

氏名	伊藤 眞
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第 594 号
学位授与の日付	昭和 54 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科・専攻	工学研究科原子核工学専攻
学位論文題目	K-SHELL IONIZATION OF SILVER BY ELECTRON AND POSITRON IMPACT (電子及び陽電子衝撃による銀のK殻電離)

論文調査委員 (主査) 教授 清水 榮 教授 向坂正勝 教授 兵藤知典

論文内容の要旨

本論文は、電子及び陽電子衝撃によって起る内殻電離現象を研究したものである。特に両者の差異が著しくなることが期待されるが、正確な情報の不足している本過程のしきい値に近い入射エネルギーの場合について、銀原子をターゲットとして用いてK殻電離に関して行った主として実験的研究をまとめたものであり、5章より成っている。

第1章は序論で、電子及び陽電子衝撃による内殻電離の研究の歴史的発展の概要と本論文の構成について述べている。

第2章には、本過程に関する従来の理論的取扱いとこれと対比された実験結果をまとめて述べ、今迄の実験を詳しく検討した結果、この過程のより厳密なる研究には実験手段に更に重要な改良を加えることが必要であることを論じて、新しい実験法を提案している。入射電子あるいは陽電子のターゲット内での多重散乱の効果を避けるために、本研究ではこの点に特に留意してターゲットの厚さを出来る限り薄くすることにした等重要な実験法の改良について論じている。

第3章は、本研究に使用した実験装置の各部の構造及び特性について詳細に述べたものである。著者はこの過程の研究のために電子及び陽電子の入射エネルギーとして、銀のK殻結合エネルギー (25.5 keV) の約4~16倍即ち 100, 150, 200, 300 及び 400 keV を選び、このエネルギーの電子及び陽電子束を扇型二重収束式β線スペクトロメーターに、電子源として約 10 mCi の ^{90}Sr 、約 12 mCi の ^{137}Cs 、陽電子源として約 10 mCi の ^{22}Na を装填して得ている。ターゲットはこのβ線スペクトロメーターの性能を考慮に入れて、この実験目的のために新たに設計製作した散乱槽の中央に置いた。即ちターゲットとして銀の薄箔 (厚さ 0.74 mg/cm²) を入射線束に対して 45° の角度で置き、その直下に発生する銀の K-X 線 (22.0 keV) を検出するための 80 mm×5 mm 厚の Si(Li) 半導体検出器を置いた。散乱槽のターゲットの入射面と反対側に、これより約 30 cm の距離に 32 mmφ×3.4 mm 厚のプラスチック・シンチレーターを設置して、入射線束のモニターとして使用した。陽電子の場合物質に入射して消滅する際 2 箇の 511 keV のγ

線が発生して、これがバックグラウンドとなり測定の精度を低めるので、入射粒子がターゲットに入る直前のコリメーターの位置と材料、またターゲットを通過した大部分の陽電子がX線検出器よりなるべく遠い所で、プラスチック・シンチレーターに捕獲されるよう散乱槽の構造及び両検出器の設置について慎重な予備実験を行ってこれを決定している。

第4章には、前章に述べた実験装置を用いて行った一連の測定と各種計測値の解析法が詳細に述べられている。先ず入射電子及び陽電子の正確な数とそのエネルギー、更に連続測定中でのその微少な変動を如何に押えるか、またこれを常時モニターする方法について述べている。また上記 Si(Li) 半導体検出器で観測された銀の K-X 線のピークのバックグラウンドを算出するための解析法は著者が新たに開発した計算コードを用いて行っている。即ちピークの形状として種々の理論曲線を検討した結果、ガウス分布と低エネルギー側を一つの指数関数としたものを結合した理論曲線が最適であることを見出している。

第5章は最終結果とそれに関する検討である。本実験の最終結果として電子と陽電子衝撃に対するこの過程の差異を出来る限り正確に表わすために、同じエネルギーの入射両粒子に対する生起断面積の比を得ている。この際最終値に入ってくる誤差の原因になるターゲット内での多重散乱、陽電子の場合に散乱槽の各部より発生してくる消滅 γ 線、また入射電子とK殻電子との特殊な消滅過程等の効果について詳細に検討して、この過程のしきい値近くでの電子及び陽電子に対する銀のK殻電離の生起確率の差異の表示として従来得られた実験値よりも正確な値を提供している。また著者はこの結果に若干の理論的考察を行い、クーロン偏向の効果が電子交換効果より大きく寄与していることを結論づけている。これを説明する新しい理論的取り扱いについても試みて、傾向を示すことのみには成功している。更にこの過程について今後望まれる研究の方向について言及している。

論文審査の結果の要旨

電子衝撃による内殻電離に関する実験及び理論的研究は相当なされてきたが、陽電子衝撃によるこの過程については殆んど研究が行われてなく、二三の実験が発表されているが、測定が粗末で正確なデータは得られていない。また入射電子あるいは陽電子がこの過程のしきい値の数倍より低い場合には、入射粒子の核によるクーロン偏向の効果が陰・陽電子に対して異なり、また入射電子に対しては電子交換効果があって、本過程の生起確率に差異が生ずることが期待される。著者はこのことを実験的に検討することを目的として、銀原子をターゲットとして入射エネルギーを銀のK殻結合エネルギー(25.5 keV)の4~16倍の領域に選んで精度の良い実験を行い、結果について若干の理論的考察を試みた。本論文はこの研究をまとめたもので、主な成果を要約すると次のとおりである。

- 1) 単一エネルギー(100, 150, 200, 300 及び 400 keV) 陽及び陰電子束を得るために、扇形二重収束式 β 線スペクトロメーターに陽電子源 ^{22}Na 、陰電子源 ^{90}Sr と ^{137}Cs を装填する方法を用いている。
- 2) ターゲットとして極めて薄い銀の箔 (0.74 mg/cm^2) を使用し箔内での入射粒子の多重散乱による効果を避けている。
- 3) この過程によって起るK殻電離によって発生する銀の K-X 線 (22.0 keV) はターゲットの直下に Si(Li) 半導体検出器を設置して正確に計測している。

4) 1～2週間の連続測定によって得られた上記検出器によるX線スペクトルの解析を試みて、最終的にX線によるピークにはガウス分布とその低エネルギー側を一つの指数関数としたものを結び合せた理論曲線が最適であることを見出し、ピーク面積算出のための計算コードを開発した。これは今後この種のスペクトル計測の解析に広く応用される価値のあるものである。

5) 電子と陽電子を入射させたときにK殻電離の生起確率に差異が生ずるが、これを可能なかぎり正確なデータとして表示するために両者に対する生起断面積の比をもってこれを表わした。最終的に電子の生起確率が100 keVで約36%、150 keVで約12%、陽電子よりも大きく、それ以上のエネルギーでは9%の実験誤差内で差異がないことを発見した。

6) 以上の差異を理論的に考察して、入射粒子に対する核のクーロン偏向効果の方が電子交換効果より大きく寄与していることを見出して、これらの効果を取り入れた理論的取り扱いについて簡単な試みを行っている。

以上要するに本論文は、しきい値に近い入射エネルギーの電子及び陽電子に対して、銀についてK殻電離に差異があることを数量的に明確にした実験的研究と、その結果について若干の理論的考察を行った研究で、原子物理学研究に一つの重要なデータを加えたもので、学術上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の論文として価値あるものと認める。