

資料紹介

I. Multilevel Analysis of the  $U^{235}$  Total and Fission Cross Sections in the Energy below 37 eV by D.B. Adler and F.T. Adler, March 67 (BNL-50045/T 455) より

亀井孝信 (NAIG)

1950年代に slow neutron の fission 及び total cross section が高い精度で測定され, Wigner-Eisenbud の理論による Multilevel-Multichannel の解析にかなりの関心が集まった。この線に沿って, Wigner-Eisenbud の理論を適用して Moor and Reich は  $U^{235}$  の resonance structure の解析を, E. Vogt は  $U^{233}$ ,  $U^{235}$ ,  $Pu^{239}$  の解析を行つた。又 Shore and Ailor も同じ頃  $U^{235}$  の低位 (0~2 eV) の resonance を解析して, resonance の capture の成分は symmetric であるけれども, 同じ反応の fission 成分は asymmetric であるということを見出した。これは明らかにし fission cross section には multilevel の表現が必要であるということを示している。

しかしこれらの解析は非常に複雑で, 温度の効果も取り入れる事が出来ないので実際的ではない。こうした状況の下で Adler and Adler により Multilevel Formula を Reactor 計算に適したものにしようという努力がなされ,  $U^{235}$  に関しては 1.8 eV~29 eV の範囲で非常によく実測値を再現する parameter を見出すことに成功している。適用した式は Wigner-Eisenbud の理論から出発して次のような形に帰着させている。

$$\sigma_{nX} \sqrt{E} = C \times \sum_k \frac{(\mu_k - E) H_i(k) + U_k G_r(k)}{|C_k - E|^2}$$

但し  $\mu_k = R_e(C_k)$  ..... k 番目のレベルの resonance energy

$U_k = I_m(C_k)$  ..... k 番目のレベルの half width

X: ある反応過程

これは Collision Matrix  $|U_{nc}|^2$  を求める際に level 間の干渉をあらわす  $\sum_{J, J'}$  ( $J, J'$  は level をあらわす) double sum のうち,  $\sum_{J'}^2$  の項を  $G_r, H_i$  の中に押し込めて,  $\sum_J$  の single sum に置き換えてしまうことによつて形式的に共鳴, Potential 散乱型の一準位 Breit-Wigner 型の重ねあわせの形式に帰着させたものである。分子  $G_r(k)$  と  $H_i(k)$  は level k と干渉し合う共鳴の効果であらわし, level parameter が与えられれば決まる量であるが, ここでは実測値に合うような  $H_i, G_r$  を求めている。この式に Doppler の温度効

果を取り入れる際の4, xの計算では argument として通常の resonance energy の代りに運動量が使用されている。

解析の方法は最小自乗法にもとづいた Shape Analysis であり, 異つた trial function の使用により, 又異つた formalism の使用により parameter の値は変動するという意味で unique ではない。

試行錯誤の第一段階は各々の既知の resonance energy を collision matrix の pole 取る事から始め, 第2段階は実測値を十分に再現出来ない所に巾の広い level を付け加え, 実測値と計算値の偏差をなくするよう試みている。それら各々の段階で得られた parameter 及び cross section curve が図示され, 実測値と比較されている。

Data は主に Michaudon のものを使い, instrumental resolution による "broadening" effect の他に, 測定を行つた時の温度の効果を考慮されている。energy group は (i)  $1.8 \leq E \leq 7.8 \text{ eV}$ , (ii)  $7.8 \leq E \leq 17.4 \text{ eV}$ , (iii)  $17.4 \text{ eV} \leq E \leq 29.0 \text{ eV}$ , (iv)  $29.0 \leq E \leq 37.0 \text{ eV}$  の4つの Group に分け, 各々その group 内の共鳴の数が (i) 7 4 個 (ii) 1 9 個 (iii) 2 5 個の場合が最適としている。(iv) の energy group については「このような型の正確な計算をするには十分な resolution を持たないように思える」と述べている。その他 Brooks の  $\alpha$  及び fission cross section data から計算した  $\sigma_r$  の値と上の方法で求めた parameter を使つて計算した  $\sigma_r$  の比較を行つているが, 不純物 ( $U^{238}, U^{234}$ ) の共鳴 Energy 以外では良く合っている。