Siの準位構造

上田俊輔　大西篤

平成 13 年 7 月 6 日

1　実験の目的

$^{28}\mathrm{Si}(d,p)^{29}\mathrm{Si}$ 反応を通して、$^{29}\mathrm{Si}$ の n の準位によるエネルギー準位を自力で確認する。

原子核内の陽子、中性子は原子における電子の様に、エネルギー準位の低い方から順に埋まっていったものであるというシェル模型が成り立つ。これは核子の数が２、８，２０... といった魔法数の際に原子核が安定するということから考えられた模型です。この安定化すると言うのはエネルギー準位がひとつ上の準位と大きく離れているためと考えられます。そのため実験の目的としては、エネルギー準位が連続でなく離散的であることと、魔法数のところの大きいであろうエネルギー準位間の大きさをみてみる。具体的にはターゲット原子核に (d,p) 反応で n をストリッピングした際、p のエネルギーを測定することによって、原子核のエネルギー準位を決定します。また微分散乱断面積は核力ポテンシャルの形状 (幅、深さ等) に影響しているので、理論的に予想される微分散乱断面積と比較することで、核力ポテンシャルの形状に関してもできれば理解を深めていきたい。

2　実験の理論

2.1

1. (d,p) 反応でストリッピングが起こらずターゲット原子核の励起もない場合は弾性衝突になります。この時 $\mathrm{detector}$ に入る d のエネルギーは入射エネルギーと測定する角度φ の変数として表されます。
2. またストリッピングが起こったときの場合は非弾性散乱です。入射エネルギー、反応後の p のエネルギーと測定角度は測定によりわかる。未知数は反応後のターゲットの質量、運動エネルギー、角度θ 。
3. このほか、ストリッピングが起こらず，なおかつ，p が非弾性散乱の結果として、出てくることが考えられます .

2.2

荷電粒子が物質中を通過する際、通過距離に応じてエネルギーを失います。そのためターゲットの厚みによって反応のエネルギーに幅が生じます。失うエネルギーの値は入射エネルギーターゲットの原子量Ｚ、密度ρ 、平均イオンポテンシャルＩ、ｐの通過距離χ として、表されます。

$$-\frac{\mathrm{d}e}{\mathrm{d}x} = \frac{DZ\rho}{A}x^2\,\Phi$$

$$\Phi = \frac{1}{\beta^2}\{\log(\frac{2m_ec^2\gamma^2\beta^2}{I(1+\frac{m_e}{M}\gamma)})\}$$

これによると $71.5[\mathrm{MeV/cm}]$

3　実験の概要

$8\mathrm{MeV}$ の d を $1\mu\mathrm{m}$ の Si ターゲットに当てて、出てくる p の立体角とエネルギーを測定し、微分断面積のピークから、エネルギー準位を測定する。

4　実験効率

4.1　実験にかかる時間

全体 $(\mathrm{stripping\ or\ nonstrippinng})$ としての、微分断面積を $1[\mathrm{mb/sr}]$、タンデムの入射 flux を $1[\mathrm{mA}]$、ターゲットと検出器の距離 $20[\mathrm{cm}]$、検出器の一辺を $5[\mathrm{mm}]$ だとすると、一秒間に検出器にはいってくる粒子の数は

$$(1\times10^{-27})\times(\frac{2.3\times1\times1\times10^{-6}}{26})\times(6.02\times10^{23})\times(\frac{1\times10^{-3}}{1.6\times10^{-19}})\times\frac{(5)^2}{4\pi(200)^2}$$

$\approx 16.55[\mathrm{particles/sec}]$
検出効率が 1%として、1000 個サンプルを取るには 100 分ほどかかる。

4.2　実験にかかる費用

タンデムや、その他施設をただで使えるとして、検出器もどこかから借りてくれば，結局ターゲットのシリコン粉末プラス光熱費くらいにしかお金がかかりません．

5　実験装置

5.1　加速器

タンデムです。

5.2　検出器

d と p を見分けるため、薄い検出器と、エネルギーを測れる SSD の二つで同時に検出する。

別紙参照

5.3　ターゲットの作成

Si 粉末を蒸着してターゲットを作ります .

6　実験の手順

1. Si のターゲット作成と厚み測定
2. 検出器の効率測定
3. 実験データの収集
4. エネルギー順位の決定

7　その他気になる点

バトラー