



Doctoral Thesis

## Modelle für die molekulare Röntgenstrahlung in Schwerionenkollisionen

**Author(s):**

Däppen, Werner

**Publication Date:**

1978

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000119203> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

# Diss ETH 6091

Modelle für die molekulare Röntgenstrahlung  
in Schwerionenkollisionen

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines  
Doktors der Naturwissenschaften

der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

Däppen Werner

dipl. Physiker ETH

geboren am 9. September 1950

von Riggisberg BE

Angenommen auf Antrag von

Prof. W. Baltensperger, Referent

Prof. W. Hunziker, Korreferent

1978

Abstract

Theoretical models for the molecular x-rays in heavy ion-atom collisions are presented. In chapter 2 anisotropic radiation induced by the movement of the nuclear charges is discussed. It is shown that this type of radiation is not responsible for the molecular K x-ray anisotropy, but that it can contribute to the anisotropic outer-shell transitions. In chapter 3 an exactly solvable one-dimensional model with an explicitly time-dependent Hamiltonian is studied. Rigorous results are compared with analogous experimental cross sections. The model turns out to be useful for the discussion of collision phenomena. In chapter 4 a radiative electron capture effect into the molecular ground state is discussed and shown that it can explain the velocity dependence of the K x-ray anisotropy.

## Zusammenfassung

Die in Schwerionenkollisionen gemessenen Röntgenspektren enthalten ausser den bekannten charakteristischen Linien auch kontinuierliche Anteile. Die charakteristischen Linien werden durch Uebergänge in den einzelnen, getrennten Projektil- und Targetatomen verursacht, das Kontinuum dagegen durch Uebergänge in der Gegenwart beider Kerne. Diese Strahlung heisst daher molekular. Die hauptsächliche Eigenschaft der molekularen Röntgenstrahlung in Schwerionenkollisionen ist ihre Anisotropie, d.h. die Tatsache, dass sie bevorzugt senkrecht zur Flugrichtung der Projektile abgegeben wird. Diese Anisotropieeigenschaft tritt in allen Teilen des Kontinuums auf (K, L, M und N).

In dieser Arbeit werden verschiedene Methoden vorgestellt, mit denen man zu theoretischen Voraussagen über die molekulare Röntgenstrahlung kommen kann:

- (1) approximative Lösungen der Bewegungsgleichung der Elektronen im Feld der stossenden Kerne benützen, um zu Resultaten zu gelangen, welche mit dem Experiment verglichen werden können,
- (2) exakte, qualitative Eigenschaften der Lösungen des Streuproblems herleiten,
- (3) streng lösbar Modelle für analoge Fälle untersuchen.

Im Kapitel 2 wird nach Methode (2) vorgegangen: Bremsstrahlung der Elektronen im Feld der kollidierenden Schwerionen führt zu Anisotropie. Es wird gezeigt, dass diese (sogenannte induzierte) Strahlung zu klein ist, um die K-Anisotropie zu erklären, dass sie aber einen beträchtlichen Teil der M- und N-Anisotropien erzeugen kann.

Im Kapitel 3 wird ein streng lösbares, eindimensionales Modell zweier kollidierender  $\delta$ -Potentiale behandelt. Der Fall ist analog zur Situation eines Elektrons im Feld zweier klassisch betrachteter Coulombpotentiale. Die S-Matrix des  $\delta$ -Problems wird exakt berechnet und das Resultat ist verblüffend ähnlich zum  $H^+ - H$ -Streuquerschnitt, welcher aus dem Experiment bekannt ist. In diesem Kapitel wird die exakte Lösung auch mit den Näherungen verglichen, die im Coulombfall häufig verwendet werden und dort nicht auf ihre Güte geprüft werden können.

Im Kapitel 4 wird ein anisotropieerzeugender Mechanismus im Sinne von Methode (1) diskutiert. Die Translationsbewegung der Elektronen im Schwerionenstoss wird für die K-Anisotropie verantwortlich gemacht. Resultate aus einer vereinfachten Rechnung werden unmittelbar mit den experimentellen Daten verglichen und es wird gute Uebereinstimmung erhalten.