

JAERI-M  
4721

微視断面積及び実効断面積計算コード

MCROSS-2.

1972年3月

高野秀機

日本原子力研究所  
Japan Atomic Energy Research Institute

微視断面積及び実効断面積計算コード

MCROSS-2

日本原子力研究所東海研究所原子炉工学部

高野秀機

(1972年2月5日受理)

このMCROSS-2コードでは微視断面積及び実効断面積を計算することができる。微視断面積の計算には多準位公式あるいはBreit Wignerの一準位公式のいずれかを用いることができる。多準位公式を用いる場合は新しく導入されたパラメータかVogtのパラメータが必要である。メッシュ巾はエネルギー又はレサージ等間隔のどちらでも指定できる。

実効断面積は計算された微視断面積のテーブルから、入力した各エネルギー群において衝突密度一定の仮定に基づいて得られる。

MCROSS-2: A code for Calculation of  
Microscopic and Effective Cross Sections

Hideki TAKANO

Division of Reactor Engineering, Tokai, JAERI

(Received Feb. 5, 1972)

The code MCROSS-2 is for calculating the microscopic and effective cross sections. The microscopic cross sections can be calculated by either the multi-level or the Breit-Wigner single-level formula. For the former formula, Vogt's or Takano's fitting parameters have to be introduced. Microscopic cross sections are calculated for the energy or lethargy mesh points.

From the microscopic cross sections calculated the effective cross sections are obtained under the assumption of constancy of the collision densities.

# 目 次

1. はじめに	1
2. 断面積の表式	4
3. マルチ・レベルパラメータ	7
4. 実効断面積の計算	7
5. MCROSS-2コードの入出力形式	10
5.1 入力形式	10
5.2 出力形式	13
6. 計算上の注意	14
参考文献	17
Appendix-計算例	18

## 1. はじめに

共鳴吸収の計算は従来 Breit-Wigner の一準位公式を用いて半解析的<sup>(1), (2), (3)</sup> (NR, WR, IR の近似法) 取り扱われる場合が多かった。しかし最近では計算機の急進な進歩により減速方程式を数値的に解く多くのコード (RIFP-RAFF<sup>(4)</sup>, RABBLE<sup>(5)</sup>, RICH<sup>(6)</sup>, ERSE<sup>(7)</sup>, SDRG<sup>(8)</sup>, PEACO<sup>(9)</sup>) が開発され、非均質及び均質のセル計算がかなり厳密に行なわれるようになってきている。減速方程式を数値的に解く場合には共鳴の形を十分に表わす point wise の断面積のデータが吸収、散乱、分裂の各反応毎に必要なものである。この MCROSS-2 コードは入力された共鳴パラメータから各反応に対する point wise の断面積を計算することを主な目的としたものである。断面積の計算は Breit-Wigner の一準位公式又は多準位公式を用いて行なり。多準位公式を用いる場合は第2章で示される fitting parameters ( $u_\lambda, v_\lambda$ ) あるいは Vogt<sup>(10)</sup> のパラメータが使えるようになってきている。

このコード MCROSS-2 は与えられた各エネルギー群に対してレサージ又はエネルギー等間隔で各反応断面積を計算しテープ又は DISK に内蔵することができる。入力データの形としては共鳴パラメータ又は point cross section で与えることができる。例えば s-wave neutron cross section に対しては共鳴パラメータそして s-wave にくらべて寄与の小さい p-wave に対しては smooth cross section で与えることができる。統計領域に対しては BABEL コード<sup>(11)</sup> 等で平均共鳴パラメータから個々のパラメータをランダム・サンプリング法を用いて発生させて用いることができる。

実効断面積は衝突密度一定の仮定の基に数値積分によって計算される。この仮定による計算精度は高速炉で重要なドブラー領域に対しては大変良いものである。ドブラー係数に対しても異核種間の干渉効果に対してもその問題の核種の濃度が極めて高い場合以外十分に満足な精度を得ることができる<sup>(12)</sup>。しかし、約 500 eV 以下のエネルギー領域で第4章の  $\sigma_m = 10$  barns 以下の場合や非均質計算においては PEACO, ERSE, SDRG を用いた方がよい。PEACO はレサージ, ERSE と SDRG はエネルギー表式であり、各自使用するコードに合わせてメッシュ巾等を適切に決定してやる必要がある。

## 2. 断面積の表式

核反応断面積は R-マトリックス理論における衝突マトリックス  $U_{cc}^J$  を用いて次のように表わされる。<sup>(13)</sup>

$$\sigma_{ct} = \frac{2\pi}{k^2} g_J [1 - R_e(U_{cc}^J)] \quad (1)$$

$$\sigma_{cc'} = \frac{\pi}{k^2} \mathcal{E}_J |U_{cc'}^J|^2 \quad (2)$$

$$\sigma_{cn} = \sigma_{ct} - \sum_{c' \neq n} \sigma_{cc'} = \frac{\pi}{k^2} \mathcal{E}_J |1 - U_{cn}^J|^2 \quad (3)$$

ここで,

$$U_{cc'}^J = \exp[i(\phi_c + \phi_{c'})] [\delta_{cc'} + i \sum_{\lambda, \lambda'} (\Gamma_{\lambda c}^{1/2} \Gamma_{\lambda' c'}^{1/2} A_{\lambda \lambda'})] \quad (4)$$

$$\mathcal{E}_J = \frac{2J+1}{2(2I+1)}$$

$$K = \sqrt{2mE/\hbar^2}$$

$$\Gamma_{\lambda c}^{1/2} = (2P_c)^{1/2} \gamma_{\lambda c}$$

$$P_c = \text{チャンネル } c \text{ に対する透過率} \begin{cases} kR & (\ell=0) \\ (kR)^2 & (\ell=1) \\ 1+(kR)^2 & (\ell=1) \end{cases}$$

$\gamma_{\lambda c}$  = reduced width amplitude

$$\phi_c = \text{ポテンシャル散乱位相} \begin{cases} -kR & (\ell=0) \\ -\frac{1}{3}(kR)^3 & (\ell=1) \end{cases}$$

$\ell, J$  は軌道角運動量及び全角運動量,  $\lambda$  と  $\lambda'$  は共鳴レベル,  $c$  と  $c'$  は入口と出口チャンネル,  $\delta_{cc'}$  はクロネッカ・デルタそして  $R$  は標的核の核半径である。

(4)式のレベル・マトリックス  $A_{\lambda \lambda'}$  の逆マトリックスは Vogt<sup>(10)</sup> によって次式で与えられる。

$$A_{\lambda \lambda'}^{-1} = (E_\lambda - E) \delta_{\lambda \lambda'} - \frac{i}{2} \sum_{c'} (\Gamma_{\lambda c'}^{1/2} \Gamma_{\lambda' c'}^{1/2}) \quad (5)$$

この逆マトリックスから, Perturbation method を用いて, 即ち非対角要素の2次以上の高次項を無視して, レベル・マトリックスは次式で近似される。

$$A_{\lambda \lambda'} \cong \frac{\delta_{\lambda \lambda'}}{Z_\lambda} + \frac{i}{2} (1 - \delta_{\lambda \lambda'}) \frac{\sum_{c'} (\Gamma_{\lambda c'}^{1/2} \Gamma_{\lambda' c'}^{1/2})}{Z_\lambda Z_{\lambda'}} \quad (6)$$

$$Z_\lambda = b_\lambda - i a_\lambda$$

$$a_{\lambda} = \frac{1}{2} \Gamma_{\lambda}$$

$$b_{\lambda} = E_{\lambda} - E$$

実及び虚数部分は

$$\text{Re}(A_{\lambda\lambda'}) = \frac{b_{\lambda} \delta_{\lambda\lambda'}}{|Z_{\lambda}|^2} + \frac{1 - \delta_{\lambda\lambda'}}{2} \sum_{c'} (\Gamma_{\lambda c'}^{1/2} \Gamma_{\lambda' c'}^{1/2}) H_{\lambda\lambda'}^r \quad (7)$$

$$\text{Im}(A_{\lambda\lambda'}) = \frac{a_{\lambda} \delta_{\lambda\lambda'}}{|Z_{\lambda}|^2} + \frac{1 - \delta_{\lambda\lambda'}}{2} \sum_{c'} (\Gamma_{\lambda c'}^{1/2} \Gamma_{\lambda' c'}^{1/2}) H_{\lambda\lambda'}^i \quad (8)$$

ここで、

$$H_{\lambda\lambda'}^r = \frac{1}{2 |Z_{\lambda} - Z_{\lambda'}|^2} \left[ \frac{2a_{\lambda} \Delta E_{\lambda\lambda'} + b_{\lambda} \Delta \Gamma_{\lambda\lambda'}}{|Z_{\lambda}|^2} - \frac{2a_{\lambda'} \Delta E_{\lambda\lambda'} + b_{\lambda'} \Delta \Gamma_{\lambda\lambda'}}{|Z_{\lambda'}|^2} \right] \quad (9)$$

$$H_{\lambda\lambda'}^i = \frac{1}{2 |Z_{\lambda} - Z_{\lambda'}|^2} \left[ \frac{a_{\lambda} \Delta \Gamma_{\lambda\lambda'} - 2b_{\lambda} \Delta E_{\lambda\lambda'}}{|Z_{\lambda}|^2} - \frac{a_{\lambda'} \Delta \Gamma_{\lambda\lambda'} - 2b_{\lambda'} \Delta E_{\lambda\lambda'}}{|Z_{\lambda'}|^2} \right] \quad (10)$$

$$\Delta E_{\lambda\lambda'} = E_{\lambda} - E_{\lambda'}, \quad \Delta \Gamma_{\lambda\lambda'} = \Gamma_{\lambda} - \Gamma_{\lambda'}$$

以上の各式を用いて(1)式の全断面積は次のように表わされる。

$$\sigma_t = \frac{2\pi}{k^2} g_J \left[ \sin^2 \phi_c + \sum_{\lambda} \left( \frac{\sin 2\phi_c \Gamma_{\lambda n} b_{\lambda} + \cos 2\phi_c \Gamma_{\lambda n} a_{\lambda}}{|Z_{\lambda}|^2} \right) \right] \quad (11)$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{\lambda' \neq \lambda} \sqrt{\Gamma_{\lambda n} \Gamma_{\lambda' n}} \left( \sum_{c'} \Gamma_{\lambda c'}^{1/2} \Gamma_{\lambda' c'}^{1/2} \right) (\sin 2\phi_c H_{\lambda\lambda'}^r + \cos 2\phi_c H_{\lambda\lambda'}^i) \quad (12)$$

上式において第一項はポテンシャル散乱，第2項は single level part そして第3項は multi level part を表わしている。

(12)式のレベル間の干渉から生ずる項即ち第3項は次のように書くことができる。

$$\begin{aligned} \sigma_M^t &= 2\pi \frac{E}{k^2} g_J \sum_{\lambda' > \lambda} \frac{\sqrt{\Gamma_{\lambda n}^0 \Gamma_{\lambda' n}^0 (\sum_c \sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}})}}{E} (\sin 2\phi_c H_{\lambda\lambda'}^r + \cos 2\phi_c H_{\lambda\lambda'}^i) \\ &= \pi \frac{E}{k^2} g_J \sum_{\lambda} \frac{1}{E} (u_{\lambda}^t a_{\lambda} + v_{\lambda}^t b_{\lambda}) / |Z_{\lambda}|^2 \end{aligned} \quad (12)$$

ここで,

$$u_{\lambda}^t = \sum_{\lambda' \neq \lambda} u_{\lambda\lambda'}^t, \quad u_{\lambda\lambda'}^t = -u_{\lambda'\lambda}^t \quad (13)$$

$$v_{\lambda}^t = \sum_{\lambda' \neq \lambda} v_{\lambda\lambda'}^t, \quad v_{\lambda\lambda'}^t = -v_{\lambda'\lambda}^t \quad (14)$$

$$u_{\lambda\lambda'}^t = \frac{\sqrt{\Gamma_{\lambda n}^0 \Gamma_{\lambda' n}^0 (\sum_c \sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}})} (24E_{\lambda\lambda'} \sin 2\phi_c + \Delta\Gamma_{\lambda\lambda'} \cos 2\phi_c)}{|Z_{\lambda} - Z_{\lambda'}|^2} \quad (15)$$

$$v_{\lambda\lambda'}^t = \frac{\sqrt{\Gamma_{\lambda n}^0 \Gamma_{\lambda' n}^0 (\sum_c \sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}})} (\Delta\Gamma_{\lambda\lambda'} \sin 2\phi_c - 2\Delta E_{\lambda\lambda'} \cos 2\phi_c)}{|Z_{\lambda} - Z_{\lambda'}|^2} \quad (16)$$

今 x が吸収及び分裂に対する反応を表わすとすれば、反応 x に対する断面積は(2)式より

$$\sigma_{cx} = \sum_{c' \in x} \sigma_{cc'} = \frac{\pi}{k^2} g_J \sum_{c' \in x} \left| \sum_{\lambda\lambda'} \Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'} A_{\lambda\lambda'} \right|^2 \quad (17)$$

一方衝突マトリックスはユニタリ性をもつから

$$\begin{aligned} \sum_{c'} |U_{cc'}|^2 &= \sum_c [\delta_{cc}^2 - 2\delta_{cc'} + \sum_{\lambda\lambda'} \sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}} I_m(A_{\lambda\lambda'}) + \left| \sum_{\lambda\lambda'} \sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}} A_{\lambda\lambda'} \right|^2] \\ &= 1 - 2 \sum_{\lambda\lambda'} \sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}} I_m(A_{\lambda\lambda'}) + \sum_{c'} \left| \sum_{\lambda\lambda'} \sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}} A_{\lambda\lambda'} \right|^2 \equiv 1 \end{aligned} \quad (18)$$

ここで  $\Gamma_{\lambda} = \sum_{c'} \Gamma_{\lambda c'}$ ,  $\Gamma_{\lambda c'} = \sum_c \sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}}$  なる関係を用いて

$$\sum_{c'} \left| \sum_{\lambda\lambda'} \sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}} A_{\lambda\lambda'} \right|^2 = \sum_{c'} 2 \left[ \sum_{\lambda\lambda'} \sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}} I_m(A_{\lambda\lambda'}) \right] \quad (19)$$

$$I_m(A_{\lambda\lambda'}) = \frac{\sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}}}{2|Z_{\lambda}|^2} \delta_{\lambda\lambda'} + \frac{1 - \delta_{\lambda\lambda'}}{2} H_{\lambda\lambda'}^i \sqrt{\Gamma_{\lambda c} \Gamma_{\lambda' c'}} \quad (20)$$



を得る。(19)式において各反応毎の和は等しいから(19)式を(17)式に代入すると、

$$\sigma_{cx} = \frac{\pi}{k^2} g_J \sum_{\lambda} \left[ \frac{\Gamma_{\lambda n} (\sum_{c'} \Gamma_{\lambda c'})}{|Z_{\lambda}|^2} + \sum_{\lambda' \neq \lambda} \frac{\sqrt{\Gamma_{\lambda n} \Gamma_{\lambda' n}} H_{\lambda \lambda'}^1 \sum_{c'} \sqrt{\Gamma_{\lambda c'} \Gamma_{\lambda' c'}}}{|Z_{\lambda}|^2} \right] \quad (21)$$

(21)式は全断面積の場合と同様次のように表わすことができる。

$$\sigma_{cx} = \frac{\pi}{k^2} g_J \sum_{\lambda} \left[ \Gamma_{\lambda n} \Gamma_{\lambda x} / |Z_{\lambda}|^2 + \sqrt{E} (u_{\lambda}^x a_{\lambda} + v_{\lambda}^x b_{\lambda}) / |Z_{\lambda}|^2 \right] \quad (22)$$

$$u_{\lambda}^x = \sum_{\lambda' \neq \lambda} \frac{\sqrt{\Gamma_{\lambda n}^0 \Gamma_{\lambda' n}^0}}{\Gamma_{\lambda n}^0} (\sum_{c'} \sqrt{\Gamma_{\lambda c'} \Gamma_{\lambda' c'}}) \Delta \Gamma_{\lambda \lambda'} / |Z_{\lambda} - Z_{\lambda'}|^2$$

$$v_{\lambda}^x = -\sum_{\lambda' \neq \lambda} \frac{2\sqrt{\Gamma_{\lambda n}^0 \Gamma_{\lambda' n}^0}}{\Gamma_{\lambda n}^0} (\sum_{c'} \sqrt{\Gamma_{\lambda c'} \Gamma_{\lambda' c'}}) \Delta E_{\lambda \lambda'} / |Z_{\lambda} - Z_{\lambda'}|^2$$

(11), (12)及び(20)の各式に対して Doppler の効果を Buckler と Pull<sup>(14)</sup>の方法に従って考慮すると

$$\begin{aligned} \sigma_t = \sigma_p + \frac{4\pi}{k^2} \sqrt{\frac{\alpha}{2m\pi}} g_J \sum_{\lambda} \left[ \left( \Gamma_{\lambda n}^0 + \frac{1}{2} u_{\lambda}^t \right) f_{\lambda}^r(w) \right] \\ + \frac{8\pi R}{k} \sqrt{\frac{\alpha}{2m\pi}} g_J \sum_{\lambda} \left[ \Gamma_{\lambda n}^0 + \frac{1}{4kR} v_{\lambda}^t \right] f_{\lambda}^i(w) \end{aligned} \quad (23)$$

$$\sigma_x = \frac{4\pi}{k^2} \sqrt{\frac{\alpha}{2m\pi}} g_J \sum_{\lambda} \left[ \left( \frac{\Gamma_{\lambda n}^0 \Gamma_{\lambda x}}{\Gamma_{\lambda}} + \frac{1}{2} u_{\lambda}^x \right) f_{\lambda}^r(w) + \frac{v_{\lambda}^x}{2} f_{\lambda}^i(w) \right] \quad (24)$$

$$\sigma_n = \sigma_t - \sum_x \sigma_x \quad (25)$$

ここで

$$f_{\lambda}^r(w) = \text{Re} (F(w_1) - F(w_2)) \quad (26)$$

$$f_{\lambda}^i(w) = \text{Im} (F(w_1) - F(w_2)) \quad (27)$$

そして F(w) は Doppler broadening function に相当し

$$F(w) = \int_0^{\infty} \exp(-Z^2) \frac{w}{Z^2 + w^2} dZ \quad (28)$$

で与えられる。(26)と(27)式における w<sub>1</sub> と w<sub>2</sub> は次式で書かれる。

$$w_1 = \sqrt{\alpha} (Q + i(P - v)), w_2 = \sqrt{\alpha} (Q + i(Q + v))$$

$$P - iQ = \sqrt{\frac{2}{m} (E_\lambda - \frac{\Gamma_\lambda}{2})}, \alpha = M/2KT$$

ここで  $m$  は中性子の質量,  $v$  は中性子の速度,  $M$  は標的核の質量,  $T$  は温度 ( $^{\circ}K$ ), そして  $K$  はボルツマン定数である。

関数  $F(w)$  の計算は Brissenden<sup>(15)</sup> の方法によっている。

$|w| \leq 5$  の領域の 2500 点に対する数表を数値積分で求めておき, 計算においてはそのテーブルから内挿を行なう。 $|w| > 5$  に対しては漸近式が用いられる。一方,  $F(w)$  関数と通常よく用いられている  $\psi(\theta, x)$  及び  $x(\theta, x)$  関数とは次の関係にあることを書いておこう。

$$\frac{\sqrt{\pi}}{\theta} \psi(\theta, x) \cong f_\lambda^r(w) \tag{29}$$

$$\frac{\sqrt{\pi}}{\theta} x(\theta, x) \cong f_\lambda^i(w) \tag{30}$$

但し, (29), (30) が成り立つのは  $\sqrt{E_\lambda/E} \cong 1$  かつ  $\Gamma_\lambda/2E_\lambda \ll 1$  なる領域である。

(23), (24) そして (25) の各式は  $s$ -波中性子に対するものである。 $p$ -波中性子に対する各断面積は single level 公式を用いて計算される。

$$\sigma_t^p = \frac{4\pi}{k^2} \sqrt{\frac{\alpha}{2m\pi}} \left( \frac{P_c}{E^{3/2}} \right) g_J \sum_\lambda \left[ \Gamma_{\lambda n}^o (E_\lambda f_\lambda^r(w) + \frac{1}{2} \Gamma_\lambda f_\lambda^i(w)) \right] \tag{31}$$

$$\sigma_x^p = \frac{4\pi}{k^2} \sqrt{\frac{\alpha}{2m\pi}} \left( \frac{P_c}{E^{3/2}} \right) g_J \sum_\lambda \left[ \frac{\Gamma_{\lambda n}^o \Gamma_{\lambda x}}{\Gamma_\lambda} (E_\lambda f_\lambda^r(w) + \frac{1}{2} \Gamma_\lambda f_\lambda^i(w)) \right] \tag{32}$$

ここで

$$\Gamma_{\lambda n}^o = \Gamma_{\lambda n} / P_c$$

### 3. マルチ・レベルパラメータ

マルチ・レベルパラメータとしては  $u_\lambda^x$  と  $v_\lambda^x$  及び Vogt のパラメータが考えられる。パラメータ  $u_\lambda^x$  及び  $v_\lambda^x$  は最小自乗法によって MXSFIT<sup>(16)</sup> コードから得ることができる。MXSFIT コードでは実験値から single level part をひいた残りを  $u_\lambda^x$ ,  $v_\lambda^x$  を fitting parameter として multi-level part で fit するようになっている。現在  $^{235}\text{U}$  と  $^{238}\text{U}$  についての fitting が成され、パラメータが与えられている。

Vogt の parameter は level matrix  $A_{\lambda\lambda}^{-1}$  の非対角要素を component するベクトル  $c_\lambda$  の内積から定義される。

$$\sum_{c''} \sqrt{\Gamma_{\lambda c''} \Gamma_{\lambda' c''}} \cong \sqrt{\Gamma_{\lambda n} \Gamma_{\lambda' n}} + |c_{\lambda f}| |c_{\lambda' f}| \cos \theta_{\lambda\lambda'} \quad (33)$$

Vogt の式では吸収チャンネル項は、チャンネルが多く  $\Gamma_{\lambda c''}^{1/2}$  の附号が著しく変ると考えられて無視され、吸収断面積は single level 公式で与えられる。分裂チャンネルに対する  $c_{\lambda f}$  の長さは  $|c_{\lambda f}|^2 = \Gamma_{\lambda f}$  であるから、分裂チャンネル数  $c''$  に直角座標を対応させ、その各  $c''$  軸への  $\sqrt{\Gamma_{\lambda f}}$  の写影を  $\sqrt{\Gamma_{\lambda c''}}$  としたときそれらの比  $\xi_{\lambda c''}$  を導入する：

$$\xi_{\lambda c''} = \sqrt{\Gamma_{\lambda c''}} / \sqrt{\Gamma_{\lambda f}}, \quad \sum_{c''} \xi_{\lambda c''}^2 = 1 \quad (34)$$

そのとき Vogt のパラメータは

$$\cos \theta_{\lambda\lambda'} = \sum_{c''} \xi_{\lambda c''} \xi_{\lambda' c''} \quad (35)$$

となる。ここで重要なことは  $\xi_{\lambda c''}$  は共鳴パラメータの統計分布則からランダムサンプリング法によって発生可能なことである。<sup>(1)(15)</sup> しかし  $\xi_{\lambda c''}$  による fitting は少なからず困難であり低エネルギーにおいても殆んど計算されていないようである。

### 4. 実効断面積の計算

エネルギーメッシュ巾で計算された微視断面積を用いて、 $\phi(E) = 1/E \sum_t(E)$  の仮定の基に実効断面積を数値計算する。2核種間の干渉も考慮できる。この方法は高速炉で重要な領域に対しては十分 Doppler 係数に対しても精度のよいものである。

$$\tilde{\sigma}_x = \frac{\int_{\Delta E} \sigma_x(E) \phi(E) dE}{\int_{\Delta E} \phi(E) dE} = \frac{\sum_i \sigma_{x_i} \phi_i \delta_i}{\sum_i \phi_i \delta_i} \quad (66)$$

ここで  $x$  は捕獲, 分裂及び散乱を意味する。

$\delta_i$  はエネルギーメッシュ巾,  $i$  は各メッシュ点に対応する。重み  $\phi$  の仮定より核種 1 に対する実効断面積は

$$\tilde{\sigma}_x^1 = \frac{\sum_i \delta_i \sigma_{x_i}^1 / E_i (\sigma_{t_i}^1 + N^2 \sigma_{t_i}^2 / N^1 + \sigma_m)}{\sum_i \delta_i / E_i (\sigma_{t_i}^1 + N^2 \sigma_{t_i}^2 / N^1 + \sigma_m)} \quad (67)$$

$N^1$  と  $N^2$  は核種 1 と 2 に対する number densities である。

弾性除去断面積は弾性散乱ですぐ下のエネルギー群に減速されるものだけを考慮して

$$\tilde{\sigma}_{er}^1 = \frac{\sum_i \delta E \sigma_{n_i} \phi_i P_i \delta_i}{\sum_i \phi_i \delta_i} \quad (68)$$

ここで  $\delta E = E_L / \alpha^1 - E_L$

$$P_i = (E_L - \alpha^1 E_i) / E_i (1 - \alpha^1) \quad (69)$$

$E_L$  = lower energy boundary

$$\alpha^1 = (A^1 - 1)^2 / (A^1 + 1)^2$$

全断面積は通常の設定に従って

$$\tilde{\sigma}_t^1 = \frac{\sum_i \phi_i \delta_i}{\sum_i \frac{\phi_i \delta_i}{(\sigma_{rt_i} + \sigma_m)}} - \frac{\sum_i \phi_i \delta_i}{\sum_i \frac{\phi_i}{(\frac{N^2}{N^1} \sigma_{t_i}^2 + \sigma_m)} \delta_i}$$

で与えられる。この式は  $\sigma_m \rightarrow \infty$  のとき無限希釈の全断面積を与えることが分る。

$$\frac{\langle 1/E(\sigma_T + \sigma_m) \rangle}{\langle 1/E(\sigma_T + \sigma_m)^2 \rangle} - \sigma_m = \frac{\langle \frac{1}{E} \frac{1}{\sigma_m (1 + \sigma_T/\sigma_m)} \rangle}{\langle \frac{1}{E} \frac{1}{\sigma_m^2 (1 + \sigma_T/\sigma_m)^2} \rangle} - \sigma_m$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\langle \sigma_m \sqrt{E} - \sigma_T \sqrt{E} \rangle}{\langle \frac{1}{E} - 2 \sigma_T \sqrt{E} \sigma_m \rangle} - \sigma_m = \left( \sigma_m - \frac{\langle \sigma_T \sqrt{E} \rangle}{\langle 1/E \rangle} \right) \left( 1 + \frac{2 \langle \sigma_T \sqrt{E} \rangle}{\sigma_m \langle 1/E \rangle} \right) - \sigma_m \\
&= \frac{\langle \sigma_T \sqrt{E} \rangle}{\langle 1/E \rangle} \quad (\sigma_m \rightarrow \infty)
\end{aligned}$$

このようにして計算された実効断面積と無限希釈の断面積を用いて最後にしゃへい因子が計算される。

$$f_x = \tilde{\sigma}_x / \langle \sigma_x(\infty) \rangle$$

## 5. MCROSS = 2 コードの入出力形式

## 5.1 入力形式

Card 1: Control Option Card (15I3)

- 1.1 IOUT = 1 各エネルギー又はレサージ、メッシュ毎に各断面積をプリントする。  
= 0 出力しない。
- 1.2 IOTP = 1 テープ又はデスクに各メッシュ毎の断面積を出力する。実効断面積を計算するときは必ず IOTP=1 とすること。  
= 0 出力しない。
- 1.3 IREAD= 1 共鳴パラメータをカードで入力する。  
= 0 テープ又はデスクから入力する。例えば RESP コード等で前もって作成しておく。
- 1.4 IGMO = 1 共鳴パラメータをカード入力するときの S 波中性子に対する中性子巾は  $\Gamma_n$  type である。テープ入力の場合は reduced neutron width  $\Gamma_n^o$  の形とする。P 波共鳴に対しては常に  $\Gamma_n^o$  とする。  
= 0 カード入力で用いる中性子巾は  $\Gamma_n^o$  の形である。
- 1.5 NONR = 1 滑らかな断面積を入力する。  
= 0 入力しない。
- 1.6 IEGY = 1 エネルギー等間隔で計算する。  
= 0 レサージ等間隔で計算する。
- 1.7 IEFCT= 1 衝突密度一定の仮定の基に実効断面積を計算する。但し IEGY=1 又はすでに微視断面積のテープが作成されている場合に限る。テープ入力するとき logical 桁は第 1 核種に対しては 34, 第 2 核種があるときは 35 である。
- 1.8 IMEFCT= 1 すでに作成された 2 核種の断面積を用いて異核種間の干渉を考慮した実効断面積を計算する。logical 桁は 34 と 35 である。2 枚目は Card 10 からつづける。  
勿論 1 核種の計算も可能である。  
= 0 上記の計算をしない。
- 1.9 IFW = 1 ドップラー関数  $F(w)$  のテーブルをプログラムで計算する。  
= 0 テーブルを logical 桁 10 から読み込む。FACOM 230/60 では次のどちらかを使用できる。  
\$TAPE F10, J2031, TAKANO, GLD, 000620  
\$DISKTO F10, J2031, FWTABLE
- 1.10 MT = 1 全断面積に対するマルチ・レベル・パラメータ  $u_\lambda^t$  と  $v_\lambda^t$  を入力する。  
= 0 入力しない。

- 1.11 MVOGT = 1 Vogt のパラメータを入力する。  
 = 0 しない。
- 1.12 ITKN = 1  $u_\lambda^x, v_\lambda^x, u_\lambda^t, v_\lambda^t$  を入力する。  
 = 0 しない。
- 1.13 MSP = 1 共鳴散乱とポテンシャル散乱との干渉項を考慮する。  
 = 0 干渉項の寄与は無視される。
- 1.14 MP = 1 P波中性子の寄与を考慮する。  
 = 0 考慮しない。
- 1.15 NEC = 1 ポテンシャル散乱断面積  $\sigma_p$  に対して温度とエネルギー依存が考慮される。  
 = 0  $\sigma_p = 4\pi R^2$ , Rは核半径である。

Card 2 : Specification Card (15I3)

- 2.1 NOMESH エネルギー又はレサージ・メッシュ巾をかえるエネルギー群数 ( $\leq 50$ )
- 2.2 NSMR 滑らかな断面積を入力するときの群数でNONR=0ならば-1とする。  
 $\leq 600$
- 2.3 NT 温度の数でNORES $>1$ のときはNT=1とする。 ( $\leq 5$ )
- 2.4 N  $\sigma_x(E) = \sum_\lambda \sigma_{x\lambda}(E)$  の  $\lambda$  の値で、エネルギーEに近い順に  $\lambda$  へのレベルがとられる。 $\lambda$  の値は Table 1に recommendされている。 ( $\leq 70$ )。
- 2.5 NMP P波共鳴に対する  $\lambda$  の値。  $\leq 30$
- 2.6 IMP IMP群までNMPケのレベルを考慮し以後1づつ減らして計算する。
- 2.7 NORES S波共鳴レベルの record 数
- 2.8 NOS 1 record で読み込むレベル数  $\leq 600$
- 2.9 NOLASS 最後の record で読み込むレベル数  $\leq 600$   
 S波の共鳴レベル数は  $(NORES-1) * NOS + NOLASS$  となる。
- 2.10 NOREP }  
 2.11 NOP } 上記と同じでP波共鳴パラメータに対するものである。P波共鳴がない  
 2.12 NOLASP } ときはNOREP=0とする。
- 2.13 MF = 1 分裂核種に対して計算する。もしもVogtのマルチ・レベルパラメータを含むならばその分裂チャンネル数とする  $\leq 2$   
 = 0 親核種に対する計算。

Card 3 : (6E12.5)

- ELOWER 一番低いエネルギー境界
- AM atomic mass
- R atomic radius (in Fermi unit)
- EFW2 これより大きいエネルギー領域に対しては  $F(w_1) \gg F(w_2) \cong 0$  として計算する。これは通常のドップラー関数  $\psi$  及び  $x$  を用いることに相当する。  
 100 eVが良いと考えられる。
- ( $T_i, i=1, NT$ ) 温度 ( $^{\circ}K$ )

Card 4 : Group Structure (6E12.5), IEGY=1 のとき

(BOUND<sub>i</sub>, エネルギーメッシュ巾を変えるエネルギー上界  
DMESH<sub>i</sub>, エネルギーメッシュ巾で負の数を与える。各群のメッシュ点は2000以  
i=1, NOMESH) 下とする。

Card 5 : Group Structure (3(E10.5, 3I5)) IEGY=0 のとき

(BOUND<sub>i</sub>, レサージメッシュ巾を変えるエネルギー上界  
NOIG<sub>i</sub>, fine group の数  
NFI<sub>i</sub>, fine group 当りの ultrafine group の数  
IMME<sub>i</sub>, ある群の巾が大きく NOIG<sub>i</sub> が従って非常に大きい場合に用いるもので  
i=1, NOMESH) IMME<sub>i</sub> 回の fine group 計算毎にエネルギー境界を定め計算機による誤  
差をなくする。通常は  $\geq$  NOIG<sub>10</sub>

Card 6 : Smooth Cross Section (7F10.5)

NONR  $\neq$  0 のときで NSMP 枚重ねる。

EBS エネルギー境界でこれより高い領域に対して階段関数で滑らかな断面積が考慮され  
る。最初は BOUND(1) より大きい値を入力する。

SCS capture smooth cross section for s-wave neutron  
SFS fission " " "  
SES elastic " " "  
SCP capture smooth cross section for p-wave neutron  
SFP fission " " "  
SEP elastic " " "

Card 7 : S-wave Resonance Parameth (5E12.5)

IREAD=1 のときの card 入力である。

ES  $E_{\lambda s}$  共鳴エネルギー  
GS  $g_{\lambda s}$  スピン因子  
HNS  $\Gamma_{\lambda ns}$  or  $\Gamma_{\lambda ns}^0$  neutron width  
HCS  $\Gamma_{\lambda rs}$  capture width  
HFS  $\Gamma_{\lambda fs}$  fission width

Card 8 : Multi-level Parameter (4E12.5)

IREAD=1 のときで ITKN=1 又は MVOGT=1 ならば card 7 と組にして (NORES-1)  
\*NOS+NOLASS 枚重ねる。

$u_{\lambda}^f, v_{\lambda}^f, u_{\lambda}^t, v_{\lambda}^t$  ITKN=1 のとき  
 $\xi_{\lambda c}, c=1, MF$  MVOGT=1 のとき

Card 9 : P-wave resonance parameter (5E12.5)

NORESP  $\neq$  0 かつ IREAD=1 のときに入力する。

$E_{\lambda p}, g_{\lambda p}, \Gamma_{\lambda np}^0, \Gamma_{\lambda rp}$  and  $\Gamma_{\lambda fp}$   
(NOREP-1)\*NOP+NOLASP 枚重ねる。

もしも共鳴パラメータをテープから入力するときは、その形式は RESP コードの出力形式



に従う。以下のカードは実効断面積の計算を行なう場合に必要である。

Card 10: ( 2 0 A 4 )

Card 11: ( 7 I 5 )

- IA 共鳴核種の数  $\leq 2$
- IEB 実効断面積計算のためのエネルギー群数  $\leq 50$
- ISM (8)式における  $\sigma_m$  の数  $\leq 5$
- IPUN = 1 実効断面積  $\tilde{\sigma}_{x,g}, \phi_g, \sigma_{x,g}(\infty), f_{x,g}$  をカードパンチする。  
= 0 しない。
- IA1 logical #34 (第1核種) の Tape を IA1 record からよみする。
- TA2 logical #35 の Tape を IA2 record からよみする。
- MORE = 1 card 11 から入力して実効断面積の計算をつづける。  
= 0 計算を終る。

Card 12 : ( 8 F 1 0.2 )

- A1 atomic mass  
( DN1<sub>i</sub>, atomic density  
SM1<sub>i</sub>,  $\sigma_m$   
i=1, ISM)

Card 13 : ( 8 F 1 0.2 ) IA=2 のとき

- A2, ( DN2<sub>i</sub>, SM2<sub>i</sub>, i=1, ISM)

Card 14 : ( F 1 0.2 ) IA= 2 のときで A 2 に対するポテンシャル散乱断面積

Card 15 : Energy boundaries ( 8 F 1 0.2 )

- ELU, ( EB<sub>i</sub>, i=1, IEB)

## 5.2 出力形式

- ① 入力データについての情報
- ② 微視断面積 :  $\sigma_{c,i}, \sigma_{f,i}, \sigma_{n,i}$ , i はメッシュポイント
- ③ エネルギー平均断面積

$$\langle \sigma_x \rangle = \frac{1}{\Delta E} \sum_i \sigma_{x,i} \delta_i, \delta_i \text{ はメッシュ巾}$$

- ④ 無限希釈の断面積

$$\sigma_x(\infty) = \frac{1}{\Delta u} \int_{\Delta E} \sigma_x \frac{1}{E} dE$$

- ⑤ 共鳴積分

$$\sigma_x(I) = \int_{\Delta E} \sigma_x \phi_0(E) dE, \phi_0(E) = \frac{1}{E \sigma_t}$$

- ⑥ 実効断面積

$$\tilde{\sigma}_x = \frac{\int_{\Delta E} \sigma_x \phi_0 dE}{\int_{\Delta E} \phi_0 dE}$$

⑦ self-shielding factor

$$f_x = \tilde{\sigma}_x / \sigma_x(\infty)$$

④, ⑥及び⑦についてはoptionによってカード出力をすることができる。

## 6. 計算上の注意

㉔ 共鳴レベル数：第2, 3節の各式での $\lambda$ の値は理論上は無制限個であるが, これは勿論実用上不可能であるので各共鳴核種毎に適切な $\lambda$ の値を決定する必要がある。遠く離れたレベルからの奇与は当然無視できるであろうから, あるエネルギー区間での平均断面積が十分再現できるように $\lambda$ をえらんでやることができる。 $\lambda$ の値に関して平均断面積は最初急激に増加し, そのあとはほぼ一定の値に単調に近づいてゆく。但し非対称効果の大きい $^{238}\text{U}$ や $^{240}\text{Pu}$ の散乱及び全断面積はエネルギー境界近傍に大きな共鳴があると変動するであろう。この $\lambda$ の値に対しては文献(7)ですでに報告してある。ここでは更に $^{240}\text{Pu}$ と $^{241}\text{Pu}$ に対しての $\lambda$ の値を追加してTable 1に示す。

㉕ エネルギー及びレサージメッシュ巾(群構造)：これらの群構造を厳密に決めるのは非常に困難であろう。共鳴のピーク及び谷間の断面積がよく再現されるよう温度にも注意してメッシュ巾を考慮する。メッシュ巾が小さい程良いわけであるが計算時間は㉔の $\lambda$ の値と共に増大する。実効断面積の計算時間にも直接きいてくる。しかし計算時間よりも精度はより重要と考えられる。ここではかなり精度の点に重きを置いた群構造をrecommendする。Table 2はenergy-wiseに関する群構造を示す。これはBrissendenの提案<sup>(10)</sup>を参考にしたものである。Table 3はlethargy-wiseに対する群構造を与えている。この群構造はPEACOあるいはRABBLEコードを対象としている。fine groupは中性子束を表わす巾, ultrafine groupは断面積を計算する巾を示す。

以上Table 1, 2そして3を用いて $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ と $^{241}\text{Pu}$ についての計算が成されテープに結果が保存されている。レサージに関しては $^{238}\text{U}$ だけが計算されている。FACOM 230/60による計算時間は $^{238}\text{U}$ の300°KでTable 1と3の仕様によると10 KeV以下の領域で約50分である。

Table 1 Practical number of resonance levels:  $\lambda$

(1 is the orbital angular momentum of the incident neutron)

nuclei T(°K)	$^{235}\text{U}$		$^{238}\text{U}$		$^{239}\text{Pu}$		$^{240}\text{Pu}$		$^{241}\text{Pu}$	
	$\ell=0$	$\ell=1$	$\ell=0$	$\ell=1$	$\ell=0$	$\ell=1$	$\ell=0$	$\ell=1$	$\ell=0$	$\ell=1$
300	16	6	9	10	10	14	9	10	13	10
900	26	6	9	11	10	14	9	11	15	10
2100	36	8	10	12	12	16	10	12	20	10

⑦ self-shielding factor

$$f_x = \tilde{\sigma}_x / \sigma_x(\infty)$$

④, ⑥及び⑦についてはoptionによってカード出力をすることができる。

## 6. 計算上の注意

② 共鳴レベル数：第2, 3節の各式での $\lambda$ の値は理論上は無数個であるが、これは勿論実用上不可能であるので各共鳴核種毎に適切な $\lambda$ の値を決定する必要がある。遠く離れたレベルからの寄与は当然無視できるであろうから、あるエネルギー区間での平均断面積が十分再現できるように $\lambda$ をえらんでやることができる。 $\lambda$ の値に関して平均断面積は最初急激に増加し、そのあとはほぼ一定の値に単調に近づいてゆく。但し非対称効果の大きい $^{238}\text{U}$ や $^{240}\text{Pu}$ の散乱及び全断面積はエネルギー境界近傍に大きな共鳴があると変動するであろう。この $\lambda$ の値に対しては文献(7)ですでに報告してある。ここでは更に $^{240}\text{Pu}$ と $^{241}\text{Pu}$ に対しての $\lambda$ の値を追加してTable 1に示す。

③ エネルギー及びレサージメッシュ巾(群構造)：これらの群構造を厳密に決めるのは非常に困難であろう。共鳴のピーク及び谷間の断面積がよく再現されるよう温度にも注意してメッシュ巾を考慮する。メッシュ巾が小さい程良いわけであるが計算時間は②の $\lambda$ の値と共に増大する。実効断面積の計算時間にも直接きいてくる。しかし計算時間よりも精度はより重要と考えられる。ここではかなり精度の点に重きを置いた群構造をrecommendする。Table 2はenergy-wiseに関する群構造を示す。これはBrissendenの提案<sup>(10)</sup>を参考にしたものである。Table 3はlethargy-wiseに対する群構造を与えている。この群構造はPEACOあるいはRABBLEコードを対象としている。fine groupは中性子束を表わす巾、ultrafine groupは断面積を計算する巾を示す。

以上Table 1, 2そして3を用いて $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ と $^{241}\text{Pu}$ についての計算が成されテープに結果が保存されている。レサージに関しては $^{238}\text{U}$ だけが計算されている。FACOM 230/60による計算時間は $^{238}\text{U}$ の300°KでTable 1と3の仕様によると10 KeV以下の領域で約50分である。

Table 1 Practical number of resonance levels:  $\lambda$

( $\lambda$  is the orbital angular momentum of the incident neutron)

nuclei T(°K)	$^{235}\text{U}$		$^{238}\text{U}$		$^{239}\text{Pu}$		$^{240}\text{Pu}$		$^{241}\text{Pu}$	
	$\ell=0$	$\ell=1$	$\ell=0$	$\ell=1$	$\ell=0$	$\ell=1$	$\ell=0$	$\ell=1$	$\ell=0$	$\ell=1$
300	16	6	9	10	10	14	9	10	13	10
900	26	6	9	11	10	14	9	11	15	10
2100	36	8	10	12	12	16	10	12	20	10

Table 2 Energy boundaries and energy mesh

Mesh (ev)	Upper Energy (ev)	Lower Energy (ev)	% of Mesh point	Mesh (ev)	Upper Energy (ev)	Lower Energy (ev)	% of Mesh Point	Mesh (ev)	Upper Energy (ev)	Lower Energy (ev)	% of Mesh point
↑	2150.00	20240.0	2320	↑	4070.0	3750.0	2560		5200	4400	2560
	2024.00	18960.0	2560	0.125	3750.0	3430.0	2560	↓	4400	3600	2560
	1896.00	17680.0	2560	0.125	3430.0	3110.0	2560	↑	4760	4360	2560
	1768.00	16400.0	2560	0.125	3110.0	2790.0	2560	↓	4360	3960	2560
0.5	1640.00	15120.0	2560	0.125	2790.0	2470.0	2560	↑	3960	3560	2560
	1512.00	13840.0	2560	0.125	2470.0	2150.0	2560	↓	3560	3160	2560
	1384.00	12560.0	2560	0.125	2150.0	2120.0	480	0.015625	3160	2760	2560
	1256.00	11280.0	2560	0.0625	2120.0	1960.0	2560	↑	2760	2360	2560
0.25	1128.00	10000.0	2560	0.0625	1960.0	1800.0	2560	↓	2360	1960	2560
	1000.00	9770.0	921	0.0625	1800.0	1640.0	2560	↑	1960	1560	2560
	977.00	9130.0	2560	0.0625	1640.0	1480.8	2560	↓	1560	1160	2560
	913.00	8490.0	2560	0.0625	1480.8	1320.0	2560	↑	1160	760	2560
	849.00	7850.0	2560	0.0625	1320.0	1160.0	2560	↓	760	360	2560
	785.00	7210.0	2560	0.0625	1160.0	1000.0	2560	↑	360	292	2560
0.25	721.00	6570.0	2560	0.0625	1000.0	920.0	2560	0.01	292	36	2560
	657.00	5930.0	2560	0.0625	920.0	840.0	2560	↓	36	50	2500
	593.00	5290.0	2560	0.0625	840.0	760.0	2560	↑	50	0.1	2450
	529.00	4650.0	2560	0.0625	760.0	680.0	2560	↓	0.1		
0.125	465.00	4390.0	2080	0.0625	680.0	600.0	2560	↑			
	439.00	4070.0	2560	0.0625	600.0	520.0	2560	↓			

Table 3. Energy boundaries and lethargy mesh widths of fine and ultrafine group

Upper energy (ev)	Lower energy (ev)	No. of fine groups	No. of ultra fine groups	mesh width of fine groups	mesh width of ultra fine groups
10000	4650	1915	10	0.0004	0.00004
4650	2150	1542	10	0.0005	0.00005
2150	1000	1530	15	0.0005	0.0000333
1000	465	965	20	0.0008	0.00004
465	215	771	20	0.001	0.00005
215	100	765	10	0.001	0.0001
100	46.5	383	10	0.002	0.0002
46.5	10.0	307	15	0.005	0.000334
10.0	3.0	160	10	0.0075	0.00075
3.0	0.464	349	2	0.0097	0.00487

## 参 考 文 献

- (1) NORDHEIM, L.W. : The Technology of Nuclear Reactor Safety, Vol.1, Chap.4, (1964), M.I.T.Press, Cambridge.
- (2) GOLDSTEIN, R., et al. : Nucl. Sci. Eng. 13, 132 (1962).
- (3) ISHIGURO, Y., TAKANO, H. : J. Nucl. Sci. Technol. 6[7], 380 (1969)
- (4) KIER, R.H. : ANL-7033, (1965).
- (5) KIER, R.H., ROBBA, A.A. : ANL-7326, (1967).
- (6) MIZUTA, H., et al. : JAERI 1134 (1967) and 1170 (1968)
- (7) NAKAGAWA, M. KATSURAGI, S. : JAERI-memo 3907 (1970)
- (8) SUZUKI, T. : JAERI-memo 4481 (1971)
- (9) ISHIGURO, Y., TAKANO, H. : JAERI 1219 (1971)
- (10) VOGT, E. : Phy. Rev., 118, 29 (1960) and 112, 203 (1958).
- (11) ISHIGURO, Y., KATSURAGI, S. : JAERI-memo 3785 (1969).
- (12) TAKANO, H., et al. : J. Nucl. Sci. Technol. 7[10], 500 (1970).
- (13) LANE, A.M., et al. : Rev. Mod. Phys., 30, 257 (1958).
- (14) BUCKLER, MRS. P.A.C., et al. : AEEW-R 226 (1962).
- (15) BRISSENDEN, R.J., et al. : ANL-7050 (1965).
- (16) TAKANO, H. : to be published.
- (17) TAKANO, H., et al. : J. Nucl. Sci. Technol. 7[11], 592 (1970).

APPENDIX

EXAMPLE OF INPUT DATA

```

1 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0
2 -2 1 8 0 0 1 25 25 0 0 0 0 0 0
1000.0      238.0      0.8925      2000.0      300.0
1400.0      -0.5      1200.0      -0.5
1.38 E 03 1.0      5.384 E-05 2.46 E-02
1.37 E 03 1.0      5.403 E-05 2.46 E-02
1.362 E 03 1.0      1.355 E-04 2.46 E-02
1.350 E 03 1.0      1.361 E-04 2.46 E-02
1.328 E 03 1.0      2.744 E-04 2.46 E-02
1.314 E 03 1.0      5.517 E-04 2.46 E-02
1.306 E 03 1.0      2.767 E-04 2.46 E-02
1.293 E 03 1.0      1.391 E-04 2.46 E-02
1.281 E 03 1.0      7.544 E-04 2.46 E-02
1.276 E 03 1.0      6.999 E-04 2.46 E-02
1.255 E 03 1.0      6.662 E-03 2.46 E-02
1.221 E 03 1.0      4.007 E-04 2.46 E-02
1.204 E 03 1.0      1.643 E-03 2.46 E-02
1.186 E 03 1.0      8.711 E-04 2.46 E-02
1.178 E 03 1.0      1.253 E-03 2.46 E-02
1.149 E 03 1.0      8.083 E-03 2.46 E-02
1.130 E 03 1.0      2.975 E-04 2.46 E-02
1.114 E 03 1.0      1.708 E-04 2.46 E-02
1.100 E 03 1.0      2.111 E-04 2.46 E-02
1.088 E 03 1.0      2.425 E-04 2.46 E-02
1.078 E 03 1.0      3.046 E-05 2.46 E-02
1.061 E 03 1.0      1.566 E-03 2.46 E-02
1.047 E 03 1.0      2.163 E-05 2.46 E-02
1.029 E 03 1.0      5.923 E-04 2.46 E-02
1.014 E 03 1.0      1.884 E-05 2.46 E-02
238U-ENERG WISE TEST DATA
  1  2  2  0  0  0
238.0  1.0  10.0  1.0  100.0
1400.0  1200.0  1000.0

```

MICROSCOPIC CROSS SECTIONS OF 238.UK CALCULATED BY SINGLELEVEL FORMULA

```

PRINT = 1
TAPE = 1
CARD = 1
IGMO = 0
SMOOTH PART UPPER GROUP = 0  LOWER GROUP = -2

IFGY = 1
IEFCT = 1

NO.OF FISSION CHANNELS = 0
NO.OF INELASTIC.1 CHANNELS = 0
NO.OF INELASTIC.2 CHANNELS = 0

NO.OF RESONANCE PARAMETERS
S-WAVE PARAMETERS ----- 1 25 28
P-WAVE PARAMETERS ----- 0 0 0

NO.OF S-WAVE RESONANCES IN THE SUMMATIONS = 8
INTERFERENCE SCATTERING EFFECT ----- 1
S-S INTERFERENCE EFFECT ----
VOGT = 0
TAKANO = 0

OPTION OF P-WAVE RESONANCE ----- 0
NO.OF P-WAVE RESONANCES IN THE SUMMATIONS = 0  NO.OF INP = 0

TEMPERATURES (K) 300.000
ATOMIC RADIUS = 0.8925
EFW2 = 2000.000

ENERGY BOUNDARIES AND MESH
0.1400E 04 0.1200E 04 -0.5000E 00
0.1200E 04 0.1000E 04 -0.5000E 00

```

S-WAVE RESONANCE PARAMETERS

ENERGY	SPIN G	NEUTRON	CAPTURE	FISSION	GUZA11	GUZA12
0.138000E 04	0.100000E 01	0.538400E-04	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.137000E 04	0.100000E 01	0.540300E-04	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.136200E 04	0.100000E 01	0.135400E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.135000E 04	0.100000E 01	0.136100E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.132800E 04	0.100000E 01	0.274400E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.131400E 04	0.100000E 01	0.551700E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.130600E 04	0.100000E 01	0.276700E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.129300E 04	0.100000E 01	0.139100E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.128100E 04	0.100000E 01	0.754400E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.127600E 04	0.100000E 01	0.699900E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.125500E 04	0.100000E 01	0.666200E-02	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.122100E 04	0.100000E 01	0.400700E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.120400E 04	0.100000E 01	0.164300E-02	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.118600E 04	0.100000E 01	0.871100E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.117800E 04	0.100000E 01	0.123300E-02	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.114900E 04	0.100000E 01	0.808300E-02	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.113000E 04	0.100000E 01	0.297400E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.111400E 04	0.100000E 01	0.170800E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.110000E 04	0.100000E 01	0.211100E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.108800E 04	0.100000E 01	0.242500E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.107800E 04	0.100000E 01	0.304400E-04	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.106100E 04	0.100000E 01	0.156400E-02	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.104700E 04	0.100000E 01	0.216300E-04	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.102900E 04	0.100000E 01	0.592300E-03	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0
0.101400E 04	0.100000E 01	0.188400E-04	0.246000E-01	0.0	0.0	0.0



400	ENERGY	CAPTURE	FISSION	ELASTIC	ENERGY	CAPTURE	FISSION	FLASTIC
	1400.0000	0.0002	0.0	10.1388	1399.5000	0.0002	0.0	10.1401
	1399.0000	0.0002	0.0	10.1415	1398.5000	0.0002	0.0	10.1429
	1398.0000	0.0002	0.0	10.1444	1397.5000	0.0003	0.0	10.1459
	1397.0000	0.0003	0.0	10.1474	1396.5000	0.0003	0.0	10.1490
	1396.0000	0.0003	0.0	10.1507	1395.5000	0.0003	0.0	10.1524
	1395.0000	0.0003	0.0	10.1542	1394.5000	0.0003	0.0	10.1561
	1394.0000	0.0003	0.0	10.1580	1393.5000	0.0003	0.0	10.1600
	1393.0000	0.0004	0.0	10.1621	1392.5000	0.0004	0.0	10.1643
	1392.0000	0.0004	0.0	10.1666	1391.5000	0.0004	0.0	10.1690
	1391.0000	0.0004	0.0	10.1716	1390.5000	0.0005	0.0	10.1743
	1390.0000	0.0005	0.0	10.1772	1389.5000	0.0005	0.0	10.1802
	1389.0000	0.0006	0.0	10.1835	1388.5000	0.0006	0.0	10.1870
	1388.0000	0.0007	0.0	10.1908	1387.5000	0.0007	0.0	10.1950
	1387.0000	0.0008	0.0	10.1995	1386.5000	0.0009	0.0	10.2045
	1386.0000	0.0010	0.0	10.2101	1385.5000	0.0011	0.0	10.2165
	1385.0000	0.0013	0.0	10.2239	1384.5000	0.0016	0.0	10.2325
	1384.0000	0.0019	0.0	10.2430	1383.5000	0.0025	0.0	10.2560
	1383.0000	0.0033	0.0	10.2731	1382.5000	0.0051	0.0	10.2971
	1382.0000	0.0140	0.0	10.3363	1381.5000	0.1138	0.0	10.4181
	1381.0000	0.7805	0.0	10.5917	1380.5000	2.6019	0.0	10.7428
	1380.0000	3.9013	0.0	10.5133	1379.5000	2.6036	0.0	10.0727
	1379.0000	0.7809	0.0	9.9282	1378.5000	0.1139	0.0	9.9946
	1378.0000	0.0143	0.0	10.0619	1377.5000	0.0055	0.0	10.1018
	1377.0000	0.0039	0.0	10.1284	1376.5000	0.0031	0.0	10.1488
	1376.0000	0.0027	0.0	10.1660	1375.5000	0.0026	0.0	10.1816
	1375.0000	0.0025	0.0	10.1966	1374.5000	0.0026	0.0	10.2118
	1374.0000	0.0029	0.0	10.2280	1373.5000	0.0033	0.0	10.2463
	1373.0000	0.0042	0.0	10.2683	1372.5000	0.0059	0.0	10.2971
	1372.0000	0.0146	0.0	10.3408	1371.5000	0.1131	0.0	10.4272
	1371.0000	0.7807	0.0	10.6065	1370.5000	2.6232	0.0	10.7655
	1370.0000	3.9443	0.0	10.5998	1369.5000	2.6250	0.0	10.0999
	1369.0000	0.7814	0.0	9.9611	1368.5000	0.1136	0.0	10.0352
	1368.0000	0.0155	0.0	10.1104	1367.5000	0.0072	0.0	10.1595
	1367.0000	0.0059	0.0	10.1970	1366.5000	0.0057	0.0	10.2308
	1366.0000	0.0060	0.0	10.2651	1365.5000	0.0070	0.0	10.3033
	1365.0000	0.0089	0.0	10.3498	1364.5000	0.0129	0.0	10.4128
	1364.0000	0.0331	0.0	10.5141	1363.5000	0.2542	0.0	10.7437
	1363.0000	1.7563	0.0	11.3506	1362.5000	5.9226	0.0	12.2089
	1362.0000	8.9190	0.0	11.9665	1361.5000	5.9265	0.0	10.5063
	1361.0000	1.7569	0.0	9.6649	1360.5000	0.2538	0.0	9.6657
	1360.0000	0.0329	0.0	9.8048	1359.5000	0.0128	0.0	9.8971
	1359.0000	0.0086	0.0	9.9570	1358.5000	0.0066	0.0	10.0006
	1358.0000	0.0054	0.0	10.0352	1357.5000	0.0046	0.0	10.0643
	1357.0000	0.0042	0.0	10.0900	1356.5000	0.0040	0.0	10.1138
	1356.0000	0.0039	0.0	10.1367	1355.5000	0.0040	0.0	10.1596
	1355.0000	0.0042	0.0	10.1835	1354.5000	0.0046	0.0	10.2094
	1354.0000	0.0054	0.0	10.2388	1353.5000	0.0066	0.0	10.2739
	1353.0000	0.0086	0.0	10.3185	1352.5000	0.0128	0.0	10.3801
	1352.0000	0.0325	0.0	10.4804	1351.5000	0.2502	0.0	10.7089
	1351.0000	1.7546	0.0	11.3189	1350.5000	5.9796	0.0	12.1928
	1350.0000	9.0372	0.0	11.9530	1349.5000	5.9834	0.0	10.4703
	1349.0000	1.7552	0.0	9.6255	1348.5000	0.2498	0.0	9.6233
	1348.0000	0.0323	0.0	9.7624	1347.5000	0.0126	0.0	9.8535
	1347.0000	0.0084	0.0	9.9119	1346.5000	0.0062	0.0	9.9536
	1346.0000	0.0049	0.0	9.9857	1345.5000	0.0041	0.0	10.0118
	1345.0000	0.0035	0.0	10.0337	1344.5000	0.0031	0.0	10.0528
	1344.0000	0.0028	0.0	10.0698	1343.5000	0.0026	0.0	10.0853
	1343.0000	0.0024	0.0	10.0997	1342.5000	0.0023	0.0	10.1133
	1342.0000	0.0022	0.0	10.1262	1341.5000	0.0021	0.0	10.1388
	1341.0000	0.0021	0.0	10.1511	1340.5000	0.0021	0.0	10.1632
	1340.0000	0.0021	0.0	10.1754	1339.5000	0.0021	0.0	10.1878
	1339.0000	0.0022	0.0	10.2003	1338.5000	0.0022	0.0	10.2132
	1338.0000	0.0023	0.0	10.2266	1337.5000	0.0025	0.0	10.2407
	1337.0000	0.0026	0.0	10.2554	1336.5000	0.0028	0.0	10.2712
	1336.0000	0.0030	0.0	10.2881	1335.5000	0.0033	0.0	10.3064

1009.0000	0.0015	0.0	9.6456	1008.5000	0.0014	0.0	9.6528
1008.0000	0.0013	0.0	9.6544	1007.5000	0.0012	0.0	9.6657
1007.0000	0.0011	0.0	9.6715	1006.5000	0.0011	0.0	9.6771
1006.0000	0.0010	0.0	9.6854	1005.5000	0.0010	0.0	9.6874
1005.0000	0.0009	0.0	9.6972	1004.5000	0.0009	0.0	9.6968
1004.0000	0.0009	0.0	9.7012	1003.5000	0.0008	0.0	9.7055
1003.0000	0.0008	0.0	9.7096	1002.5000	0.0008	0.0	9.7156
1002.0000	0.0007	0.0	9.7174	1001.5000	0.0007	0.0	9.7211
1001.0000	0.0007	0.0	9.7246	1000.5000	0.0007	0.0	9.7281

UPPER E LOWER E AVERAGE TOTAL CROSS SECTIONS ELASTIC FISSION  
 0.1200E 04 0.1000E 04 0.1783E 02 0.1911E 01 0.1592E 02 0.0  
 238U-ENERG WISE TEST DATA

NO. OF ABSORBER 1  
 NO. OF ENERGY GROUPS 2  
 NO. OF SIGMA-0 2  
 JA1 0  
 JA2 0

ATOMIC MASS = 238. DENSITY 1.000 SIGMA-0 10.000  
 1.000 100.000

ENERGY BOUNDARIES

1400.00 1200.00 1000.00  
 1400.00 0.50 400.00

RESONANCE ABSORPTION RATES

CAPTURE	ELASTIC	REMOVAL	FISSION	FLUXSUM	SIGMA-M	UPPER-E
0.03482	0.14688	0.00793	0.0	0.01457	10.00000	1400.00000
0.00395	0.03045	0.00195	0.0	0.00273	100.00000	1400.00000
1200.00	0.50	400.00				

RESONANCE ABSORPTION RATES

CAPTURE	ELASTIC	REMOVAL	FISSION	FLUXSUM	SIGMA-M	UPPER-E
0.01587	0.17089	0.00748	0.0	0.01785	10.00000	1200.00000
0.00440	0.03516	0.00134	0.0	0.00326	100.00000	1200.00000

INFINITE DILUTE CROSS SECTIONS

GROUP	UPPER E	LOWER E	LETHARGY	TOTAL	CAPTURE	ELASTIC	REMOVAL	FISSION
1	1400.000	1200.000	0.154	0.1534E 02	0.1882E 01	0.1346E 02	0.8591E 00	0.0
2	1200.000	1000.000	0.182	0.1560E 02	0.1879E 01	0.1381E 02	0.4035E 00	0.0

\*\*\* EFFECTIVE CROSS SECTIONS \*\*\*

GROUP	SIGM	TOTAL	CAPTURE	ELASTIC	REMOVAL	FISSION
1	10.00	0.1020E 02	0.1017E 01	0.1008E 02	0.5444E 00	0.0
	100.00	0.1163E 02	0.1448E 01	0.1115E 02	0.7140E 00	0.0
2	10.00	0.9494E 01	0.8895E 00	0.9576E 01	0.4190E 00	0.0
	100.00	0.1106E 02	0.1353E 01	0.1080E 02	0.4119E 00	0.0

\*\*\* SELF-SHIELDING FACTORS \*\*\*

GROUP	SIGM	TOTAL	CAPTURE	ELASTIC	REMOVAL	FISSION
1	10.00	0.6646E 00	0.5404E 00	0.7489E 00	0.6337E 00	0.0
	100.00	0.7581E 00	0.7694E 00	0.8285E 00	0.8311E 00	0.0
2	10.00	0.6050E 00	0.4733E 00	0.6932E 00	0.1039E 01	0.0
	100.00	0.7046E 00	0.7197E 00	0.7816E 00	0.1021E 01	0.0

EXAMPLE - II

1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
1	-1	1	20	0	0	1	20	20	0	0	0	1	0	0
1.0			235.0					0.833			100.0			300.0
5.0			100	10		50								
17.39			0.5					0.00037			0.045			0.023
11.67			0.5					0.000173			0.038			0.004
10.7			0.5					0.000006			0.03			0.733
10.16			0.5					0.000021			0.043			0.052
9.75			0.5					0.000009			0.03			0.5
9.28			0.5					0.000059			0.06			0.09
8.79			0.5					0.0004			0.053			0.074
7.08			0.5					0.000045			0.037			0.026
6.39			0.5					0.000107			0.037			0.01
6.17			0.5					0.000013			0.04			0.04
5.732			0.5					0.0000117			0.049			0.443
-0.2429E-02			0.1097E-02											
5.435			0.5					0.0000034			0.0866			0.134
-0.6453E-03			-0.1262E-02											
4.844			0.5					0.0000268			0.0396			0.00386
-0.8087E-07			-0.4065E-06											
3.608			0.5					0.0000242			0.0382			0.05
-0.6600E-06			-0.9733E-06											
3.16			0.562					0.00001631			0.031			0.155
-0.5722E-05			-0.1863E-05											-0.71 -0.7
2.82			0.438					0.00000179			0.045			0.064
-0.1302E-05			0.1117E-05											
2.035			0.438					0.00000631			0.035			0.012
-0.4375E-06			-0.1257E-06											
1.14			0.562					0.00001405			0.044			0.1246
-0.8091E-06			-0.3605E-05											-0.24 0.97
0.273			0.562					0.00000574			0.029			0.099
-0.98946E-06			0.2329E-05											0.131-0.99
-0.950			0.562					0.0013227			0.0276			0.1694
0.3951E-03			-0.4695E-04											1.0

MICROSCOPIC CROSS SECTIONS OF <sup>235</sup>U ARE CALCULATED BY MULTILEVEL FORMULA

PRINT = 1  
 TAPE = 0  
 CARD = 1  
 IGMO = 0  
 SMOOTH PART UPPER GROUP = 0 LOWER GROUP = -1

IEGY = 0  
 IEFCT = 0

NO.OF FISSION CHANNELS = 1  
 NO.OF INELASTIC.1 CHANNELS = 0  
 NO.OF INELASTIC.2 CHANNELS = 0

NO.OF RESONANCE PARAMETERS  
 S-WAVE PARAMETERS ----- 1 20 20  
 P-WAVE PARAMETERS ----- 0 0 0

NO.OF S-WAVE RESONANCES IN THE SUMMATIONS = 20  
 INTERFERENCE SCATTERING EFFECT ----- 1  
 S-S INTERFERENCE EFFECT -----  
 VOGT = 0  
 TAKANO = 1

OPTION OF P-WAVE RESONANCE ----- 0  
 NO.OF P-WAVE RESONANCES IN THE SUMMATIONS = 0 NO.OF IMP = 0

TEMPERATURES (K) 300.000

ATOMIC RADIUS = 0.8330

EFW2 = 100.000

ENERGY BOUNDARIES, MESH WIDTHS AND NO.OF MESH POINTS  
 0.50000E 01 0.10000E 01 0.16094F-02 100 10 50



	ENERGY	CAPTURE	FISSION	ELASTIC	ENERGY	CAPTURE	FISSION	FLASTIC
1	5.0000	8.6296	7.3834	9.0596	4.9920	9.5843	7.2892	9.0890
	4.9839	10.7591	7.1995	9.1215	4.9759	12.2279	7.1237	9.1577
	4.9679	14.0938	7.0736	9.1981	4.9599	16.4984	7.0640	9.2433
	4.9519	19.6322	7.1143	9.2939	4.9440	23.7452	7.2502	9.3498
	4.9360	29.1400	7.5030	9.4108	4.9281	36.1600	7.9097	9.4754
2	4.9202	45.1473	8.5097	9.5408	4.9123	56.3755	9.3387	9.6022
	4.9044	69.9555	10.4205	9.6592	4.8965	85.7293	11.7553	9.6855
	4.8886	103.1788	13.3104	9.6902	4.8807	121.3808	15.0126	9.6586
	4.8729	139.0442	16.7484	9.5846	4.8651	154.6432	18.3746	9.4660
	4.8572	166.6365	19.7361	9.3057	4.8494	173.7333	20.6919	9.1124
3	4.8416	175.1353	21.1397	8.8992	4.8338	170.6951	21.0392	8.6821
	4.8261	160.9458	20.3994	8.4774	4.8183	146.9881	19.3128	8.2987
	4.8105	130.2739	17.8980	8.1555	4.8028	112.3466	16.2962	8.0523
	4.7951	94.6006	14.6432	7.9884	4.7874	78.1137	13.0518	7.9593
	4.7797	63.5737	11.6010	7.9582	4.7720	51.2911	10.3352	7.9777
4	4.7643	41.2726	9.2682	8.0104	4.7567	33.3202	8.3919	8.0506
	4.7490	27.1283	7.6849	8.0936	4.7414	22.3619	7.1202	8.1366
	4.7337	18.7061	6.6706	8.1777	4.7261	15.8923	6.3115	8.2160
	4.7185	13.7070	6.0228	8.2512	4.7109	11.9881	5.7885	8.2833
	4.7034	10.6146	5.5963	8.3125	4.6958	9.4998	5.4371	8.3392
5	4.6883	8.5816	5.3041	8.3636	4.6807	7.8145	5.1923	8.3860
	4.6732	7.1655	5.0978	8.4067	4.6657	6.6109	5.0180	8.4258
	4.6582	6.1324	4.9503	8.4437	4.6507	5.7160	4.8931	8.4603
	4.6432	5.3512	4.8450	8.4759	4.6357	5.0295	4.8048	8.4905
	4.6283	4.7440	4.7715	8.5044	4.6208	4.4896	4.7445	8.5174
6	4.6134	4.2617	4.7230	8.5299	4.6060	4.0567	4.7063	8.5417
	4.5986	3.8715	4.6941	8.5590	4.5912	3.7037	4.6859	8.5637
	4.5838	3.5512	4.6813	8.5741	4.5764	3.4120	4.6801	8.5840
	4.5691	3.2848	4.6819	8.5935	4.5617	3.1681	4.6863	8.6027
	4.5544	3.0608	4.6934	8.6116	4.5471	2.9620	4.7028	8.6202
7	4.5397	2.8708	4.7142	8.6285	4.5324	2.7865	4.7277	8.6365
	4.5252	2.7083	4.7429	8.6443	4.5179	2.6358	4.7598	8.6519
	4.5106	2.5684	4.7782	8.6593	4.5034	2.5057	4.7981	8.6665
	4.4961	2.4472	4.8192	8.6735	4.4889	2.3926	4.8415	8.6804
	4.4817	2.3417	4.8650	8.6871	4.4745	2.2940	4.8895	8.6937
8	4.4673	2.2494	4.9149	8.7001	4.4601	2.2077	4.9412	8.7064
	4.4529	2.1686	4.9683	8.7126	4.4458	2.1319	4.9962	8.7186
	4.4386	2.0974	5.0247	8.7246	4.4315	2.0651	5.0539	8.7305
	4.4243	2.0348	5.0837	8.7362	4.4172	2.0063	5.1140	8.7419
	4.4101	1.9796	5.1448	8.7475	4.4030	1.9544	5.1760	8.7530
9	4.3959	1.9309	5.2077	8.7585	4.3889	1.9087	5.2398	8.7638
	4.3818	1.8880	5.2722	8.7692	4.3748	1.8685	5.3050	8.7744
	4.3677	1.8503	5.3380	8.7796	4.3607	1.8333	5.3714	8.7847
	4.3537	1.8173	5.4049	8.7898	4.3467	1.8025	5.4387	8.7949
	4.3397	1.7886	5.4727	8.7998	4.3327	1.7758	5.5070	8.8048
10	4.3258	1.7638	5.5413	8.8097	4.3188	1.7528	5.5759	8.8145
	4.3119	1.7426	5.6106	8.8194	4.3049	1.7333	5.6454	8.8242
	4.2980	1.7248	5.6804	8.8289	4.2911	1.7171	5.7154	8.8337
	4.2842	1.7101	5.7506	8.8384	4.2773	1.7039	5.7859	8.8431
	4.2704	1.6984	5.8213	8.8478	4.2636	1.6936	5.8568	8.8524
11	4.2567	1.6896	5.8924	8.8570	4.2499	1.6862	5.9281	8.8616
	4.2430	1.6835	5.9639	8.8662	4.2362	1.6815	5.9998	8.8708
	4.2294	1.6801	6.0357	8.8754	4.2226	1.6794	6.0718	8.8799
	4.2158	1.6793	6.1080	8.8845	4.2090	1.6799	6.1442	8.8890
	4.2022	1.6811	6.1807	8.8936	4.1955	1.6830	6.2172	8.8981
12	4.1887	1.6856	6.2539	8.9027	4.1820	1.6888	6.2907	8.9072
	4.1753	1.6926	6.3277	8.9117	4.1686	1.6972	6.3648	8.9163
	4.1619	1.7024	6.4021	8.9208	4.1552	1.7083	6.4396	8.9254
	4.1485	1.7149	6.4774	8.9300	4.1418	1.7222	6.5154	8.9345
	4.1352	1.7302	6.5536	8.9391	4.1285	1.7390	6.5921	8.9437
13	4.1219	1.7486	6.6309	8.9483	4.1152	1.7589	6.6701	8.9530
	4.1086	1.7701	6.7096	8.9576	4.1020	1.7820	6.7495	8.9623
	4.0954	1.7949	6.7898	8.9670	4.0888	1.8086	6.8306	8.9717
	4.0823	1.8233	6.8718	8.9765	4.0757	1.8389	6.9136	8.9813
	4.0691	1.8555	6.9560	8.9861	4.0626	1.8731	6.9990	8.9909

14	4.0561	1.8918	7.0427	8.9958	4.0495	1.9117	7.0871	9.0007
	4.0430	1.9327	7.1324	9.0057	4.0365	1.9549	7.1784	9.0107
	4.0300	1.9785	7.2254	9.0158	4.0235	2.0034	7.2734	9.0209
	4.0171	2.0298	7.3224	9.0260	4.0106	2.0577	7.3726	9.0312
	4.0042	2.0871	7.4241	9.0365	3.9977	2.1183	7.4770	9.0418
15	3.9913	2.1513	7.5313	9.0472	3.9849	2.1861	7.5872	9.0527
	3.9785	2.2230	7.6448	9.0583	3.9721	2.2620	7.7042	9.0639
	3.9657	2.3033	7.7657	9.0696	3.9593	2.3470	7.8294	9.0754
	3.9529	2.3933	7.8954	9.0813	3.9466	2.4424	7.9640	9.0873
	3.9402	2.4944	8.0354	9.0934	3.9339	2.5497	8.1097	9.0996
16	3.9276	2.6083	8.1874	9.1060	3.9213	2.6707	8.2686	9.1124
	3.9150	2.7370	8.3538	9.1190	3.9087	2.8076	8.4433	9.1257
	3.9024	2.8829	8.5373	9.1326	3.8961	2.9632	8.6365	9.1397
	3.8898	3.0489	8.7413	9.1469	3.8836	3.1406	8.8521	9.1543
	3.8773	3.2387	8.9698	9.1619	3.8711	3.3440	9.0948	9.1696
	3.8649	3.4569	9.2280	9.1777	3.8587	3.5784	9.3702	9.1859
17	3.8524	3.7091	9.5225	9.1944	3.8463	3.8502	9.6859	9.2032
	3.8401	4.0026	9.8616	9.2122	3.8339	4.1676	10.0511	9.2215
	3.8277	4.3466	10.2561	9.2312	3.8216	4.5412	10.4782	9.2413
	3.8154	4.7531	10.7199	9.2517	3.8093	4.9846	10.9833	9.2625
18	3.8032	5.2379	11.2716	9.2737	3.7970	5.5160	11.5879	9.2855
	3.7909	5.8221	11.9362	9.2977	3.7848	6.1600	12.3210	9.3105
	3.7788	6.5342	12.7478	9.3238	3.7727	6.9499	13.2228	9.3378
	3.7666	7.4133	13.7536	9.3525	3.7606	7.9316	14.3489	9.3678
	3.7545	8.5137	15.0195	9.3839	3.7485	9.1695	15.7780	9.4008
	3.7424	9.9114	16.6393	9.4186	3.7364	10.7534	17.6212	9.4371
19	3.7304	11.7124	18.7447	9.4565	3.7244	12.8075	20.0343	9.4766
	3.7184	14.0609	21.5182	9.4974	3.7124	15.4971	23.2281	9.5187
	3.7065	17.1429	25.1993	9.5420	3.7005	19.0257	27.4683	9.5615
	3.6946	21.1728	30.0725	9.5920	3.6886	23.6079	33.0459	9.6011
20	3.6827	26.3482	36.4152	9.6478	3.6768	29.4001	40.1950	9.6309
	3.6709	32.7543	44.3813	9.6963	3.6650	36.3811	48.9451	9.6413
	3.6591	40.2266	53.8274	9.7456	3.6532	44.2088	58.9339	9.6208
	3.6473	48.2200	64.1364	9.7956	3.6414	52.1262	69.2721	9.5993
	3.6356	55.7780	74.1557	9.8415	3.6297	59.0162	78.5859	9.5525
	3.6239	61.6875	82.3650	9.8839	3.6181	63.6570	85.3140	9.5061
21	3.6123	64.8215	87.2904	9.9227	3.6064	65.1200	88.2016	9.4560
	3.6006	64.5398	88.0144	9.9401	3.5949	63.1181	86.7580	8.9650
	3.5891	60.9375	84.5200	9.8864	3.5833	58.1166	81.4359	8.8156
	3.5775	54.7997	77.6765	9.7542	3.5718	51.1412	73.4293	8.7033
22	3.5660	47.2941	68.8840	9.6632	3.5603	43.3982	64.2173	8.6337
	3.5546	39.5730	59.5828	9.6139	3.5489	35.9123	55.1042	8.6030
	3.5432	32.4835	50.8731	9.5995	3.5375	29.3289	46.9505	8.6022
	3.5318	26.4691	43.3692	9.6098	3.5261	23.9070	40.1401	8.6211
	3.5204	21.6328	37.2568	9.6351	3.5148	19.6281	34.7011	8.6510
23	3.5091	17.8694	32.4477	9.6680	3.5035	16.3311	30.4678	8.6857
	3.4978	14.9874	28.7314	9.7096	3.4922	13.8140	27.2100	8.7215
	3.4866	12.7885	25.8766	9.7591	3.4810	11.8910	24.7073	8.7563
	3.4754	11.1042	23.6808	9.7741	3.4698	10.4126	22.7784	8.7895
	3.4642	9.8037	21.9844	9.8052	3.4586	9.2663	21.2850	8.8205
24	3.4531	8.7912	20.6690	9.8353	3.4475	8.3706	20.1263	8.8496
	3.4420	7.9978	19.6488	9.8634	3.4364	7.6671	19.2295	8.8768
	3.4309	7.3738	18.8624	9.8899	3.4254	7.1138	18.5426	8.9025
	3.4199	6.8838	18.2659	9.9148	3.4144	6.6808	18.0288	8.9267
	3.4089	6.5023	17.8284	9.9384	3.4034	6.3463	17.6622	8.9498
25	3.3980	6.2109	17.5284	9.9609	3.3925	6.0946	17.4251	8.9718
	3.3870	5.9962	17.3514	9.9825	3.3816	5.9146	17.3062	8.9930
	3.3761	5.8490	17.2888	9.0033	3.3707	5.7985	17.2990	9.0135
	3.3653	5.7628	17.3365	9.0235	3.3599	5.7412	17.4015	9.0333
	3.3545	5.7336	17.4942	9.0430	3.3491	5.7396	17.6153	9.0525
26	3.3437	5.7593	17.7655	9.0619	3.3383	5.7926	17.9458	9.0712
	3.3330	5.8395	18.1572	9.0803	3.3276	5.9003	18.4012	9.0893
	3.3222	5.9751	18.6793	9.0981	3.3169	6.0642	18.9932	9.1068
	3.3116	6.1680	19.3449	9.1143	3.3062	6.2869	19.7364	9.1236
	3.3009	6.4213	20.1699	9.1316	3.2956	6.5716	20.6477	9.1394
27	3.2903	6.7381	21.1721	9.1488	3.2850	6.9214	21.7454	9.1539



	3.2797	7.1217	22.3698	9.1806	3.2745	7.3392	23.0475	9.1668
	3.2692	7.5741	23.7802	9.1725	3.2639	7.8261	24.5692	9.1776
	3.2587	8.0951	25.4153	9.1819	3.2535	8.3802	26.3186	9.1855
28	3.2482	8.8807	27.2782	9.1881	3.2430	8.9950	28.2921	9.1898
	3.2378	9.3213	29.3567	9.1903	3.2326	9.6574	30.4677	9.1896
	3.2274	10.0003	31.6181	9.1877	3.2222	10.3466	32.8000	9.1843
	3.2170	10.6925	34.0034	9.1765	3.2118	11.0335	35.2165	9.1732
	3.2067	11.3647	36.4258	9.1654	3.2015	11.6810	37.6165	9.1560
29	3.1964	11.9771	38.7728	9.1451	3.1912	12.2477	39.8782	9.1328
	3.1861	12.4876	40.9157	9.1191	3.1810	12.6919	41.8690	9.1043
	3.1759	12.8563	42.7226	9.0884	3.1707	12.9773	43.4628	9.0717
	3.1656	13.0521	44.0777	9.0545	3.1606	13.0790	44.5581	9.0369
	3.1555	13.0574	44.8979	9.0192	3.1504	12.9877	45.0936	9.0017
30	3.1453	12.8713	45.1456	8.9846	3.1403	12.7108	45.0570	8.9682
	3.1352	12.5095	44.8338	8.9525	3.1302	12.2714	44.4847	8.9379
	3.1251	12.0012	44.0207	8.9245	3.1201	11.7036	43.4537	8.9124
	3.1151	11.3840	42.7978	8.9016	3.1101	11.0474	42.0668	8.8922
	3.1051	10.6987	41.2748	8.8842	3.1001	10.3425	40.4358	8.8776
31	3.0951	9.9833	39.5629	8.8724	3.0901	9.6248	38.6682	8.8684
	3.0852	9.2702	37.7628	8.8656	3.0802	8.9225	36.8563	8.8640
	3.0753	8.5840	35.9271	8.8644	3.0703	8.2565	35.0721	8.8637
	3.0654	7.9413	34.2071	8.8649	3.0604	7.6397	33.3667	8.8668
	3.0555	7.3520	32.5543	8.8644	3.0506	7.0789	31.7724	8.8725
32	3.0457	6.8204	31.0228	8.8762	3.0408	6.5764	30.3065	8.8802
	3.0359	6.3468	29.6238	8.8846	3.0310	6.1312	28.9747	8.8893
	3.0262	5.9292	28.3588	8.8943	3.0213	5.7404	27.7755	8.8994
	3.0164	5.5643	27.2237	8.9048	3.0116	5.4003	26.7025	8.9102
	3.0067	5.2481	26.2106	8.9158	3.0019	5.1070	25.7469	8.9214
33	2.9971	4.9767	25.3099	8.9271	2.9923	4.8567	24.8985	8.9328
	2.9874	4.7467	24.5114	8.9386	2.9826	4.6464	24.1472	8.9443
	2.9778	4.5553	23.8048	8.9501	2.9731	4.4734	23.4828	8.9559
	2.9683	4.4003	23.1803	8.9616	2.9635	4.3361	22.8958	8.9673
	2.9587	4.2806	22.6284	8.9730	2.9540	4.2339	22.3768	8.9786
34	2.9492	4.1960	22.1398	8.9843	2.9445	4.1670	21.9163	8.9898
	2.9397	4.1471	21.7051	8.9954	2.9350	4.1366	21.5047	9.0009
	2.9303	4.1358	21.3139	9.0063	2.9256	4.1451	21.1310	9.0116
	2.9209	4.1648	20.9544	9.0169	2.9162	4.1954	20.7822	9.0221
	2.9115	4.2373	20.6123	9.0273	2.9068	4.2909	20.4425	9.0323
35	2.9021	4.3566	20.2701	9.0371	2.8975	4.4344	20.0923	9.0418
	2.8928	4.5243	19.9061	9.0464	2.8882	4.6262	19.7083	9.0507
	2.8835	4.7393	19.4956	9.0548	2.8789	4.8627	19.2646	9.0587
	2.8742	4.9949	19.0122	9.0622	2.8696	5.1339	18.7356	9.0655
	2.8650	5.2773	18.4524	9.0683	2.8604	5.4220	18.1011	9.0708
36	2.8558	5.5645	17.7410	9.0729	2.8512	5.7010	17.3525	9.0747
	2.8466	5.8274	16.9373	9.0760	2.8420	5.9396	16.4983	9.0770
	2.8375	6.0337	16.0397	9.0776	2.8329	6.1059	15.5669	9.0780
	2.8284	6.1533	15.0863	9.0781	2.8238	6.1736	14.6048	9.0780
	2.8193	6.1654	14.1299	9.0779	2.8147	6.1283	13.6689	9.0777
	2.8102	6.0629	13.2286	9.0776	2.8057	5.9708	12.8153	9.0776
37	2.8012	5.8543	12.4342	9.0778	2.7967	5.7166	12.0892	9.0782
	2.7922	5.5613	11.7829	9.0788	2.7877	5.3921	11.5166	9.0798
	2.7832	5.2130	11.2902	9.0810	2.7787	5.0279	11.1025	9.0826
	2.7743	4.8402	10.9215	9.0845	2.7698	4.6532	10.8342	9.0867
38	2.7653	4.4695	10.7473	9.0891	2.7609	4.2914	10.6873	9.0918
	2.7565	4.1204	10.6503	9.0947	2.7520	3.9579	10.6328	9.0977
	2.7476	3.8046	10.6313	9.1009	2.7432	3.6609	10.6428	9.1042
	2.7388	3.5270	10.6644	9.1076	2.7344	3.4026	10.6938	9.1111
	2.7300	3.2876	10.7289	9.1147	2.7256	3.1814	10.7679	9.1182
	2.7212	3.0835	10.8094	9.1218	2.7168	2.9934	10.8524	9.1254
39	2.7124	2.9105	10.8960	9.1290	2.7081	2.8343	10.9394	9.1326
	2.7037	2.7641	10.9822	9.1361	2.6994	2.6994	11.0239	9.1397
	2.6950	2.6398	11.0644	9.1432	2.6907	2.5847	11.1034	9.1467
	2.6864	2.5339	11.1409	9.1501	2.6821	2.4868	11.1767	9.1536
	2.6777	2.4433	11.2109	9.1570	2.6734	2.4028	11.2434	9.1604
40	2.6691	2.3652	11.2743	9.1637	2.6648	2.3303	11.3037	9.1670
	2.6606	2.2977	11.3316	9.1703	2.6563	2.2674	11.3580	9.1736

	2.6520	2.2390	11.3031	9.1768	2.6477	2.2125	11.4069	9.1800
	2.6435	2.1878	11.4294	9.1832	2.6392	2.1646	11.4508	9.1863
	2.6350	2.1428	11.4711	9.1895	2.6308	2.1224	11.4904	9.1926
41	2.6265	2.1032	11.5088	9.1957	2.6223	2.0852	11.5262	9.1987
	2.6181	2.0683	11.5428	9.2018	2.6139	2.0524	11.5586	9.2048
	2.6097	2.0375	11.5737	9.2078	2.6055	2.0234	11.5881	9.2108
	2.6013	2.0102	11.6019	9.2137	2.5971	1.9977	11.6150	9.2167
	2.5929	1.9860	11.6277	9.2196	2.5888	1.9750	11.6397	9.2225
42	2.5846	1.9646	11.6513	9.2254	2.5804	1.9549	11.6623	9.2283
	2.5763	1.9457	11.6732	9.2312	2.5721	1.9372	11.6836	9.2341
	2.5680	1.9291	11.6936	9.2369	2.5639	1.9216	11.7032	9.2397
	2.5598	1.9145	11.7126	9.2425	2.5556	1.9079	11.7216	9.2454
	2.5515	1.9018	11.7304	9.2481	2.5474	1.8961	11.7389	9.2509
43	2.5433	1.8908	11.7472	9.2537	2.5392	1.8859	11.7553	9.2565
	2.5352	1.8814	11.7631	9.2592	2.5311	1.8772	11.7708	9.2620
	2.5270	1.8734	11.7784	9.2647	2.5229	1.8700	11.7858	9.2675
	2.5189	1.8669	11.7930	9.2702	2.5148	1.8641	11.8001	9.2729
	2.5108	1.8616	11.8071	9.2756	2.5068	1.8595	11.8140	9.2783
44	2.5027	1.8576	11.8208	9.2810	2.4987	1.8561	11.8275	9.2837
	2.4947	1.8549	11.8341	9.2864	2.4907	1.8539	11.8406	9.2890
	2.4867	1.8532	11.8471	9.2917	2.4827	1.8528	11.8536	9.2944
	2.4787	1.8527	11.8599	9.2971	2.4747	1.8529	11.8663	9.2997
	2.4707	1.8533	11.8726	9.3024	2.4667	1.8540	11.8788	9.3050
45	2.4628	1.8549	11.8851	9.3077	2.4588	1.8562	11.8913	9.3103
	2.4549	1.8577	11.8976	9.3130	2.4509	1.8594	11.9038	9.3156
	2.4470	1.8614	11.9100	9.3182	2.4430	1.8637	11.9162	9.3209
	2.4391	1.8663	11.9224	9.3235	2.4352	1.8691	11.9286	9.3262
	2.4313	1.8722	11.9349	9.3288	2.4274	1.8755	11.9412	9.3314
46	2.4234	1.8791	11.9474	9.3341	2.4195	1.8830	11.9537	9.3367
	2.4157	1.8872	11.9601	9.3393	2.4118	1.8917	11.9664	9.3420
	2.4079	1.8965	11.9728	9.3446	2.4040	1.9015	11.9792	9.3473
	2.4002	1.9069	11.9858	9.3499	2.3963	1.9125	11.9923	9.3525
	2.3924	1.9185	11.9988	9.3552	2.3886	1.9248	12.0055	9.3578
47	2.3848	1.9314	12.0122	9.3605	2.3809	1.9383	12.0189	9.3631
	2.3771	1.9456	12.0257	9.3658	2.3733	1.9532	12.0326	9.3685
	2.3695	1.9612	12.0395	9.3711	2.3656	1.9696	12.0465	9.3738
	2.3618	1.9783	12.0536	9.3765	2.3580	1.9875	12.0607	9.3792
	2.3542	1.9970	12.0680	9.3819	2.3505	2.0070	12.0753	9.3846
48	2.3467	2.0174	12.0827	9.3873	2.3429	2.0282	12.0902	9.3900
	2.3391	2.0396	12.0978	9.3927	2.3354	2.0514	12.1055	9.3954
	2.3316	2.0637	12.1132	9.3982	2.3279	2.0766	12.1212	9.4009
	2.3241	2.0900	12.1292	9.4037	2.3204	2.1040	12.1373	9.4064
	2.3167	2.1186	12.1455	9.4092	2.3129	2.1338	12.1540	9.4120
49	2.3092	2.1497	12.1625	9.4148	2.3055	2.1663	12.1711	9.4176
	2.3018	2.1836	12.1800	9.4205	2.2981	2.2016	12.1889	9.4233
	2.2944	2.2205	12.1980	9.4262	2.2907	2.2401	12.2073	9.4291
	2.2870	2.2607	12.2168	9.4320	2.2833	2.2822	12.2265	9.4349
	2.2797	2.3047	12.2363	9.4378	2.2760	2.3282	12.2464	9.4408
50	2.2723	2.3529	12.2567	9.4437	2.2687	2.3786	12.2672	9.4467
	2.2650	2.4057	12.2780	9.4498	2.2614	2.4340	12.2890	9.4528
	2.2578	2.4637	12.3003	9.4559	2.2541	2.4949	12.3119	9.4590
	2.2505	2.5277	12.3239	9.4621	2.2469	2.5621	12.3361	9.4653
	2.2433	2.5983	12.3487	9.4685	2.2397	2.6365	12.3617	9.4717
51	2.2361	2.6767	12.3751	9.4749	2.2325	2.7191	12.3890	9.4782
	2.2289	2.7638	12.4033	9.4816	2.2253	2.8111	12.4181	9.4850
	2.2217	2.8611	12.4335	9.4884	2.2181	2.9140	12.4495	9.4919
	2.2146	2.9702	12.4661	9.4954	2.2110	3.0297	12.4834	9.4990
	2.2075	3.0930	12.5014	9.5026	2.2039	3.1603	12.5203	9.5063
52	2.2004	3.2320	12.5401	9.5100	2.1968	3.3086	12.5608	9.5139
	2.1933	3.3903	12.5827	9.5178	2.1898	3.4778	12.6057	9.5217
	2.1862	3.5715	12.6300	9.5258	2.1827	3.6721	12.6557	9.5299
	2.1792	3.7804	12.6831	9.5341	2.1757	3.8970	12.7122	9.5385
	2.1722	4.0230	12.7432	9.5429	2.1687	4.1593	12.7765	9.5474
53	2.1652	4.3071	12.8122	9.5521	2.1618	4.4679	12.8508	9.5569
	2.1583	4.6430	12.8924	9.5619	2.1548	4.8345	12.9376	9.5670
	2.1513	5.0443	12.9868	9.5722	2.1479	5.2749	13.0406	9.5776

	2.1444	5.5293	13.0996	9.5893	2.1410	5.8107	13.1648	9.5891
	2.1375	6.1231	13.2369	9.5951	2.1341	6.4712	13.3171	9.6014
54	2.1307	6.8605	13.4068	9.6079	2.1272	7.2973	13.5074	9.6146
	2.1238	7.7893	13.6210	9.6216	2.1204	8.3453	13.7495	9.6289
	2.1170	8.9756	13.8958	9.6365	2.1136	9.6918	14.0625	9.6443
	2.1102	10.5074	14.2533	9.6524	2.1068	11.4372	14.4720	9.6606
	2.1034	12.4974	14.7228	9.6690	2.1000	13.7050	15.0103	9.6775
55	2.0967	15.0774	15.3393	9.6860	2.0933	16.6316	15.7146	9.6942
	2.0899	18.3828	16.1408	9.7021	2.0866	20.3428	16.6217	9.7093
	2.0832	22.5182	17.1599	9.7166	2.0798	24.9088	17.7567	9.7208
	2.0765	27.5057	18.4111	9.7244	2.0732	30.2887	19.1194	9.7260
	2.0698	33.2256	19.8749	9.7244	2.0665	36.2710	20.6675	9.7222
56	2.0632	39.3666	21.4839	9.7161	2.0599	42.4421	22.3072	9.7059
	2.0565	45.4178	23.1178	9.6944	2.0532	48.2071	23.8943	9.6786
	2.0499	50.7221	24.6139	9.6598	2.0466	52.8778	25.2545	9.6381
	2.0433	54.5973	25.7952	9.6139	2.0401	55.8174	26.2180	9.5879
	2.0368	56.4924	26.5092	9.5607	2.0335	56.5977	26.6599	9.5328
57	2.0302	56.1315	26.6669	9.5042	2.0270	55.1146	26.5326	9.4784
	2.0237	53.5887	26.2650	9.4532	2.0205	51.6137	25.8769	9.4301
	2.0172	49.2635	25.3851	9.4096	2.0140	46.6203	24.8090	9.3920
	2.0107	43.7703	24.1693	9.3774	2.0075	40.7981	23.4871	9.3660
	2.0043	37.7832	22.7826	9.3577	2.0010	34.7962	22.0740	9.3522
58	1.9978	31.8963	21.3771	9.3444	1.9946	29.1304	20.7048	9.3490
	1.9914	26.5330	20.0671	9.3505	1.9882	24.1267	19.4708	9.3538
	1.9850	21.9232	18.9202	9.3584	1.9818	19.9260	18.4172	9.3641
	1.9786	18.1307	17.9619	9.3705	1.9754	16.5279	17.5528	9.3775
59	1.9723	15.1045	17.1873	9.3849	1.9691	13.8456	16.8623	9.3924
	1.9659	12.7350	16.5744	9.4000	1.9628	11.7567	16.3197	9.4075
	1.9596	10.8931	16.0948	9.4150	1.9565	10.1360	15.8962	9.4223
	1.9533	9.4661	15.7207	9.4294	1.9502	8.8738	15.5655	9.4362
	1.9470	8.3487	15.4280	9.4429	1.9439	7.8819	15.3060	9.4494
	1.9408	7.4656	15.1976	9.4566	1.9377	7.0931	15.1010	9.4616
60	1.9345	6.7587	15.0147	9.4674	1.9314	6.4576	14.9376	9.4730
	1.9283	6.1856	14.8685	9.4785	1.9252	5.9390	14.8066	9.4838
	1.9221	5.7150	14.7509	9.4889	1.9190	5.5108	14.7008	9.4938
	1.9159	5.3242	14.6557	9.4987	1.9129	5.1532	14.6151	9.5034
	1.9098	4.9963	14.5786	9.5079	1.9067	4.8519	14.5456	9.5124
61	1.9037	4.7187	14.5160	9.5167	1.9006	4.5957	14.4894	9.5210
	1.8975	4.4818	14.4654	9.5241	1.8945	4.3763	14.4440	9.5292
	1.8914	4.2783	14.4248	9.5311	1.8884	4.1872	14.4077	9.5370
	1.8854	4.1023	14.3925	9.5409	1.8823	4.0232	14.3791	9.5446
	1.8793	3.9494	14.3673	9.5483	1.8763	3.8803	14.3570	9.5519
62	1.8733	3.8158	14.3481	9.5545	1.8702	3.7553	14.3405	9.5590
	1.8672	3.6987	14.3341	9.5625	1.8642	3.6455	14.3288	9.5659
	1.8612	3.5956	14.3246	9.5663	1.8582	3.5487	14.3214	9.5726
	1.8553	3.5047	14.3191	9.5759	1.8523	3.4632	14.3177	9.5791
	1.8493	3.4243	14.3171	9.5853	1.8463	3.3875	14.3173	9.5855
63	1.8434	3.3530	14.3182	9.5886	1.8404	3.3204	14.3197	9.5917
	1.8374	3.2897	14.3220	9.5948	1.8345	3.2607	14.3249	9.5978
	1.8315	3.2335	14.3283	9.6008	1.8286	3.2077	14.3323	9.6038
	1.8256	3.1835	14.3368	9.6068	1.8227	3.1606	14.3419	9.6097
	1.8198	3.1391	14.3474	9.6127	1.8168	3.1187	14.3534	9.6156
64	1.8139	3.0996	14.3598	9.6184	1.8110	3.0816	14.3667	9.6213
	1.8081	3.0646	14.3740	9.6241	1.8052	3.0486	14.3817	9.6269
	1.8023	3.0336	14.3897	9.6297	1.7994	3.0194	14.3981	9.6325
	1.7965	3.0062	14.4069	9.6353	1.7936	2.9937	14.4159	9.6380
	1.7907	2.9821	14.4254	9.6408	1.7878	2.9711	14.4351	9.6435
65	1.7850	2.9609	14.4451	9.6462	1.7821	2.9514	14.4555	9.6489
	1.7792	2.9426	14.4661	9.6516	1.7764	2.9343	14.4770	9.6542
	1.7735	2.9267	14.4882	9.6569	1.7707	2.9196	14.4997	9.6595
	1.7678	2.9131	14.5114	9.6622	1.7650	2.9071	14.5233	9.6648
	1.7621	2.9017	14.5355	9.6674	1.7593	2.8967	14.5480	9.6700
66	1.7565	2.8922	14.5607	9.6726	1.7536	2.8882	14.5736	9.6752
	1.7508	2.8846	14.5868	9.6778	1.7480	2.8815	14.6001	9.6804
	1.7452	2.8787	14.6137	9.6829	1.7424	2.8764	14.6275	9.6855
	1.7396	2.8744	14.6416	9.6880	1.7368	2.8729	14.6558	9.6906

67	1.7340	2.8717	14.6702	9.6991	1.7312	2.8708	14.6849	9.6957
	1.7284	2.8703	14.6997	9.6982	1.7256	2.8701	14.7148	9.7007
	1.7229	2.8703	14.7300	9.7032	1.7201	2.8708	14.7455	9.7057
	1.7173	2.8716	14.7611	9.7082	1.7146	2.8727	14.7769	9.7107
	1.7118	2.8740	14.7930	9.7132	1.7091	2.8757	14.8092	9.7157
	1.7063	2.8777	14.8256	9.7182	1.7036	2.8799	14.8422	9.7207
68	1.7008	2.8824	14.8590	9.7232	1.6981	2.8852	14.8759	9.7257
	1.6954	2.8882	14.8931	9.7282	1.6926	2.8915	14.9104	9.7306
	1.6899	2.8951	14.9280	9.7331	1.6872	2.8989	14.9457	9.7356
	1.6845	2.9029	14.9636	9.7380	1.6818	2.9072	14.9817	9.7405
	1.6791	2.9117	15.0000	9.7430	1.6764	2.9165	15.0184	9.7454
69	1.6737	2.9214	15.0371	9.7479	1.6710	2.9267	15.0559	9.7503
	1.6683	2.9321	15.0750	9.7529	1.6656	2.9378	15.0942	9.7552
	1.6629	2.9436	15.1136	9.7577	1.6603	2.9497	15.1332	9.7601
	1.6576	2.9561	15.1530	9.7626	1.6549	2.9626	15.1730	9.7650
	1.6523	2.9693	15.1932	9.7675	1.6496	2.9763	15.2136	9.7699
70	1.6470	2.9835	15.2342	9.7723	1.6443	2.9909	15.2550	9.7748
	1.6417	2.9985	15.2760	9.7772	1.6390	3.0063	15.2971	9.7797
	1.6364	3.0143	15.3186	9.7821	1.6338	3.0225	15.3402	9.7846
	1.6311	3.0310	15.3620	9.7870	1.6285	3.0396	15.3840	9.7894
	1.6259	3.0484	15.4063	9.7919	1.6233	3.0575	15.4287	9.7943
71	1.6207	3.0668	15.4514	9.7968	1.6181	3.0762	15.4744	9.7992
	1.6154	3.0859	15.4975	9.8017	1.6129	3.0958	15.5209	9.8041
	1.6103	3.1059	15.5445	9.8065	1.6077	3.1162	15.5683	9.8090
	1.6051	3.1267	15.5924	9.8114	1.6025	3.1375	15.6167	9.8139
72	1.5999	3.1484	15.6413	9.8163	1.5974	3.1596	15.6661	9.8188
	1.5948	3.1710	15.6912	9.8212	1.5922	3.1826	15.7165	9.8237
	1.5897	3.1944	15.7421	9.8262	1.5871	3.2064	15.7680	9.8286
	1.5845	3.2187	15.7941	9.8311	1.5820	3.2312	15.8206	9.8335
	1.5795	3.2439	15.8473	9.8360	1.5769	3.2568	15.8742	9.8384
	1.5744	3.2700	15.9015	9.8409	1.5718	3.2834	15.9291	9.8433
73	1.5693	3.2970	15.9570	9.8459	1.5668	3.3109	15.9851	9.8483
	1.5643	3.3250	16.0136	9.8508	1.5618	3.3394	16.0425	9.8533
	1.5592	3.3540	16.0716	9.8558	1.5567	3.3688	16.1011	9.8583
	1.5542	3.3839	16.1309	9.8608	1.5517	3.3993	16.1611	9.8632
	1.5492	3.4149	16.1916	9.8657	1.5468	3.4308	16.2224	9.8682
74	1.5443	3.4469	16.2537	9.8707	1.5418	3.4633	16.2854	9.8732
	1.5393	3.4800	16.3173	9.8757	1.5368	3.4970	16.3497	9.8783
	1.5344	3.5143	16.3826	9.8808	1.5319	3.5318	16.4157	9.8833
	1.5294	3.5496	16.4494	9.8858	1.5270	3.5678	16.4835	9.8883
	1.5245	3.5862	16.5180	9.8909	1.5221	3.6049	16.5529	9.8934
75	1.5196	3.6240	16.5883	9.8959	1.5172	3.6433	16.6242	9.8985
	1.5147	3.6630	16.6606	9.9010	1.5123	3.6830	16.6974	9.9036
	1.5099	3.7033	16.7348	9.9061	1.5074	3.7240	16.7726	9.9087
	1.5050	3.7450	16.8111	9.9112	1.5026	3.7664	16.8500	9.9138
	1.5002	3.7881	16.8895	9.9164	1.4978	3.8102	16.9296	9.9189
76	1.4953	3.8327	16.9702	9.9215	1.4929	3.8555	17.0115	9.9241
	1.4905	3.8788	17.0533	9.9267	1.4881	3.9024	17.0958	9.9293
	1.4858	3.9264	17.1389	9.9319	1.4834	3.9508	17.1827	9.9345
	1.4810	3.9757	17.2272	9.9371	1.4786	4.0009	17.2724	9.9397
	1.4762	4.0267	17.3182	9.9424	1.4738	4.0528	17.3649	9.9450
77	1.4715	4.0794	17.4122	9.9476	1.4691	4.1065	17.4604	9.9503
	1.4667	4.1340	17.5093	9.9529	1.4644	4.1620	17.5591	9.9556
	1.4620	4.1906	17.6096	9.9583	1.4597	4.2196	17.6611	9.9609
	1.4573	4.2491	17.7134	9.9636	1.4550	4.2792	17.7666	9.9663
	1.4527	4.3098	17.8208	9.9690	1.4503	4.3409	17.8760	9.9717
78	1.4480	4.3726	17.9321	9.9744	1.4457	4.4049	17.9892	9.9771
	1.4433	4.4378	18.0474	9.9798	1.4410	4.4713	18.1066	9.9825
	1.4387	4.5054	18.1670	9.9852	1.4364	4.5401	18.2285	9.9880
	1.4341	4.5755	18.2912	9.9907	1.4318	4.6115	18.3551	9.9935
	1.4295	4.6483	18.4202	9.9963	1.4272	4.6857	18.4866	9.9990
79	1.4249	4.7238	18.5543	10.0018	1.4226	4.7627	18.6234	10.0046
	1.4203	4.8023	18.6939	10.0074	1.4180	4.8427	18.7658	10.0102
	1.4157	4.8838	18.8392	10.0130	1.4134	4.9258	18.9141	10.0158
	1.4112	4.9686	18.9906	10.0187	1.4089	5.0122	19.0687	10.0215
	1.4066	5.0567	19.1485	10.0243	1.4044	5.1021	19.2301	10.0272

60	1.4021	5.1484	19.3134	10.0301	1.3999	5.1957	19.3985	10.0329
	1.3976	5.2439	19.4856	10.0358	1.3954	5.2931	19.5746	10.0387
	1.3931	5.3433	19.6656	10.0416	1.3909	5.3946	19.7587	10.0445
	1.3886	5.4469	19.8540	10.0475	1.3864	5.5003	19.9515	10.0504
	1.3842	5.5549	20.0513	10.0533	1.3820	5.6106	20.1534	10.0563
81	1.3797	5.6675	20.2580	10.0593	1.3775	5.7256	20.3651	10.0622
	1.3753	5.7850	20.4749	10.0652	1.3731	5.8457	20.5873	10.0682
	1.3709	5.9077	20.7025	10.0712	1.3687	5.9713	20.8207	10.0742
	1.3665	6.0359	20.9418	10.0773	1.3643	6.1022	21.0660	10.0803
82	1.3621	6.1699	21.1933	10.0833	1.3599	6.2391	21.3240	10.0864
	1.3577	6.3099	21.4581	10.0895	1.3555	6.3824	21.5957	10.0926
	1.3533	6.4565	21.7369	10.0956	1.3512	6.5323	21.8820	10.0988
	1.3490	6.6099	22.0309	10.1019	1.3468	6.6893	22.1839	10.1050
	1.3447	6.7706	22.3411	10.1081	1.3425	6.8538	22.5026	10.1113
	1.3403	6.9390	22.6686	10.1144	1.3382	7.0262	22.8392	10.1176
83	1.3360	7.1155	23.0147	10.1208	1.3339	7.2070	23.1951	10.1240
	1.3317	7.3007	23.3808	10.1271	1.3296	7.3967	23.5717	10.1304
	1.3275	7.4951	23.7682	10.1336	1.3253	7.5959	23.9704	10.1368
	1.3232	7.6992	24.1786	10.1400	1.3211	7.8051	24.3930	10.1433
	1.3189	7.9137	24.6137	10.1465	1.3168	8.0250	24.8411	10.1498
84	1.3147	8.1391	25.0753	10.1531	1.3126	8.2561	25.3166	10.1564
	1.3105	8.3762	25.5653	10.1596	1.3084	8.4993	25.8217	10.1629
	1.3063	8.6256	26.0860	10.1662	1.3042	8.7552	26.3584	10.1695
	1.3021	8.8881	26.6394	10.1728	1.3000	9.0246	26.9292	10.1761
	1.2979	9.1646	27.2281	10.1795	1.2958	9.3083	27.5366	10.1828
85	1.2937	9.4558	27.8548	10.1861	1.2916	9.6072	28.1832	10.1894
	1.2895	9.7627	28.5222	10.1927	1.2875	9.9222	28.8721	10.1960
	1.2854	10.0861	29.2333	10.1993	1.2833	10.2543	29.6062	10.2027
	1.2813	10.4270	29.9913	10.2060	1.2792	10.6044	30.3890	10.2093
	1.2772	10.7865	30.7998	10.2125	1.2751	10.9735	31.2239	10.2158
86	1.2731	11.1655	31.6621	10.2191	1.2710	11.3627	32.1147	10.2223
	1.2690	11.5651	32.5822	10.2255	1.2669	11.7730	33.0652	10.2287
	1.2649	11.9864	33.5641	10.2319	1.2628	12.2055	34.0795	10.2351
	1.2608	12.4305	34.6119	10.2382	1.2588	12.6613	35.1619	10.2413
	1.2568	12.8983	35.7301	10.2444	1.2547	13.1415	36.3169	10.2474
87	1.2527	13.3910	36.9229	10.2504	1.2507	13.6469	37.5488	10.2533
	1.2487	13.9094	38.1950	10.2562	1.2467	14.1786	38.8621	10.2590
	1.2447	14.4545	39.5508	10.2618	1.2427	14.7337	40.2615	10.2645
	1.2407	15.0270	40.9949	10.2672	1.2387	15.3237	41.7514	10.2697
	1.2367	15.6275	42.5315	10.2722	1.2347	15.9384	43.3358	10.2746
88	1.2327	16.2564	44.1647	10.2769	1.2307	16.5816	45.0186	10.2791
	1.2288	16.9138	45.8980	10.2812	1.2268	17.2532	46.8032	10.2832
	1.2248	17.5995	47.7346	10.2851	1.2228	17.9528	48.6923	10.2868
	1.2209	18.3129	49.6766	10.2884	1.2189	18.6796	50.6876	10.2899
	1.2170	19.0529	51.7254	10.2912	1.2150	19.4324	52.7899	10.2923
89	1.2130	19.8179	53.8810	10.2933	1.2111	20.2092	54.9986	10.2941
	1.2091	20.6057	56.1421	10.2948	1.2072	21.0073	57.3112	10.2952
	1.2053	21.4135	58.5094	10.2954	1.2033	21.8238	59.7240	10.2954
	1.2014	22.2377	60.9862	10.2953	1.1995	22.6545	62.2309	10.2948
90	1.1975	23.0737	63.5168	10.2942	1.1956	23.4946	64.8229	10.2933
	1.1937	23.9165	66.1477	10.2922	1.1918	24.3387	67.4895	10.2908
	1.1898	24.7602	68.8467	10.2891	1.1879	25.1802	70.2173	10.2872
	1.1860	25.5976	71.5987	10.2851	1.1841	26.0118	72.9892	10.2826
	1.1822	26.4217	74.3862	10.2799	1.1803	26.8261	75.7872	10.2769
	1.1784	27.2241	77.1893	10.2737	1.1765	27.6144	78.5896	10.2702
91	1.1746	27.9960	79.9848	10.2664	1.1727	28.3679	81.3724	10.2623
	1.1708	28.7290	82.7490	10.2580	1.1690	29.0779	84.1112	10.2534
	1.1671	29.4137	85.4557	10.2486	1.1652	29.7352	86.7788	10.2435
	1.1633	30.0414	88.0770	10.2382	1.1615	30.3313	89.3477	10.2327
	1.1596	30.6038	90.5871	10.2270	1.1577	30.8580	91.7917	10.2211
92	1.1559	31.0931	92.9582	10.2150	1.1540	31.3080	94.0831	10.2087
	1.1522	31.5024	95.1646	10.2023	1.1503	31.6754	96.1990	10.1958
	1.1484	31.8265	97.1837	10.1891	1.1466	31.9550	98.1161	10.1824
	1.1448	32.0607	98.9938	10.1746	1.1429	32.1433	99.8150	10.1688
	1.1411	32.2028	100.5782	10.1619	1.1392	32.2388	101.2814	10.1550
93	1.1374	32.2514	101.9233	10.1481	1.1356	32.2408	102.5030	10.1413

	1.1338	32.2072	103.0196	10.1345	1.1319	32.1510	103.4733	10.1277
	1.1301	32.0725	103.8635	10.1211	1.1283	31.9722	104.1901	10.1146
	1.1265	31.8507	104.4535	10.1082	1.1247	31.7087	104.6546	10.1019
94	1.1229	31.5471	104.7947	10.0958	1.1211	31.3665	104.8743	10.0898
	1.1193	31.1677	104.8949	10.0841	1.1175	30.9517	104.8580	10.0785
	1.1157	30.7195	104.7654	10.0732	1.1139	30.4722	104.6196	10.0681
	1.1121	30.2106	104.4219	10.0631	1.1103	29.9357	104.1746	10.0585
	1.1085	29.6486	103.8801	10.0540	1.1067	29.3504	103.5409	10.0498
	1.1049	29.0422	103.1998	10.0459	1.1032	28.7249	102.7387	10.0422
95	1.1014	28.3995	102.4802	10.0387	1.0996	28.0670	101.7870	10.0356
	1.0978	27.7284	101.2617	10.0326	1.0961	27.3849	100.7072	10.0299
	1.0943	27.0369	100.1252	10.0274	1.0926	26.6855	99.5185	10.0252
	1.0908	26.3316	98.8895	10.0233	1.0890	25.9760	98.2407	10.0215
	1.0873	25.6194	97.5745	10.0200	1.0855	25.2624	96.8925	10.0188
96	1.0838	24.9057	96.1971	10.0177	1.0821	24.5500	95.4903	10.0168
	1.0803	24.1858	94.7741	10.0162	1.0786	23.8438	94.0505	10.0158
	1.0768	23.4941	93.3205	10.0155	1.0751	23.1475	92.5863	10.0154
	1.0734	22.8042	91.8492	10.0156	1.0717	22.4647	91.1107	10.0158
	1.0699	22.1293	90.3722	10.0163	1.0682	21.7982	89.6346	10.0169
97	1.0665	21.4717	88.8993	10.0176	1.0648	21.1500	88.1672	10.0185
	1.0631	20.8333	87.4294	10.0196	1.0614	20.5219	86.7166	10.0207
	1.0597	20.2157	85.9997	10.0220	1.0579	19.9150	85.2893	10.0234
	1.0562	19.6198	84.5862	10.0249	1.0545	19.3303	83.8908	10.0265
	1.0529	19.0463	83.2038	10.0282	1.0512	18.7681	82.5254	10.0300
98	1.0495	18.4955	81.8563	10.0319	1.0478	18.2286	81.1966	10.0339
	1.0461	17.9674	80.5467	10.0360	1.0444	17.7119	79.9068	10.0381
	1.0427	17.4619	79.2771	10.0403	1.0411	17.2176	78.6578	10.0425
	1.0394	16.9787	78.0491	10.0448	1.0377	16.7454	77.4509	10.0472
	1.0360	16.5174	76.8635	10.0496	1.0344	16.2947	76.2868	10.0521
99	1.0327	16.0772	75.7208	10.0546	1.0311	15.8649	75.1657	10.0571
	1.0294	15.6577	74.6212	10.0597	1.0277	15.4554	74.0874	10.0624
	1.0261	15.2580	73.5642	10.0650	1.0244	15.0654	73.0516	10.0677
	1.0228	14.8775	72.5494	10.0704	1.0211	14.6942	72.0575	10.0732
	1.0195	14.5153	71.5759	10.0759	1.0179	14.3409	71.1044	10.0787
100	1.0162	14.1707	70.6429	10.0815	1.0146	14.0048	70.1913	10.0843
	1.0130	13.8430	69.7494	10.0872	1.0113	13.6852	69.3171	10.0900
	1.0097	13.5313	68.8942	10.0929	1.0081	13.3812	68.4806	10.0958
	1.0065	13.2348	68.0761	10.0987	1.0048	13.0921	67.6806	10.1015
	1.0032	12.9529	67.2939	10.1044	1.0016	12.8172	66.9159	10.1074

UPPER E      LOWER E      AVERAGE      CROSS SECTIONS      ELASTIC      FISSION  
 0.5000E 01    0.1000E 01    0.4810E 02    0.1225E 02    0.9464E 01    0.2639E 02  
 FT722Z      ERROR AT(036104)    \* END OF FILE \*      READ