

氏名・（本籍）	かな ぎわ まさ あき 金 沢 正 明
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 1 4 8 号
学位授与年月日	昭和 4 3 年 3 月 2 6 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科専門課程	東北大学大学院理学研究科 （博士課程）原子核理学専攻
学位論文題目	^{24}Mg および ^{26}Mg による α 粒子の弾性散乱
論文審査委員	（主査） 教授 森 田 右 教授 木 村 一 治 助教授 陸 路 直

論 文 内 容 要 旨

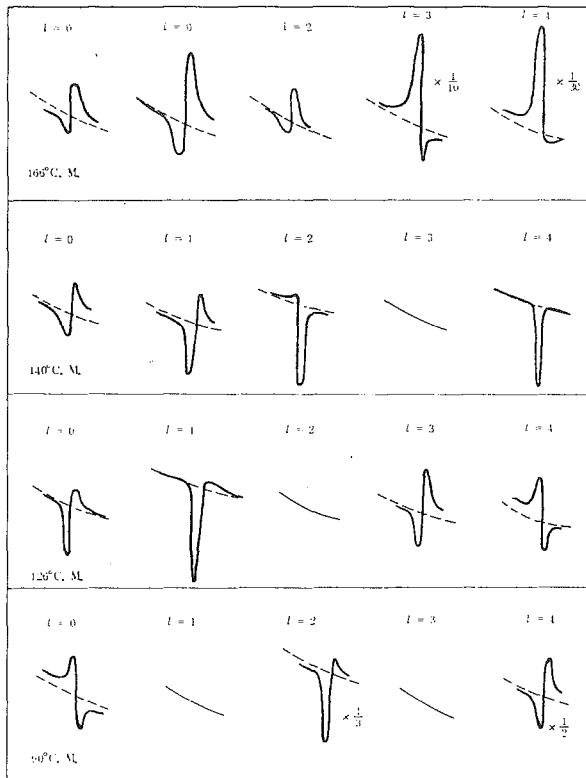
東北大学5MeVバン・デ・グラーフで加速された α 粒子を使い、 ^{24}Mg および ^{26}Mg による弾性散乱微分断面積を測定することによって、複合核 ^{28}Si および ^{30}Si の励起準位を決定した。

入射 α 粒子のエネルギーは ^{24}Mg に対し3.2~3.9 MeV、 ^{26}Mg に対し3.1~4.4 MeVの範囲を測定した。ターゲットとして99%にenrichした ^{24}Mg および ^{26}Mg をZr還元法によりcarbon backingの上に蒸着したものを用いた。厚さは3.5 MeVの α 粒子に対して ^{24}Mg では5 KeV、 ^{26}Mg では10 KeV energy loss相当である。detectorとして4個の半導体検出器を使用し、散乱 α 粒子を重心系の 90° 、 126° 、 140° および 166° で測定した。これらの角度では 166° を除き、Legendre関数 $P_l(\cos \theta)$ が夫々 $l=1$ 、 $l=3$ ； $l=2$ ； $l=3$ でゼロになり、その方向で測定を行なえば励起複合核準位のスピン・パリティをユニークに決定出来る。 166° の測定値はCoulomb散乱の断面積が他の角度に比較し、相対的に小さくなる事で重視した。

第1図はスピンのゼロのターゲットによる、 α 粒子の散乱が複合核準位の近傍で起る励起曲線の様子を示したものである。ただし計算は理論式(1式)に従った。

第1図 共鳴エネルギーにおけるMgによる α 粒子の弾性散乱の理論曲線

140° の $l=3$ ； 126° の $l=2$ ； 90° の $l=1$ 及び $l=3$ は必ずしもanomalyが起る。弾性散乱はCoulomb散乱による成分だけとなる。



重心系でスピン・ゼロのターゲットによる α 粒子の理論的に予想される弾性散乱の微分断面積は

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{1}{k^2} \left[-\frac{1}{2} \eta \operatorname{cosec}^2 \frac{1}{2} \theta \exp \left\{ i \eta \log \cos^2 \frac{1}{2} \theta \right\} + \sum_l (2l+1) P_l(\cos \theta) \exp \{ i(\alpha_l + \delta_l) \} \sin \delta_l \right]^2 \quad (1)$$

である。ここで $\eta = 12 e^2 / k v$ であり、 α_l は potential phase shift, δ_l は resonance phase shift, k は速度 v をもつ α 粒子の wave number である。共鳴エネルギー E_R での共鳴巾 Γ_λ が狭いとすれば、resonance phase shift δ_l は次の式で表わされる。

$$\delta_l = -\tan^{-1} (F_l / G_l) \Big|_{r=R} + \tan^{-1} \Gamma_\lambda / 2(E_R - E) \Big|_{r=R} \quad (2)$$

ここで R は interaction radius であり、 F_l , G_l は夫々 regular, irregular Coulomb wave function である。

測定した励起函数の規格化には同時に測定された Ta による α 粒子の散乱が完全に Coulomb 散乱であるとして行なった。又微分断面積の絶対値は ^{24}Mg および ^{26}Mg による Coulomb 散乱の理論値のみを基準にした。energy calibration は同じ様に、同時に測定される ^{16}O による α 粒子の弾性散乱による $E_R(\text{lab}) = 3.380 \text{ MeV}$, $2+$, $E_R(\text{lab}) = 3.885 \text{ MeV}$, $2+$ の共鳴エネルギー¹⁾ を以下に述べる χ^2 -fitting による方法で算出する事によって決定した。

^{24}Mg および ^{26}Mg は共にターゲット・スピンのゼロであるため励起される ^{28}Si および ^{30}Si の準位は α 粒子のもつ軌道角運動量だけで一義的に決めることができる。従って α 粒子の弾性散乱は励起準位の assignment として非常に有力な手段と言える。

得られた α 粒子の微分断面積に、絶対値、共鳴エネルギーおよび共鳴巾を parameter にした χ^2 -fitting を用いて理論値との best-fit を求めた。この解析には電子計算機 HITAC 5020 F を使用した。この解析法は phase shift analysis と本質的には変わらないが、共鳴エネルギー、共鳴巾、excitation の形を同時に決められるという点で有利である。

$^{24}\text{Mg}(\alpha, \alpha)^{24}\text{Mg}$ についてはすでに Kaufmann et al²⁾ および Weinman et al³⁾ の論文があり、いずれも簡単な assignment を行なっている。他方 $^{26}\text{Mg}(\alpha, \alpha)^{26}\text{Mg}$ より得られる ^{30}Si の励起エネルギー 13 ~ 14 MeV の領域では全く data が無い。

解析の結果は以下の表に示す。

^{26}Mg による α 粒子の弾性散乱では、入射 α 粒子のエネルギー $E_\alpha > 4.20 \text{ MeV}$ 以上では励起函数が非常に複雑な構造を示しており、レベルの間隔 $D \sim 30 \text{ KeV}$ で、レベルの巾 Γ も比較的広がっており、fluctuation 領域に近づいていることを示している。

$0+$, $1-$ など l の低いものが多く assignment されているのは、この領域は Coulomb barrier (約 9 MeV) をかなり下回るため、 l の高いもの程 penetrability が小さくなるためと考えられる。

表1. $^{24}\text{Mg}(\alpha, \alpha)^{24}\text{Mg}$ 反応における共鳴準位

E_α (MeV)	$^{28}\text{Si}^*$ (MeV)	Γ (KeV)	J^π
3.215	12.736	0.6	2+
3.328	12.933	3.0	1-
3.506	12.986	0.1	1-
3.507	12.987	6.2	0+
3.581	13.050	1.4	0+
3.592	13.059		(0+)
3.793	13.232	0.7	0+
3.809	13.245		(3-)

表2. $\text{Mg}^{26}(\alpha, \alpha)\text{Mg}^{26}$ 反応における共鳴準位

E_α (MeV)	$^{30}\text{Si}^*$ (MeV)	Γ (KeV)	J^π
3.315	13.522	1.0	0+
3.639	13.803	7.2	0+
3.890	14.021	1.5	0+
3.917	14.044	0.8	0+
4.109	14.211		0+
4.241	14.341		0+

参 考 文 献

- 1) John R. Cameron : Phys. Rev. 90 (1953) 839.
- 2) S. G. Kaufmann, E. Goldberg, L. J. Koester, and F. P. Mooring : Phys. Rev. 88 (1952) 673.
- 3) J. A. Weinman, L. Meyer - Schiitzmeister, and L. L. Lee, Jr : Phys. Rev. 133 (1964) B590.

論文審査結果の要旨

共鳴領域に於けるスピン0核による α 粒子の弾性散乱は複合核準位の量子数を一義的に決定出来る有用な方法である。

この方法を用いて ^{28}Si 及び ^{30}Si の複合核準位を調べる事がこの論文の目的である。 ^{28}Si の12 MeVから13.5 MeVまでの複合核準位の研究は在来色々な実験で調べられている。このうち $^{24}\text{Mg}(\alpha, \alpha)$ 反応では極く簡単な方法で複合核準位のパラメーターが決定されている。一方 ^{30}Si の13 MeVから14.5 MeV附近の複合核準位の研究は在来全く行われていない状態である。この研究では $^{24}\text{Mg}(\alpha, \alpha)$, $^{26}\text{Mg}(\alpha, \alpha)$ 反応を用いて ^{28}Si および ^{30}Si の複合核準位を調べている。実験は、バンデグラフからの α 粒子を用い、 ^{24}Mg では $E_\alpha = 3.2\text{MeV}$ から 3.9MeV まで ^{26}Mg では $E_\alpha = 3.1\text{MeV}$ から 4.4MeV までで4つの角度(重心系で 90° , 126° , 140° および 166°)で同時に5 keVステップで励起函数を求めた。 90° , 126° および 140° は夫々ルジャンドルポリノミアルが $\ell = 1$ から3で夫々0になる角度である。従って励起函数に異常性の現れない角度からその共鳴状態の関係する軌道角運動量を決定し、各角度に於ける励起函数を理論値に適合させ χ^2 適合法を用いて複合核準位の共鳴エネルギー、 Γ を求めている。

^{24}Mg では7つの共鳴を解析し、 3.809MeV の共鳴を除いて在来の結果と一致した値を示しているが、 3.809MeV の共鳴は在来の結果と異り、 3^- 状態である事を示している。又 ^{26}Mg では6つの共鳴状態を解析し、全部 0^+ 状態である事を示している。この6つの共鳴は今までに発見されなかった新しい状態である。

以上の様に、この研究は新しい多くの知見を得ているので博士の学位論文として適当であると認める。

よって、金沢正明提出の論文は、理学博士の学位論文として合格と認める。