

氏名	小林隆幸 こばやし たか ゆき
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第321号
学位授与の日付	昭和48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	ELASTIC SCATTERING OF 100-AND 200-KeV POSITRONS BY SELENIUM AND BISMUTH (100及び200KeVの陽電子のセレン及びビスマスによる弾性散乱)
論文調査委員	(主査) 教授 清水 栄 教授 兵藤知典 教授 向坂正勝

論文内容の要旨

本論文は、著者の設計製作した扇型 β 線スペクトロメーターに ^{22}Na を装填し、100及び200keVの単一エネルギー陽電子流を得て、原子番号の異なる2種の元素即ち $_{34}\text{Se}$ 及び $_{83}\text{Bi}$ について陽電子の弾性散乱を実験的に研究した結果をまとめたもので、緒論及び本文5章からなっている。

緒論では電子及び陽電子の原子並びに電子による散乱の研究を概観し、特に陽電子の弾性散乱の研究についてまだ若干の不明確な点が残っていることを指摘し、本研究の目的を述べ、本論文の全体の構成の概要を説明している。

第1章では原子及び電子による電子及び陽電子の散乱の一般論を論じ、Mott理論とそれをめぐる理論的取扱いとそれに関連する従来の実験的研究について述べている。ここで1965年発表されたRester及びRainwaterによってなされた電子のアルミニウム原子による弾性散乱の実験がMottの理論と少しく偏異していることを論じている。一方陽電子の弾性散乱に関する実験が数において少なく、また精度も悪いことにも言及し、陽電子について実験することの意義を述べている。

第2章では実験に先立って著者の試みた実験の理論的考察として、陽電子の原子による弾性散乱の断面積の理論的計算を試み、Mottによる位相差理論並びにZeitler及びOlsenによる近似理論を検討し、理論値を計算している。

第3章では著者がこの研究に使用した単一エネルギー陽電子流を得るための扇型 β 線スペクトロメーターの設計の基礎、構造の詳細並びにその性能について詳しく述べている。特に著者はこの研究に必要な十分な強度の陽電子流を得るために行った設計上の工夫について詳細に述べている。性能に関しては、予め理論的に推定されたものと実際に測定されたものを比較し、出来るだけ良い性能が得られる使用条件を見出している。

第4章では前章に述べた β 線スペクトロメーターを用いて行った実験の方法、手順について述べている。この実験を行なうに当たっていくつかの要請があった。即ち、(1)陽電子源は十分に強いこと、(2)散乱陽

電子測定用の検出器は高いエネルギー分解能を持っていること、(3) この検出器はバックグラウンドの主要因となる γ 線に対して感度が低いこと、(4) 標的原子の膜が多重散乱を無視できる程薄いこと、(5) この膜の厚さが十分良い精度で分っていること、などである。このために陽電子源には ^{22}Na を、また検出器には半導体検出器を使っている。標的原子として ^{34}Se 及び ^{83}Bi を選んだ技術的理由を述べ、標的膜の厚さを測った方法についても触れている。さらに散乱槽及びその付属品について述べているが、その構造、付属品の位置を決定する理由を論じている。また標的膜から検出器をのぞむ立体角を決定する方法についても詳しく述べている。以上の様な準備を行った後測定を行なっているが、その際用いた増巾器、波高分析器等の電子機器、散乱現象の測定とバックグラウンドの測定との繰り返し等について言及している。最後にこのようにして行った測定から断面積の実験値を出す際に必要な補正を行っている。この補正とは、陽電子の入射ビームの拡がり、検出器等が有限の大きさを持っているために行なう補正と、標的膜内で入射陽電子の一部が多重散乱を起こすために行なう補正である。

第5章は本研究の最終結果について論じたもので、以上のようにして実験的に得られた陽電子の原子による弾性散乱断面積の実験値を第2章で計算した理論値と比較、検討している。ここで当初予想したような理論値と実験値との間の大きな差異は認められなかったが、一般的傾向として実験値の方がやや理論値より小さいことを見出している。この原因として、著者は入射粒子による原子の電子雲の部分的乱れによるのではないかということ論じていることは注目される。最後に著者は本研究よりもさらに精度よく理論値と実験値との差異を測定する方法を提唱している。

論文審査の結果の要旨

電子の原子による弾性散乱の実験は古くより数多く行われてきて、その散乱断面積は Mott 教授の位相のずれの解析法を考慮した理論による計算値とよく合うことが知られている。1965年 Rester 及び Rainwater は100並びに 200keV の電子のアルミニウムに対する弾性散乱の精密な実験を行い、測定値が若干理論値よりずれることを報告した。陽電子の弾性散乱については本質的に Mott の理論によって説明される。従来いくつかの実験が行われたが、信頼すべき精密な測定は行われていない。

本論文の著者は、このような従来の研究状況に注目し、100及び 200keV の陽電子流を得て原子番号の異なる2種の原子、即ち ^{34}Se 及び ^{83}Bi について陽電子の弾性散乱を出来るだけ精密に測定し、Mott の理論と対比することを試みた。

著者はエネルギーの揃ったしかも相当な強度の陽電子流を得るために扇型 β 線スペクトロメーターに適当な陽電子放出核種を装填する方法を採用することにした。即ち基準半径 10cm、磁極端半径 24cm の扇型二重収斂 β 線スペクトロメーターを設計製作した。これで透過率 2.5% で運動量分解能 2.0% の性能を得ている。磁極間隙を最大限に利用する真空槽を考案したり、散乱槽内に装填した半導体検出器の位置が外部から精密に調節可能なよう細部に亘り巧みな工夫をこらしている。この装置の性能は ^{137}Cs の内部転換電子を用い徹底的に追究している。散乱体として ^{34}Se については約20ないし 200 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ の4種類の薄膜、 ^{83}Bi は約10ないし 100 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ の4種類の薄膜をホルムバール薄膜の上に真空蒸着によって作ってこれを用いている。検出器としてはこの種の実験に初めて半導体検出器の使用を試みている。即ち2種の

Li ドリフト型シリコン検出器と1個の表面障壁型シリコン検出器を用い、前者の一つは散乱標的に入射する陽電子の数とエネルギーの測定に、他の二つは散乱された陽電子の測定に用いる等使い分けている。本実験では精密測定が可能な散乱角として 30° , 40° , 60° , 85° を選んでいる。また検出器の散乱体に対する有効立体角の測定も別に ^{137}Cs の内部転換電子と ^{241}Am の α 粒子を利用して精密に測定する等多くの必要なる予備実験を手順よく行っていることは著者の実験家としての卓抜な手腕を示すものと言える。

以上のような実験測定系の組み立て、その性能調査の後、 $_{34}\text{Se}$ と $_{83}\text{Bi}$ の2種の原子について4種の散乱角で100及び200keVの陽電子の弾性散乱を長時間にわたり測定した。測定値に対して陽電子流の有限な運動量と幾何学的な拡がり、並びに多重散乱効果に対する補正が必要であるが、著者は複雑な補正解析を行って散乱面積の最終的実験値を得た。

一方著者はこの実験値と対比すべき理論値として Mott による位相差理論並びに Zeidler 及び Olsen による近似理論を検討し、理論値を計算している。この両者を比較したところ、両標的原子に対し二三の点を除き、いずれの実験値も厳密な理論値より2ないし5%程度小さいことが見出された。この偏差は大體実験誤差内に入っているが、全体の傾向として実験値が理論値よりやや小さいことが明らかになった。著者は、このことは Mott の理論では考慮されていない入射粒子によって起される可能性のある標的原子の電子雲の部分的乱れによるものであろうと論じていることは重要な知見と言える。更に著者はこの種の実験の将来改良すべき点について意見を述べている。

以上要するに、本論文は100及び200keVの陽電子の原子番号の著しく異なる2種の原子についての弾性散乱の精密測定並びに厳密な理論値の算出と得られた実験値との対比に関する研究で、従来一応確立されている理論になお考慮改良すべき点があることを指摘したもので、学術上重要な知見を提供したものである。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。