

Diss . ETH - 5788

ZWEI - ELEKTRONENUEBERGAENGE UND MOLEKULARE ROENTGEN-
STRAHLUNG BEI SCHWERIONENKOLLISIONEN

A B H A N D L U N G

zur Erlangung
des Titels eines Doktors der Naturwissenschaften
der

E I D G E N O E S S I S C H E N T E C H N I S C H E N
H O C H S C H U L E Z U E R I C H

vorgelegt von

C H R I S T I A N S T O L L E R

Dipl. Phys. ETH Zürich
geboren am 15. Juni 1948
von Kandergrund (Kt. Bern)

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. J. Lang, Referent
PD Dr. W. Wölfl, Korreferent

1976

V o r b e m e r k u n g e n

Seit langer Zeit ist bekannt, dass beim Auftreffen geladener Teilchen auf Materie Photonen erzeugt werden können. Diese treten entweder in Form charakteristischer Strahlung aus dem Zerfall angeregter Zustände oder als kontinuierliche Bremsstrahlung auf. Im elektroneninduzierten Spektrum, wie es von jeder beliebigen Röntgenröhre geliefert wird, sind beide Phänomene sehr ausgeprägt. Derartige Spektren sind genau untersucht worden; dagegen wurde die charakteristische Röntgenstrahlung, die mit Hilfe einfallender Protonen oder schwerer Teilchen erzeugt wird, zwar recht früh entdeckt (1,2), jedoch nur untersucht, weil sie als unerwünschter Untergrund die Analyse von γ -Spektren erschwerte. Erst die Entwicklung der Technologie hochauflösender Halbleiterdetektoren in den letzten 10 Jahren machte die Messung schwerioneninduzierter Röntgenstrahlung wieder interessant. Die neuen Detektoren ermöglichen eine rasche und einfache Messung von Röntgenspektren. Die erreichte Empfindlichkeit ist um ein Vielfaches höher als diejenige eines Kristallspektrometers.

Die neuen Messungen zeigten, dass der Anteil kontinuierlicher Strahlung in protonen- bzw. schwerioneninduzierten Spektren bedeutend kleiner ist als in vergleichbaren elektroneninduzierten Spektren. Da die kontinuierliche Strahlung geringfügig ist, sind auch die charakteristischen Linien kleinster Targetverunreinigungen noch im Spektrum sichtbar. Diese hohe Empfindlichkeit für Verunreinigungen macht insbesondere die protoneninduzierte Röntgenstrahlung zu einem geeigneten Mittel für Spurenanalysen.

Zwischen protonen- und schwerioneninduzierten Spektren bestehen deutliche Unterschiede: In schwerioneninduzierten Spektren liegen die charakteristischen Linien bei höheren Energien; das kontinuierliche Spektrum unterscheidet sich in seiner Form deutlich vom protoneninduzierten Kontinuum. Zudem findet man in einigen Schwerionenspektren neue Linien.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen einige der bei schwerioneninduzierten Spektren auftretenden Phänomene genauer untersucht werden. Sie lassen sich vereinfacht in zwei Klassen aufteilen: Phänomene atomaren Ursprungs und solche quasimolekularen Ursprungs. Bei den atomaren Effekten, die im 1. Teil der Arbeit diskutiert werden sollen, sind an der Strahlung nur Uebergänge zwischen den Schalen eines einzelnen Atoms beteiligt. Quasimolekulare Effekte hingegen sind eine Folge von Elektronenübergängen während der Kollision zweier Atome, wobei die innersten Schalen kurzzeitig in einen molekülartigen Zustand übergehen. Die bei solchen Uebergängen beobachteten Phänomene werden im 2. Teil der Arbeit behandelt. Die Kernbremsstrahlung sowie die Bremsstrahlung von Elektronen, die während der Schwerionenkollision beschleunigt werden, sollen nur insofern berücksichtigt werden, als sie einen Beitrag zum Untergrund liefern können.