

Title	軽い核および中重核の (α , p) 反応
Author(s)	山崎, 魏
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/28355
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	山 寄 魏 やま ぎき たかし
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 277 号
学位授与の日付	昭 和 37 年 3 月 26 日
学位授与の要件	理学研究科 原子核宇宙線学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	軽い核および中重核の (α, p) 反応 (主 査) (副 査)
論文審査委員	教授 若槻 哲雄 教授 内山 龍雄 教授 山部昌太郎 助教授 杉本 健三 助教授 佐野 光男

論 文 内 容 の 要 旨

22.5 MeV α 粒子を用いて、 B^{10} , C^{13} , N^{14} , F^{19} , Na^{23} , Mg^{24} , Al^{27} , Si^{28} , Ca^{40} , Sc^{45} , Mn^{55} , Fe^{54} , Fe^{56} , Co^{59} の (α, p) 反応によって放出される陽子のうち、残留核の基底状態および低い励起状態に対応する陽子の角度分布を得た。

角度分布は一般に前方ピークになり、軽い核では後方の微分断面積もかなり大きく回折模様を示すが、Ca 以上の中重核では後方の微分断面積は前方に比較して著しく小さくなり角度分布も単調になっている。これらの角度分布をストリッピング反応の理論で合わせた。まず入射 α 粒子と放出陽子の波動関数に対して平面波近似を用いて実験値と比較し、さらに簡単な歪曲波近似で実験値との一致がどの程度改良されるかを調べた。トリトンが軌道角運動量 0 で標的核に捕えられる場合と、2 で捕えられる場合とでは、理論式のパラメーターの値に系統的な相違がみられる。

B^{10} (α, p) C^{13} 反応の基底状態陽子の角度分布は、入射 α 粒子のエネルギーが 20.6 MeV から 22.2 MeV の間であまり大きな変化を示していないが、 C^{12} (α, p) N^{15} 反応の基底状態陽子の角度分布は 19.7 MeV から 22.1 MeV の間でかなり著しいエネルギー依存性を示している。この C^{12} の (α, p) 反応のエネルギー依存性は複合核反応過程の寄与のためであろう。 N^{14} (α, p) O^{17} 反応の場合は、残留核 O^{17} は O^{16} の閉殻に 1 個の中性子が結合していて、その波動関数が簡単であるので、 O^{17} の基底状態と第 1 励起状態との換算巾の比から、標的核 N^{14} の波動関数に関する知識が得られる。それは他の実験から得られた結果とほぼ一致する。

F^{19} , Na^{23} の (α, p) 反応では、残留核の 0^+ の基底状態に対応する陽子の微分断面積は、 2^+ の第 1 励起状態に対応するものにくらべて著しく小さくなっている。これは基底状態反応の場合は標的核内の核子配位の変更が必要なのに対して第 1 励起状態反応は標的核内部の変更なしでおこるためである。 Al^{27} の (α, p) 反応では、残留核 Si^{30} の 0^+ の基底状態と 2^+ の第 1 励起状態の両方に対して標的核内部の核子配位の変更

は不要であるので、基底状態反応の微分断面積が第1励起状態反応にくらべて著しく小さいということはない。Mg²⁴ (α , p) Al²⁷ 反応では、基底状態、1MeV 附近の2つの励起状態、2.21 MeV の励起状態に対応する微分断面積はいずれもほぼ同じ大きさである。Si²⁸, P³¹, S³²の (α , p) 反応では、トリトンが全角運動量 $\frac{3}{2}$, 軌道角運動量2で捕えられる場合の角度分布は互いに良く似ており、またトリトンが全角運動量 $\frac{1}{2}$, 軌道角運動量0で捕えられる場合の角度分布も互いに良く似ている。角度分布のピークの位置をstripping反応の理論式で合わせることにより、Cl³⁵の1.22MeVの第1励起状態は $\frac{1}{2}^+$ で、3.0 MeV 附近にF状態、4.1MeV 附近にP状態のエネルギー準位が存在することが予想される。これらのCl³⁵のエネルギー準位のスピンおよび偶奇性は中性子数または陽子数の一方が偶数で他方が17の原子核の既知のエネルギー準位の規則性と矛盾しない。これらの1d, 2Sの殻の原子核の (α , p) 反応に対しては、換算巾をニルソンによる原子核の回転模型の波動関数を用いて計算し、その結果を実験値と比較した。トリトン巾の軌道角運動量に対する依存性が未知のため、換算巾の実験値と理論値との定量的な比較はできないが、ニルソンの回転模型を用いれば、P³¹以外の1d, 2S殻の原子核に対する (α , p) 反応の換算巾を定性的に説明することができる。

Ca⁴⁰以上の1f殻の原子核の (α , p) 反応では、残留核の励起エネルギーが1.0ないし1.2 MeV おきに陽子群がみられる。Ca⁴⁰, Sc⁴⁵, Fe⁵⁶の (α , p) 反応では、残留核の励起エネルギーが高くなるに従って、これらの陽子群の微分断面積が大きくなっている。ところがCo⁵⁹の (α , p) 反応では、残留核Ni⁵²の基底状態、1.17 MeVの第1励起状態、2.05, 2.30, 2.34 MeVの3つの励起状態の陽子群に対して、微分断面積の大きさはほぼ同じである。Mn⁵⁵の (α , p) 反応では、残留核Fe⁵⁸の0⁺の基底状態に対応する微分断面積は著しく小さい。これはF¹⁹やNa²³の (α , p) 反応の場合と同様、基底状態反応に対しては標的核内の核子配位の変更が必要なためである。

論文の審査結果の要旨

山嵒君の研究はB¹⁰からCo⁵⁹にいたる16の核種について (α , p) 型反応を系統的に研究したものである。すなわち22 MeVの α 粒子を用いて (α , p) 反応によって放出される陽子のうち残留核の基底状態および低い励起状態に対応する陽子の角度分布およびそのエネルギー依存性を測定し核反応および核構造の理論と対比した議論を行なったものである。

(α , p) 型反応については α 粒子のenergyが40MeV附近と19MeV附近で2, 3の研究はあるが山嵒君が行なったような広範な核種にわたる研究は未だ行なわれていない。その理由は特別の核をのぞいて (α , p) 型反応の断面積が小さく測定に困難を生じたためと思われる。大阪大学のサイクロトロン α 粒子のビームは再度にわたる改造の結果、その強度を増しこのような断面積の小さい反応の研究を系統的に行なえるようになったものである。

実験は (α , p) 反応で出る陽子を、シンチレーション Counter で観測したものであり、弾性散乱される α 粒子はCounterの前に適当なアブソーバーを入れて測定器に入らぬようにした。

角度分布は一般に前方peakとなるが軽核とCa以上の中重核とでは後方の微分断面積に差があることをみつけた。不歪曲波近似を用いたstrippingの理論とこれらの角度分布を比較しtritonのもちこむ軌道角運

動量が 0 の場合と 2 の場合とで理論式の parameter の間に系統的な相違のあることを見出した。この事実は理論を進める上に大いに参考となるものであると思われる。

$C^{12}(\alpha, p)N^{15}$ ground 反応の角度分布については 19.7 MeV から 22.1 MeV の間で複合核反応過程の寄与と思われる著しい energy 依存性のあることを見出し、また $N^{14}(\alpha, p)O^{17}$ 反応から N^{14} の波動関数に関する知識を得ている。その他の核に対する基底状態と励起状態の微分断面積の比をそれ等の核の構造を近似する種々のモデル（殻構造モデル、回転モデル、振動モデル）に立って矛盾なく説明することのできることを示した。

以上山岸君の研究は多くの核による (α, p) 反応の系統的な研究の結果、角度分布およびそのエネルギー依存性、また反応の断面積比等に関して新しい知見を与えたものであり、理学博士の学位をうけるに十分の資格のあるものと認める。