



Doctoral Thesis

Röntgenübergänge in superschweren Quasimolekülen

Author(s):

Morenzoni, Elvezio A. A.

Publication Date:

1981

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000258032> →

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 Nr. 6777

ROENTGENUEBERGAENGE

IN

SUPERSCHWEREN QUASIMOLEKUELEN

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Naturwissenschaften
der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

ELVEZIO A. A. MORENZONI

dipl. Phys. ETH Zürich
geboren am 20. Oktober 1951
von Lugano (Kt. Tessin)

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. J. Lang, Referent
Prof. Dr. W. Wölfli, Korreferent

1981

ZUSAMMENFASSUNG

Wir haben die Möglichkeit untersucht, spektroskopische Informationen über die inneren Schalen von superschweren Quasimolekülen und Quasiatomen mit vereinigter Ladung $Z_u = Z_p + Z_t \geq 100$ zu gewinnen, die kurzzeitig während Schwerionenkollisionen gebildet werden.

Zu diesem Zweck wurde die bei Stößen bei Projektilenergien E_p unterhalb der Coulombbarriere zwischen 8 und 1000 MeV emittierte Röntgenstrahlung und ihre Winkelverteilung als Funktion von E_p und Z_u gemessen.

Verschiedene Röntgenbänder quasimolekularen Ursprungs wurden neben den charakteristischen K, L und M-Linien der getrennten Atome (SA) nachgewiesen. Andere mögliche Quellen kontinuierlicher Strahlung, wie Kernbremsstrahlung, Sekundärelektronenbremsstrahlung, Ionisationsbremsstrahlung oder Radiative Electron Capture geben keinen wesentlichen Beitrag zur gemessenen Röntgenausbeute.

Besondere Aufmerksamkeit wurde der Abhängigkeit der Anisotropie der MO-Spektren von der Röntgenenergie gewidmet.

Messungen der kontinuierlichen Strahlung oberhalb der SA K-Linien bei 4,2 bis 4,8 MeV/N Pb-Pb und Bi-Bi Kollisionen werden mit den neuesten Rechnungen für die $1s\sigma$ -Strahlung im Pb-Pb System verglichen. Die qualitative und quantitative Übereinstimmung unterstützen unsere Vermutung, dass Röntgenübergänge zwischen den am stärksten gebundenen MO-Orbitalen beobachtet wurden.

In Gegensatz zu den Resultaten bei leichten Systemen wurde kein Anisotropiemaximum zum $1s\sigma$ Übergang gefunden.

Nur ein Peak bei 140 keV wurde in diesem Fall im Anisotropiespektrum beobachtet. Dieser ist vermutlich Übergängen ins $2p_{1/2} 1/2$ molekulare Minimum, das sich bei relativ grossem internuklearen Abstand ausbildet, zuzuordnen.

In einer anderer Reihe von Experimenten bei niedrigeren Energien wurden die Uebergänge in die höherliegenden L und M-Molekülschalen untersucht. In allen Systemen zeigt die Anisotropie ein deutlich strukturiertes Bild mit fünf gut definierten Peaks. Diese werden an Hand der MO-Niveaustuktur erklärt.

Die Z_u -Abhängigkeit der Peakenergien und die Schwellenenergie für das Erscheinen einiger Anisotropiepeaks deuten darauf hin, dass die Peaks von Uebergängen in gut definierte M-MO Minima bei grossen internuklearen Abstand und in quasiautomare L-Niveaus herrühren.

ABSTRACT

The possibility of obtaining spectroscopic information on the inner shell configurations of superheavy quasimolecules and quasiatoms formed transiently during a heavy ion collision has been investigated for combined atomic numbers

$Z_u = Z_p + Z_t \geq 100$ (Z_p =projectile, Z_t =target atomic number). For this purpose the continuum x-ray spectra and their angular distribution produced in collisions of very heavy ions with energies E_p between 8 and 1000 MeV have been studied as a function of E_p and Z_u .

Different x-ray bands of quasimolecular radiation can be found adjacent to the characteristic K, L and M-lines of the separated atoms (SA). We made sure that the spectra were not due to other effects producing continuous radiation such as nucleus-nucleus Bremsstrahlung, secondary electron Bremsstrahlung, radiative ionization or radiative electron capture.

The investigation of the photon dependent anisotropy of the MO-spectra was of special interest. Measurements of continuum x-rays above the SA-K-lines in 4.2 and 4.8 MeV/N Pb-Pb and Bi-Bi collisions were compared with recent dynamical calculations for the $1s_\sigma$ -MO x-rays in Pb-Pb. The comparison suggests that indeed MO $1s_\sigma$ x-ray are observed and qualitative agreement between theory and experiment has been achieved. The observed isotropy above 200 keV although predicted by a simple analogy with a non-relativistic model is at variance with the present theoretical predictions.

A peak in the anisotropy spectrum at 140 keV is attributed to transitions into a minimum of the $2p_{1/2} 1/2$ MO binding energy at large internuclear separation.

In a set of experiments at lower projectile energies the MO-spectra corresponding to transitions into the molecular L and

M orbitals have been investigated. In all cases the anisotropy spectra were found to have a prominent structure with at least five well defined peaks, which can be explained in terms of the MO level structure of the quasimolecular system. The Z_u dependence of the peak energies as well as threshold energies for the appearance of certain peaks in the anisotropy spectra suggest that the x-ray result mainly from transitions into well defined minima of the MO M binding energies at internuclear distances large compared with the distance of closest approach, and into quasiautomic L-levels.