

氏名	<b>NGUYEN DAI-CA</b> ニユエン ダイ カ
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 116 号
学位授与の日付	昭 和 42 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	理 学 研 究 科 物 理 学 専 攻
学位論文題目	<b>Elastic and Inelastic Scattering of Deuterons from Be<sup>9</sup>, C<sup>12</sup>, N<sup>14</sup> and O<sup>16</sup> at 14 MeV</b> (千四百万電子ボルトにおけるベリリウム九、炭素十二、窒素十四、及び酸素十六による重陽子の弾性・非弾性散乱)
論文調査委員	(主 査) 教 授 柳 父 琢 治 教 授 小 林 稔 教 授 武 藤 二 郎 教 授 安 見 真 次 郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は約 14 MeV の重陽子の上記 4 種の軽い原子核による弾性散乱および非弾性散乱現象を測定し、その実験結果に理論的解析を加え、重陽子と原子核との間の相互作用について得られた結果と、標的となった原子核の励起発現機構に関する研究結果とを記載したものである。

原子核反応の機構および原子核の構造を知る上で、散乱現象は最も基本的な意味を有していて、核子の散乱に関しては、従来多数の研究がある、ところが陽子と中性子との結合体である重陽子と原子核との散乱現象に関しては、実験結果に乏しく、不明の点が多く残されている。申請者は、京都大学化学研究所のサイクロトロンで得られる約 14 MeV のエネルギーをもつ重陽子ビームを、エネルギー分解能 0.1% の分析磁石を通して、精密にエネルギーを限定した上で、Be<sup>9</sup>, C<sup>12</sup>, N<sup>14</sup> および O<sup>16</sup> の 4 種の原子核にあて、これ等の原子核で、弾性散乱および非弾性散乱を生じた重陽子を荷電粒子分析磁石により運動量を識別した後、原子核乾板によって検出した。又一方、半導体検出器を用いて、レベル間隔が大きく離れている原子核についての非弾性散乱を測定し、クロスチェックを行なった。

測定した量は、前方 10° より 5° おきに 80° までの間での、散乱微分断面積である。又原子核のレベルは、Be<sup>9</sup> については基底状態、1.75 MeV, 2.43 MeV, 3.04 MeV の 4 種、C<sup>12</sup> については、基底状態および 4.43 MeV の 2 種、N<sup>14</sup> については、基底状態、3.94 MeV, 4.91 MeV, 5.10 MeV の 4 種であり、O<sup>16</sup> に関しては、基底状態、6.06 MeV, 6.14 MeV, 6.92 MeV, 7.14 MeV の 5 種のレベルである。又、積極的な結果ではないが、従来 1, 2 の研究者によって報告されていた、Be<sup>9</sup> の 4.74 MeV のレベル、N<sup>14</sup> の 6.05 MeV のレベルは本実験により否定されている。更に、基底状態と異なるアイソスピンを持つ、N<sup>14</sup> の 2.31 MeV のレベルは、本実験においては励起されていないと結論された。

申請者は、ついでこれ等の実験結果を、従来報告されている陽子およびアルファ粒子の弾性、非弾性散乱の実験結果と比較して、Be<sup>9</sup> の 2.43 MeV のレベル、C<sup>12</sup> の 4.43 MeV のレベル、O<sup>16</sup> の 6.14 MeV のレベルは、同じ原子核の他のレベルに比し、特に励起され易く、この性質はおのおのの原子核に特有の性

質であって、励起を生ずる入射粒子の種類に無関係であることを確かめ、更にこれ等の励起され易い準位は、集団運動的なモードのものであることを確かめた。特に、 $O^{16}$  の 6.14 MeV のレベルを、非弾性散乱の実験において分離測定したのは、申請者の実験をもって嚆矢とする。又、 $N^{14}$  の非弾性散乱は、他の原子核の場合よりも、格段に小さい断面積を有していて、 $N^{14}$  には集団運動の励起は生じていないと推定された。更に、この散乱微分断面積の、散乱角度依存性（角度分布）について、異なる仮定に基づいた3種の理論を援用して解析を加え、いくつかの結論を得ている。仮定は3種に区別されるが、第一の仮定は、重陽子と原子核との間の相互作用は、あたかも不透明な小物体による光の散乱に比肩すべしとなすものであり、第2の仮定は、重陽子中の中性子のみが原子核と相互作用をもち、しかもその相互作用のタイプはデルタ関数的であると考えたものであり、第3の仮定は、重陽子と原子核との間には、複素数をもって表現されるポテンシャルが存在し、重陽子はこのポテンシャル場内を運動すると考えるものである。申請者はこれ等3種類の仮定に基づいた理論と実験結果とを比較考量して、重陽子と軽い原子核との間の相互作用は、ある程度複素ポテンシャルを以て記述出来るが、特に非弾性散乱の説明には甚だ不十分なものであること、第2の仮定、即ち重陽子中の中性子のみが原子核と相互作用をなすとの仮定は実験結果を説明出来ず、従って重陽子全体が原子核と相互作用を行なうと考えるべきであること、又その相互作用は、原子核が完全に重陽子を吸収してしまうほど強いものではないこと、等の結論を得ている。更に、 $C^{12}$  による重陽子の弾性散乱および非弾性散乱を表現すべき複素ポテンシャルのパラメーターの最適値を求め、重陽子と原子核との間の相互作用ポテンシャルは、核子又はアルファ粒子と原子核との間の相互作用ポテンシャルに比較して、広い範囲にわたってゆるやかに変化する周辺部を有することを結論した。

### 論文審査の結果の要旨

従来から、陽子あるいは中性子と原子核との相互作用はよく研究され、又、アルファ粒子の原子核による弾性散乱、非弾性散乱の研究も広く行なわれている。これ等の研究の結果、現在では、核子又はアルファ粒子と原子核との相互作用、特に中重核以上の原子核との相互作用は、複素ポテンシャル、所謂光学ポテンシャルを以て十分に記述出来ると判断されている。しかし、重陽子と原子核との相互作用も光学ポテンシャルを以て記述可能であるかどうか、更に、質量数が20以下の軽い原子核と重陽子との相互作用はどうかという点になると、重陽子の散乱の実験がバックグラウンドが大きくて、信号-雑音比を高めるのが困難であること、又、標的核である軽い核の構造が、核子数が小数であるために、平均的モデルをもって表現しがたい等の実験的、理論的困難のために、現在までに得られた成果は甚だ乏しいものである。申請者は参考論文に示されているように、以前より重陽子の原子核に及ぼす作用について関心をいただき、 $Be^9$  より  $K^{39}$  に至る軽い核の (d,α) 反応、(p,α) 反応の研究を重ね、軽い核の特性を充分認識した上で、これ等の原子核反応を解釈する上での基礎となる弾性散乱、非弾性散乱の実験研究を行なったものである。

申請者は、磁場によってエネルギーの揃った重陽子ビームを取出し、 $Be^9$  (奇数核)、 $C^{12}$  (偶-偶核)、 $N^{14}$  (奇-奇核)、 $O^{16}$  (偶-偶核) の4種の軽い原子核による弾性、非弾性散乱を観測した。これ等の標的原子核は括弧内に示したような陽子数、中性子数を有していて、それぞれ特徴のある原子核である。実験は周到な準備と2カ年の年月とを費して実行され、種々の新しい知識を提供することが出来た。特にこれ等

の原子核による重陽子の非弾性散乱のデータは、今迄に例に乏しい、貴重なものである。この実験において確認したレベルは、 $\text{Be}^9$  の第一、第二、第三励起状態、 $\text{C}^{12}$  の第1励起状態、 $\text{N}^{14}$  の第二、第三、第四励起状態、 $\text{O}^{16}$  の第一、第二、第三、第四励起状態の各種である。又、基底状態と異なるアイソスピンを持つ、 $\text{N}^{14}$  の第一励起状態は、重陽子衝突によっては出現しないこと、 $\text{Be}^9$ 、 $\text{N}^{14}$  について従来存在するかしないか不明であったレベルが実は存在しないものであるとの確認をなした。

以上観測した結果に、申請者は、陽子、アルファ粒子の弾性、非弾性散乱の実験事実との比較検討を行ない、さらに、三種類の異なった仮定に基づく理論的解析を施した上で、重陽子と原子核との相互作用の特殊性と一般性、標的原子核の個性と通有性について、いくつかの新しい知識を提供した。即ち、重陽子と原子核との相互作用は、光学ポテンシャルを以てしては十分に記述し得ず、重陽子のひろがりを考慮すべきであること、ただし、重陽子中の一個の核子のみが原子核と相互作用をなし、他の一個は作用圏外にあるとする程ひろがり大きく見積るのは誤りで、あくまで重陽子全体が原子核と作用すると考えるべきであること、これ等の原子核の励起状態のうち、集団運動のモードのものが励起され易いこと、 $\text{O}^{16}$  の第一励起準位と第二励起準位とは、エネルギーは接近しているが、構造を異にすること等である。これ等の研究結果は、重陽子の性質、軽い原子核の構造、さらに、重陽子と原子核との間の相互作用について、重要な知識を与えるものであり、参考論文にあげられた成果と共に、申請者が十分な研究能力を持つことを示している。

以上により、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。