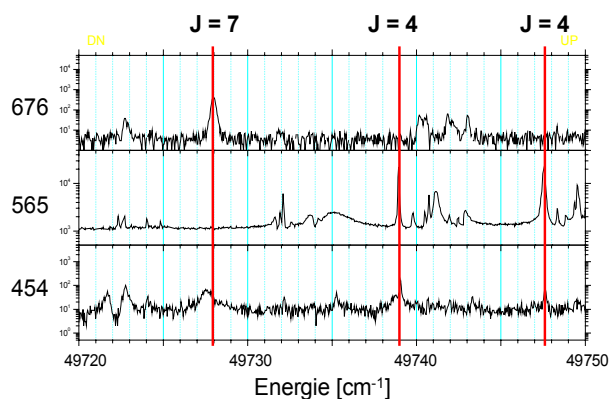


Abb.3: Vergleich der „autoionisierenden Spektren“ beim Gd

Aus den autoionisierenden Spektren werden Zustände ausgewählt und bezüglich ihrer Effizienz untersucht. Weiterhin sollen Aussagen über die mögliche Isobarenunterdrückung gemacht werden.