

JAERI-M

6094

原子炉材料の重イオン照射損傷  
および関連パラメータの計算

1975年4月

曾根 和穂・白石 健介

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

## 原子炉材料の重イオン照射損傷および関連パラメータの計算

日本原子力研究所東海研究所燃料工学部

曾根 和穂・白石 健介

(1975年3月4日受理)

Mo, Nb, V, Fe, Ni の5種類の金属材料を2MeV以下のエネルギーの窒素, アルゴンおよびそれぞれの金属イオン(self-ion)で照射した場合の格子原子のはじき出し損傷(DPA)の深さ分布の計算をおこなった。損傷計算の基礎となる重イオンのエネルギー損失については, Lindhard らの近似理論を用いた。また, 重イオンによって生み出された1次ノック・オン原子の損傷効率を常に1としている従来の計算法の欠点を補正し, 1次ノック・オン以降の衝突カスケードに対しても電子励起による1次ノック・オン原子のエネルギー損失を考慮する方法を採った。これらの重イオン照射損傷の計算や実験などにおいて重要な関連パラメータである重イオンのエネルギー損失率, 損傷効率, 飛程およびそのストラグリングの計算値を重イオンのエネルギー(20keV~2MeV)の関数として表で示した。また特にステンレス鋼のNiイオン照射の近似として重要なFeターゲットの<sup>58</sup>Niイオン照射の場合についても, その損傷および関連パラメータの計算をおこなった。この場合を例にとって, 電子励起による1次ノック・オン原子のエネルギー損失を考慮に入っていない従来の方法によるDPAの計算値は40~75%の無視できない過大評価となっていることを示した。このようなDPA値の評価の差は, 重イオン照射による中性子照射損傷の模擬実験という立場から考えれば, 対応する中性子のフルエンスの評価に直接影響をおよぼすので, 本報告において提案した損傷計算法の改良が非常に重要であることを指摘した。

Calculations on Displacement Damage and Its Related Parameters for Heavy Ion Bombardment in Reactor Materials

Kazuho SONE and Kensuke SHIRAISHI

Physical Metallurgy Laboratory, Tokai, JAERI

( Received March 4, 1975 )

The depth distribution of displacement damage expressed in displacements per atom (DPA) in reactor materials such as Mo, Nb, V, Fe and Ni bombarded by energetic nitrogen, argon and self ions with incident energy below 2 MeV was calculated following the theory developed by Lindhard and co-workers for the partition of energy as an energetic ion slowing down. In this calculation, energy loss due to electron excitation was taken into account for the atomic collision cascade after the primary knock-on process. Some parameters indispensable for the calculation such as energy loss rate, damage efficiency, projected range and its straggling were tabulated as a function of incident ion energy of 20 keV to 2 Mev. The damage and parameters were also calculated for 2 MeV nickel ions bombarding Fe targets. In this case, the DPA value is of 40 ~ 75 % overestimated in a calculation disregarding electronic energy loss for primary knock-on atoms. The formula proposed in this report is significant for calculations on displacement damage produced by heavy ion bombardment as a simulation of high fluence fast neutron damage.

## 目 次

1. はじめに	1
2. 高速重イオンの物質中でのエネルギー損失	2
3. 高速重イオンの飛程およびそのストラグリング	5
4. 高速重イオンによる格子原子のはじき出し損傷	6
4.1 DPA値の概算法	7
4.2 従来の方法	8
4.3 新しい方法	9
5. 計算結果および検討	10
6. あとがき	22
謝 辞	22
参 考 文 献	23
関連パラメータの計算値	24

## 1. はじめに

1970年頃より、加速器を用いて比較的短い時間で金属材料に大きな損傷を作り出すことができる重イオン照射による中性子照射損傷の模擬実験が行われるようになってきた<sup>1,2)</sup>。これは原子炉が熱中性子炉から高速中性子炉へ、さらに核融合炉へと発展するにともなって、高速中性子による炉心材料の照射損傷の程度が飛躍的に大きくなり、高速中性子炉や核融合炉の材料では材料試験炉を用いた確性試験によって中性子照射損傷の程度を評価することができなくなるため、これに代わるものとして考えられた有力な方法である。その例としては高速中性子炉で使用される炉心材料のポイドによるスウェリングの程度を評価するための種々の重イオンの照射実験があげられる。また核融合炉のうち現在最も有望視されているD-T炉の場合には、14MeVに大きなエネルギー・ピークもった高速中性子による照射損傷に加えて、プラズマを構成しているイオンや電荷変換によって生成された中性粒子が真空壁表面に衝突し、スパッタリングやブリストリングによる損傷が起こり、真空壁の損耗や不純物原子の混入によってプラズマが汚染され、その結果としてプラズマのエネルギー損失が大きな問題となっている。

加速器を用いた重イオン照射による損傷の実験においては、短時間で大きな損傷を作り出す利点があるが、損傷をうける領域はごく狭い範囲に限られていて、はじき出し損傷の程度は重イオンの入射方向の深さによって異なる。それは中性子のような電氣的に中性な粒子に比べて、重イオンの物質中でのエネルギー損失率(単位長さ当りのエネルギー損失)が格段に大きく、またはじき出し損傷に寄与する重イオンのエネルギー損失率が重イオンのエネルギーに強く依存しているためである。一方、ブリストリングのような希ガス原子の関与した損傷の実験では、照射した希ガスイオンの金属中の重イオンの飛程およびその統計的ゆらぎであるストラグリング(stragglng)が分かっていなくてはならない。最近、加速器による半導体へのイオン注入(ion implantation)が盛んに行われるようになり、半導体については飛程およびそのストラグリングに関する計算がいくつかなされている。<sup>3-5)</sup>これらの計算はいずれもLindhard, Scharff および Schiøtt<sup>6-10)</sup>ら(以下, LSS)がThomas-Fermiの遮蔽クーロン・ポテンシャルを用いて物質中でのエネルギー損失過程を確率論的に取り扱った方法に基礎をおくものである。LSS理論は入射重イオンのエネルギー損失および飛程について、入射粒子および物質原子の組合せに関係なく一般的に取り扱うことができ、また多くの実験によってその精度がよいことも確かめられている。

重イオン照射による中性子照射損傷の模擬実験を行う場合には、中性子による格子原子のはじき出し損傷と等価な重イオン照射による損傷の量の評価を行わなければならない。この両者の橋渡しの役割を果たすものがDPA値<sup>注)</sup>である。重イオン照射によるDPA値は入射方向の深さによって異なる。このようなはじき出し損傷の深さ分布の計算については、初めKulcinskiら<sup>2)</sup>が手がけ、その後ManningとMueller<sup>11)</sup>によって改良が加えられた。本報告にお

注) DPA値とは、照射によって原子1個が格子点からはじき出される平均的な回数(displacements per atom)のことであり、材料のはじき出し損傷の程度を評価するための基本的な量である。

いては、LSSの理論に基づいて金属中の重イオンの飛程およびそのストラグリングのほか、金属中の重イオン照射実験で重要なパラメータである重イオンのエネルギー損失率および損傷効率注) について重イオンのエネルギーの関数として計算する。さらにこれらのパラメータを用いて重イオン照射によるDPA値を深さの関数として計算を行う。本計算の対象とする重イオンのエネルギーは、 $^{14}\text{N}$ についてはMo, Nbターゲットの照射に対しては0.45, 1.1および1.8 MeV, Vの照射に対しては0.45, 0.9, 1.35 MeV, Feの照射に対しては0.45, 1.1および1.5 MeV, さらにNiの照射では0.45, 1.1および1.7 MeVのそれぞれ3種類を選び、 $^{40}\text{Ar}$ については0.45, 1.1および1.8 MeVの3種類を、金属イオンについては1.0, 1.5および2.0 MeVの3種類を選んだ。またステンレス鋼のNiイオン照射の近似として重要なFeターゲットの $^{58}\text{Ni}$ イオン照射の場合についても計算する。これらは原研2MVバンデグラフを用いて材料物性研究室で現在進めているイオン照射実験に関係ある材料、イオンおよびエネルギーの組合せとして選んだものである。

第2章ではLSSのエネルギー損失の理論を簡単にまとめ、第3章において重イオンの飛程およびそのストラグリングの算出法を要約した。さらに第4章において、従来の方法を概観し、あわせて新しい方法について述べる。DPA値および重イオン照射損傷の関連パラメータの計算結果については第5章に示す。またここで従来の方法と新しい方法とを比較検討し、Kulcinskiらの方法による損傷の過大評価の程度について考察する。

## 2. 高速重イオンの物質中でのエネルギー損失

物質中での重イオンのエネルギー損失に関するLSS<sup>6-8)</sup>の方法について簡単にまとめておく。重イオン照射によるはじき出し損傷は物質中でのエネルギー損失の過程に強く依存している。このエネルギー損失には、遮蔽クーロン場での重イオンとターゲット物質の原子核との弾性衝突によるものと、核外電子の励起・電離によるものとの2つがある。前者は低エネルギー領域で支配的になってくる。LSS理論ではこれらを全く独立な過程として取り扱い、全エネルギー損失はそれぞれの過程によるものの和として与えられる。

イオンのエネルギーをEとしたとき、核外電子の励起・電離によるエネルギー損失パラメータは次のように与えられる。

$$s_e(\epsilon) = k_{12} \epsilon^{1/2}, \quad E \leq Z_1^{4/3} M_1 \cdot 2.5 \text{ (keV)} \quad (1)$$

ここで $\epsilon$ は無次元のエネルギー変数であって、Eと次の比例関係で結ばれている。

$$E = C_{12} \epsilon \quad (2)$$

注) 損傷効率の定義については第4章参照。

いては、LSSの理論に基づいて金属中の重イオンの飛程およびそのストラグリングのほか、金属中の重イオン照射実験で重要なパラメータである重イオンのエネルギー損失率および損傷効率<sup>注)</sup>について重イオンのエネルギーの関数として計算する。さらにこれらのパラメータを用いて重イオン照射によるDPA値を深さの関数として計算を行う。本計算の対象とする重イオンのエネルギーは、 $^{14}\text{N}$ についてはMo, Nbターゲットの照射に対しては0.45, 1.1および1.8 MeV, Vの照射に対しては0.45, 0.9, 1.35 MeV, Feの照射に対しては0.45, 1.1および1.5 MeV, さらにNiの照射では0.45, 1.1および1.7 MeVのそれぞれ3種類を選び、 $^{40}\text{Ar}$ については0.45, 1.1および1.8 MeVの3種類を、金属イオンについては1.0, 1.5および2.0 MeVの3種類を選んだ。またステンレス鋼のNiイオン照射の近似として重要なFeターゲットの $^{58}\text{Ni}$ イオン照射の場合についても計算する。これらは原研2MVバンデグラフを用いて材料物性研究室で現在進めているイオン照射実験に関係ある材料、イオンおよびエネルギーの組合せとして選んだものである。

第2章ではLSSのエネルギー損失の理論を簡単にまとめ、第3章において重イオンの飛程およびそのストラグリングの算出法を要約した。さらに第4章において、従来の方法を概観し、あわせて新しい方法について述べる。DPA値および重イオン照射損傷の関連パラメータの計算結果については第5章に示す。またここで従来の方法と新しい方法とを比較検討し、Kulcinskiらの方法による損傷の過大評価の程度について考察する。

## 2. 高速重イオンの物質中でのエネルギー損失

物質中での重イオンのエネルギー損失に関するLSS<sup>6-8)</sup>の方法について簡単にまとめておく。重イオン照射によるはじき出し損傷は物質中でのエネルギー損失の過程に強く依存している。このエネルギー損失には、遮蔽クーロン場での重イオンとターゲット物質の原子核との弾性衝突によるものと、核外電子の励起・電離によるものとの2つがある。前者は低エネルギー領域で支配的になってくる。LSS理論ではこれらを全く独立な過程として取り扱い、全エネルギー損失はそれぞれの過程によるものの和として与えられる。

イオンのエネルギーをEとしたとき、核外電子の励起・電離によるエネルギー損失パラメータは次のように与えられる。

$$s_e(\epsilon) = k_{12} \epsilon^{1/2}, \quad E \leq Z_1^{4/3} M_1 \cdot 2.5 \text{ (keV)} \quad (1)$$

ここで $\epsilon$ は無次元のエネルギー変数であって、Eと次の比例関係で結ばれている。

$$E = C_{12} \epsilon \quad (2)$$

注) 損傷効率の定義については第4章参照。



$$C_{12} = \frac{Z_1 Z_2 e^2 (M_1 + M_2)}{a_{TF} M_2} \quad (3)$$

ただし  $e$  は電子の電荷であり、

$$a_{TF} = \frac{0.8853 a_0}{(Z_1^{2/3} + Z_2^{2/3})^{1/2}} \quad (4)$$

は Thomas-Fermi の遮蔽半径で、 $a_0$  はボーア半径 ( $a_0 = 0.529 \text{ \AA}$ ) である。また  $Z_1, Z_2$  はそれぞれ入射イオンおよび物質原子の原子番号であり、 $M_1, M_2$  はそれぞれの質量 (amu) である。また(1)式における定数  $k_{12}$  は入射イオンと物質原子との組合せによって決まり、

$$k_{12} = \xi_e \frac{0.0793 Z_1^{1/2} Z_2^{1/2} (M_1 + M_2)^{3/2}}{(Z_1^{2/3} + Z_2^{2/3})^{3/4} M_1^{3/2} M_2^{1/2}}, \quad \xi_e \approx Z_1^{1/6} \quad (5)$$

で与えられる。

一方、重イオンの飛程に関する長さの変数  $R$  も比例定数  $C_1$  を介して次のような無次元の長さの変数  $\rho$  に変換される。

$$R = C_1 \rho \quad (6)$$

$$C_1 = \frac{(M_1 + M_2)^2}{4 \pi a_{TF}^2 N M_1 M_2} \quad (7)$$

ただし  $N$  はターゲット物質の原子数密度 ( $\text{atoms} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) である。したがって通常の単位 (たとえば  $\text{keV}/\mu\text{m}$ ) で表現されたイオンのエネルギー損失率 ( $dE/dR$ ) は無次元のエネルギー損失率 ( $d\varepsilon/d\rho$ ) と次の関係にある。

$$\left( \frac{dE}{dR} \right) = C_3 \left( \frac{d\varepsilon}{d\rho} \right), \quad C_3 = \frac{C_{12}}{C_1} \quad (8)$$

これより  $s_e(\varepsilon)$  に対応するエネルギー損失率  $S_e(E)$  は通常の単位で

$$S_e(E) = C_3 s_e(\varepsilon) \quad (9)$$

となる。

次に遮蔽クーロン場での重イオンの弾性的なエネルギー損失に関する同様の取り扱いについてまとめておく。この場合は添字  $n$  を使って、通常の単位で表わしたエネルギー損失率  $S_n(E) \equiv (dE/dR)_n$  は

$$S_n(E) = N \int_0^{T_{\max}} T d\sigma_n(T) \quad (10)$$

で定義される。ただし  $T$  は入射イオンとの衝突によって格子原子が受けとる反跳エネルギーであり、 $T_{\max}$  は  $T$  の最大値である。すなわち

$$T_{\max} = \gamma E \quad (11)$$

$$\gamma = \frac{4 M_1 M_2}{(M_1 + M_2)^2}$$

である。一方 (10) 式における  $d\sigma_n(T)$  は遮蔽クーロン場での入射イオンと格子原子との間の衝突の微分断面積であって、

$$d\sigma_n(T) = \pi a_{TF}^2 \frac{dt}{2t^{3/2}} f_n(t^{1/2}) \quad (12)$$

で与えられる。(12) 式における変数  $t$  は

$$t = \frac{\epsilon^2 T}{T_{\max}} \quad (13)$$

の関係で  $T$  と結ばれた無次元量である。また  $f_n(t^{1/2})$  は重イオンと格子原子との間の遮蔽クーロン・ポテンシャルに依存する関数であって、Lindhard らによって数値解析的な計算がなされている<sup>10)</sup> または  $f_n(t^{1/2})$  を簡潔に表現するための関数近似が Winterbon らによって提案されている<sup>12)</sup> それによると、

$$f_n(t^{1/2}) = \lambda' t^{1/6} \{ 1 + (2\lambda' t^{2/3})^{2/3} \}^{-3/2}, \quad \lambda' = 1.309 \quad (14)$$

(10)~(13) 式を用いて、 $S_n(E)$  に対応する無次元のエネルギー損失率  $s_n(\epsilon)$  は

$$s_n(\epsilon) = \frac{1}{\epsilon} \int_0^\epsilon f_n(t^{1/2}) dt^{1/2} \quad (15)$$

となり、また当然  $S_n(E) = C_3 s_n(\epsilon)$  である。こうして全エネルギー損失率  $S(E)$  およびそれに対応した無次元量  $s(\epsilon)$  は

$$S(E) = S_n(E) + S_e(E) \quad (16)$$

$$s(\epsilon) = s_e(\epsilon) + s_n(\epsilon) \quad (17)$$

で与えられることになる。これらのエネルギー損失率が格子原子のはじき出し損傷とどう関係づけられるかは第 4 章において示される。

## 3. 高速重イオンの飛程およびそのストラグリング

飛程およびそのストラグリングに関する L S S の確率論的な取り扱いについて要約しておく。まず入射イオンの軌跡に沿って測った全飛程に関しては、無次元の量として

$$\rho(\epsilon) = \int_0^\epsilon \frac{d\epsilon'}{s(\epsilon')} \quad (18)$$

で計算できる。通常の単位(たとえば  $\mu\text{m}$ )をもった全飛程  $R(E)$  に変換するには

$$R(E) = C_1 \rho(E/C_2) \quad (19)$$

とすればよい。次に全飛程  $R(E)$  の入射方向への投影値 (projected range) の平均値  $\langle R_p(E) \rangle$  は

$$\langle R_p(E) \rangle = \int_0^E \frac{dE'}{\beta_1(E')} \exp \left[ - \int_E^{E'} \frac{\alpha_1(E'')}{\beta_1(E'')} dE'' \right] \quad (20)$$

ただし

$$\alpha_1(E) = \frac{\mu S_n(E)}{2E}, \quad \mu = \frac{M_2}{M_1} \quad (21)$$

$$\beta_1(E) = S(E) - N \frac{\mu \Omega^2_n(E)}{2E} \quad (22)$$

である。ここにおける  $\Omega^2_n(E)$  は

$$\Omega^2_n(E) = \int_0^{T_{\text{max}}} T^2 d\sigma_n(T) \quad (23)$$

で定義される量である。

さて物質中でのイオンのエネルギー損失は確率的な過程であり、したがってイオンが物質中で静止する位置もある平均値  $\langle R_p(E) \rangle$  のまわりに分布している。この分布はガウス分布であって、重イオンの入射方向に沿ってターゲット表面から測った直線距離  $x$  に対して次のような規格化された形で示される<sup>13)</sup>

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \Delta R_p(E)} \exp \left[ - \frac{(x - \langle R_p(E) \rangle)^2}{2 \{ \Delta R_p(E) \}^2} \right] \quad (24)$$

ここで  $\Delta R_p(E)$  は飛程のストラグリングと称する量であって、飛程の統計的なゆらぎの程度を示すパラメータである。このストラグリングは通常、飛程の標準偏差として次のように定義される。

$$\Delta R_p(E) = \sqrt{\langle R_p^2(E) \rangle - \langle R_p(E) \rangle^2} \quad (25)$$

(25) 式における  $\langle R_p(E) \rangle$  は (20) 式で与えられたものであり、また  $\langle R_p^2(E) \rangle$  は

$$\langle R_p^2(E) \rangle = \frac{2}{3} \left[ \langle R_r^2(E) \rangle + \langle R_c^2(E) \rangle \right] \quad (26)$$

である。ただし

$$\langle R_r^2(E) \rangle = \int_0^E \frac{2 \langle R_p(E') \rangle dE'}{\beta_2(E')} \exp \left[ \int_E^{E'} \frac{\frac{3}{2} \alpha_2(E'') dE''}{\beta_2(E'')} \right] \quad (27)$$

$$\langle R_c^2(E) \rangle = \int_0^E \frac{2 \langle R_p(E') \rangle}{S(E')} dE' \quad (28)$$

(27) および (28) 式における 2 つの関数  $\alpha_2(E)$ ,  $\beta_2(E)$  は

$$\alpha_2(E) = \frac{\mu S_n(E)}{E} \quad (29)$$

$$\beta_2(E) = S(E) - N \frac{3 \mu \Omega_n^2(E)}{2E} \quad (30)$$

で与えられる。

#### 4. 高速重イオンによる格子原子のはじき出し損傷

重イオン照射実験、とりわけ照射損傷に関する実験では、入射イオンが物質中を走る際に原子を格子点からはじき出して 1 次ノック・オン原子 (primary knock-on atom, 以下略して PKA) を作り出してゆく過程が特に重要である。PKA はさらに 2 次ノック・オン原子を作り出し、はじき出しのカスケードを作ってゆく (Fig. 1)。この PKA を作り出すためのエネルギーは遮蔽クーロン・ポテンシャルを介しての弾性衝突による重イオンのエネルギー損失から供給される。したがって、重イオンの物質中での全エネルギーの損失のうち、はじき出し損傷に寄与するエネルギーの割合は格子原子のはじき出し損傷の程度を評価する上で重要な因子である。この割合を損傷効率とよび、高速中性子の照射による原子炉材料のはじき出し損傷の計算の際に Piercy<sup>14)</sup> が最初に導入したものである。これを無次元のエネルギー変数との関数として  $f_{12}(\epsilon)$  と書けば、これは

$$f_{12}(\epsilon) = [1 + k_{12} \cdot g(\epsilon)]^{-1} \quad (31)$$

という形で与えられる。<sup>7)</sup> ここで  $k_{12}$  は (5) 式で定義されるパラメータである。(31) 式に現われる関数  $g(\epsilon)$  については Lindhard ら<sup>7)</sup> の数値計算の結果があるが、これをさらに使いやすくした Robinson<sup>15)</sup> の近似式は精度が高いのではじき出し損傷の計算においてはよく使わ

(25) 式における  $\langle R_p(E) \rangle$  は (20) 式で与えられたものであり、また  $\langle R_p^2(E) \rangle$  は

$$\langle R_p^2(E) \rangle = \frac{2}{3} \left[ \langle R_r^2(E) \rangle + \langle R_c^2(E) \rangle \right] \quad (26)$$

である。ただし

$$\langle R_r^2(E) \rangle = \int_0^E \frac{2 \langle R_p(E') \rangle dE'}{\beta_2(E')} \exp \left[ \int_E^{E'} \frac{\frac{3}{2} \alpha_2(E'') dE''}{\beta_2(E'')} \right] \quad (27)$$

$$\langle R_c^2(E) \rangle = \int_0^E \frac{2 \langle R_p(E') \rangle}{S(E')} dE' \quad (28)$$

(27) および (28) 式における 2 つの関数  $\alpha_2(E)$ ,  $\beta_2(E)$  は

$$\alpha_2(E) = \frac{\mu S_n(E)}{E} \quad (29)$$

$$\beta_2(E) = S(E) - N \frac{3 \mu \Omega_n^2(E)}{2E} \quad (30)$$

で与えられる。

#### 4. 高速重イオンによる格子原子のはじき出し損傷

重イオン照射実験、とりわけ照射損傷に関する実験では、入射イオンが物質中を走る際に原子を格子点からはじき出して 1 次ノック・オン原子 (primary knock-on atom, 以下略して PKA) を作り出してゆく過程が特に重要である。PKA はさらに 2 次ノック・オン原子を作り出し、はじき出しのカスケードを作ってゆく (Fig. 1)。この PKA を作り出すためのエネルギーは遮蔽クーロン・ポテンシャルを介しての弾性衝突による重イオンのエネルギー損失から供給される。したがって、重イオンの物質中での全エネルギーの損失のうち、はじき出し損傷に寄与するエネルギーの割合は格子原子のはじき出し損傷の程度を評価する上で重要な因子である。この割合を損傷効率とよび、高速中性子の照射による原子炉材料のはじき出し損傷の計算の際に Piercy<sup>14)</sup> が最初に導入したものである。これを無次元のエネルギー変数との関数として  $f_{12}(\epsilon)$  と書けば、これは

$$f_{12}(\epsilon) = [1 + k_{12} \cdot g(\epsilon)]^{-1} \quad (31)$$

という形で与えられる。<sup>7)</sup> ここで  $k_{12}$  は (5) 式で定義されるパラメータである。(31) 式に現われる関数  $g(\epsilon)$  については Lindhard ら<sup>7)</sup> の数値計算の結果があるが、これをさらに使いやすくした Robinson<sup>15)</sup> の近似式は精度が高いのはじき出し損傷の計算においてはよく使わ

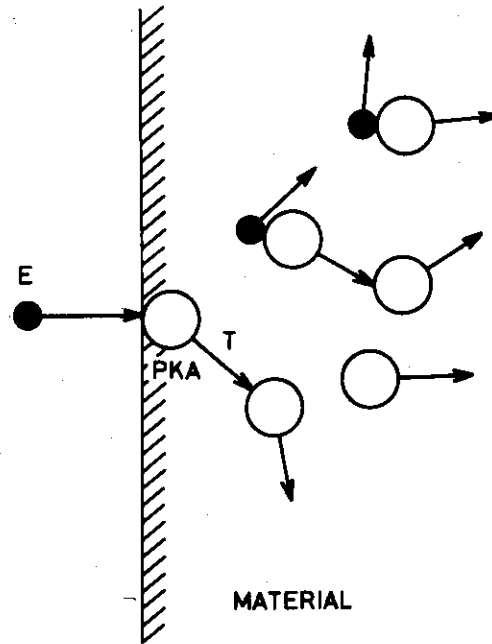


Fig. 1. エネルギーEの重イオン(黒丸)の照射による格子原子(白丸)のはじき出しカスケード。エネルギーTの反跳を受けたPKAの2次以降のノック・オンの過程では同種原子の衝突になり、またこれらの過程に対してPKAの損傷効率を考慮すべきことに注意を要する(4.3参照)。

れている。この近似式は

$$g(\epsilon) = 3.4008 \epsilon^{1/6} + 0.40244 \epsilon^{3/4} + \epsilon \quad (32)$$

で与えられる。入射エネルギーEの重イオンが物質中で静止するまでにはじき出す格子原子の総数 $\nu(E)$ は、重イオン1個当り

$$\nu(E) = \kappa \frac{f_{12}(E/C_{12}) \cdot E}{2E_d}, \quad \kappa \approx 0.8 \quad (33)$$

ここで $E_d$  ははじき出しのしきいエネルギーである。

#### 4.1 DPA値の概算法

重イオン照射が高速中性子照射損傷の模擬実験に利用できる根拠は、中性子照射によるPKAの物質中での原子衝突過程が重イオンの衝突過程と同様に取り扱うことができる点にある。高速中性子の物質中での飛程は同じエネルギーをもった荷電粒子の飛程に比べて圧倒的に大きく、したがって高速中性子による材料のはじき出し損傷の起こる領域は、荷電粒子の場合に比べて非常に広く、かつ一様である。重イオン照射によるはじき出し損傷の飛程に沿った空間的分布に関しては次節で詳しく述べるが、ここでは重イオンの飛程が十分に小さく飛程の範囲内では均一なはじき出し損傷が起こると仮定できる場合にDPA値を概算する式を与えておく。

$$N_d(E) = \frac{\nu(E) \cdot \phi}{N \langle R_p(E) \rangle}, \quad 0 \leq x \leq \langle R_p(E) \rangle \quad (34)$$

ここで $\phi$ は照射イオンのフルエンスで、たとえば  $\text{ions} \cdot \text{cm}^{-2}$  の単位で表わす。また $\nu(E)$ は(33)式で与えられる。巻末に掲げる計算結果の数表にはエネルギーの関数として $\phi = 1 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$  の場合のDPA値を(34)式で概算してNDの欄に示してある。しかしながら(34)式で計算されるDPA値は損傷の深さ分布を1つの階段関数で近似して、

$$N_d(E) = 0, \quad x > \langle R_p(E) \rangle \quad (35)$$

としてしまっていることに注意しなければならない。したがってはじき出し損傷の深さ分布を問題にするような場合にはこの式は適用できない。実際には軌跡の終点付近ではじき出しの効果が大きくなるので、ストラグリングの効果を考慮に入れたとしても、入射エネルギーが大きくなるにつれて、表面付近におけるDPA値は軌跡の終点付近のDPA値に比べてかなり小さくなる。

## 4.2 従来の方法

Kulcinskiら<sup>2)</sup>は重イオン照射によるはじき出し損傷の深さ分布の計算に当り次のような方法を使った。まず格子原子のはじき出しに寄与するエネルギー損失率 $s_n(\epsilon)$ および $S_n(E)$ に着目する。これは(15)および(10)式で与えられる。他方第3章で見たように飛程 $R_p(E)$ がエネルギー $E$ の関数として計算できる。したがって飛程(すなわち深さ)の関数としてエネルギー損失率が計算できる。物質中でのイオンの実際の軌道は入射方向に平行でないから、イオンの軌道に沿ったエネルギー損失率と飛程に沿ったエネルギー損失率とは異なったものであることに注意しなければならない。しかしながら、数学的には次のような方法で前者から後者を算出することができる。

$$S_{pn}(E) \equiv \left( \frac{dE}{dR_p} \right)_n = \left( \frac{dE}{dR} \right)_n \cdot \frac{dR(E)}{dR_p(E)} = S_n(E) \frac{dR(E)}{dR_p(E)} \quad (36)$$

すなわち $S_n(E)$ に対して $dR(E)/dR_p(E)$ なる因子を乗じてやればよい。したがってある同一のエネルギー $E$ における全飛程 $R(E)$ と飛程 $R_p(E)$ がわかっているならば、 $E$ を消去することによって $R$ を $R_p$ の関数として表わすことができるから、 $R$ の $R_p$ による一次微分 $dR/dR_p$ を計算することができる。エネルギー $E$ の関数として飛程 $R_p(E)$ が与えられているから、深さの関数としてこの微分係数が与えられることになり、結局深さ $x$ の関数として核衝突による弾性的なエネルギー損失率 $S_{pn}$ が計算できる。これを改めて $S_{pn}(x)$ と書くことにする。(36)式における飛程 $R_p(E)$ のストラグリングによる現実の $S_{pn}(x)$ の変形の効果を補正するには、(24)式と $S_{pn}(x)$ とから

$$\langle S_{pn}(x) \rangle \simeq \int_0^{\infty} f(R_p) S_{pn}(R_p - x) dR_p \quad (37)$$

とすればよい。こうして深さ  $x$  におけるはじき出し損傷の量の評価を行うにあたっては、これを DPA 値で表わすことにすると、

$$N_d(x) = \kappa \frac{\langle S_{pn}(x) \rangle}{2 E_d} \cdot \frac{\phi}{N}, \quad \kappa \simeq 0.8 \quad (38)$$

となる。

### 4.3 新しい方法

前節で述べたように、Kuleinski ら<sup>2)</sup>の従来の方法においては、損傷エネルギーの評価に際して(10)式で定義されるエネルギー損失率  $S_n(E)$  から出発する限り、重イオンによって生み出された PKA の損傷効率を常に 1 としていることになり、はじき出し損傷の程度を過大評価することになる。この点を補正し、1 次ノック・オン以降の衝突カスケードに対しても電子励起による PKA のエネルギー損失を考慮するためには、 $S_n(E)$  の代わりに

$$S_{Dn}(E) = N \int_{E_d}^{T_{max}} T f_{22}(T/C_{22}) d\sigma_n(T) \quad (39)$$

で定義される新たなエネルギー損失率を使わなければならない。(39)式における  $f_{22}(T/C_{22})$  はエネルギー  $T$  の PKA が格子原子と衝突した場合の損傷効率で、この場合には同種粒子間の衝突となるので、添字も 22 を用いた。すなわち

$$f_{22}(T/C_{22}) = [1 + k_{22} \cdot g(T/C_{22})]^{-1} \quad (40)$$

$$C_{22} = 3.195 \cdot \frac{Z_2^{7/3} e^2}{a_0} \quad (41)$$

$$k_{22} = 0.1337 \cdot Z_2^{2/3} / M_2^{1/2} \quad (42)$$

である。また(40)式における関数  $g(T/C_{22})$  は(32)式で与えられる  $g(\epsilon)$  において  $\epsilon = T/C_{22}$  とおいたものである。 $S_{Dn}(E)$  に対応する無次元量  $s_{Dn}(\epsilon)$  は

$$s_{Dn}(\epsilon) = \frac{1}{\epsilon} \int_{\epsilon_d}^{\epsilon} f_{22} \left( \frac{C_{12}}{C_{22}} \cdot \frac{r t}{\epsilon} \right) f_n(t^{1/2}) dt^{1/2} \quad (43)$$

となる ( $\epsilon_d = E_d/C_{12}$ )。関数  $f_n(t^{1/2})$  は(14)式で与えられる。数値計算上では実質的には  $\epsilon_d = 0$  としても一般性を失わない。以下は従来の方法と同様にして、(36)式に対応したエネルギー損失率  $S_{Dpn}(E)$  として

$$S_{Dpn}(E) \equiv S_{Dn}(E) \cdot \frac{dR(E)}{dR_p(E)} \quad (44)$$



を定義し、(37)式に対応するストラグリングの効果を考慮したエネルギー損失率は、深さ  $x$  の関数として

$$\langle S_{Dpn}(x) \rangle \simeq \int_0^{\infty} f(R_p) S_{Dpn}(R_p - x) dR_p \quad (45)$$

となる。こうして深さ  $x$  におけるDPA値は

$$N_d(x) = \kappa \frac{\langle S_{Dpn}(x) \rangle}{2 E_d} \cdot \frac{\Phi}{N}, \quad \kappa \simeq 0.8 \quad (46)$$

で与えられる。

## 5. 計算結果および検討

新しい方法による重イオン照射損傷の計算結果を Fig. 2 ~ 5 に示す。これらの曲線は深さの関数として、 $\Phi = 1 \times 10^{16}$  ions  $\cdot$  cm $^{-2}$  のフルエンスの重イオン照射量の場合について深さの関数としてDPA値をプロットしたものである。ターゲット物質と重イオンとの組合せおよび重イオンの入射エネルギーについては各図の右上に示してある。注意しなければならないことは、各図のたて軸および横軸の目盛が必ずしも同じになっていないことである。しかし同一のイオン種では横軸(深さ)の目盛はターゲット物質が代わっても同一にしてある。またこれらのDPA値の計算のために用いた関連パラメータ(飛程、そのストラグリング、損傷効率およびエネルギー損失率など)の計算結果については、巻末に数表の形で示した。この表には(34)および(35)式を用いて算出したDPAの概算値も同時に示してある。これらはすべて重イオンのエネルギーの関数として20 keV ~ 2 MeV の範囲について表わしたものである。

ここでFeターゲットに2 MeV  $^{58}\text{Ni}$  イオンを照射した場合を例にとって、従来の方法によるDPAの計算値と新しい方法によるそれとを比較してみよう。Fig. 6 に遮蔽クーロン場での核衝突によるイオンの弾性的なエネルギー損失率  $S_{pn}(x)$  および  $\langle S_{pn}(x) \rangle$  に関する従来の方法による計算値と、はじき出し損傷に実際に有効なエネルギー損失率  $S_{Dpn}(x)$  および  $\langle S_{Dpn}(x) \rangle$  についての新しい方法による計算値とを示した。すでに第4章で示したように、損傷効率を正しく考慮すれば従来の方法によるこれらの値は、実際にはじき出し損傷に有効なエネルギー損失率という観点からみるとかなりの過大評価となっている。(38) および(46)式から明らかなように、はじき出し損傷の量(DPA値)はこれらのエネルギー損失率に比例しているから、結局DPA値も過大評価されることになる。当然、このような評価の差は、中性子照射損傷の模擬実験という立場から考えれば、対応する中性子のフルエンスの評価に直接影響をおよぼす。Fig. 7 はこれらの評価の差をみるために、これらのエネルギー損失率の比  $S_{Dpn}/S_{pn}$  および  $\langle S_{Dpn} \rangle / \langle S_{pn} \rangle$  の値を深さの関数として表わした曲線である。 $r \equiv \langle S_{Dpn} \rangle / \langle S_{pn} \rangle$  は飛程のストラグリングの効果を考慮に入れた場合のエネルギー損失率の比を示しているから、実際のはじき出し損傷に関する従来の方法による計算値の

を定義し、(37)式に対応するストラグリングの効果を考慮したエネルギー損失率は、深さ  $x$  の関数として

$$\langle S_{Dpn}(x) \rangle \approx \int_0^{\infty} f(R_p) S_{Dpn}(R_p - x) dR_p \quad (45)$$

となる。こうして深さ  $x$  におけるDPA値は

$$N_d(x) = \kappa \frac{\langle S_{Dpn}(x) \rangle}{2E_d} \cdot \frac{\Phi}{N}, \quad \kappa \approx 0.8 \quad (46)$$

で与えられる。

## 5. 計算結果および検討

新しい方法による重イオン照射損傷の計算結果を Fig. 2 ~ 5 に示す。これらの曲線は深さの関数として、 $\Phi = 1 \times 10^{16}$  ions  $\cdot$  cm $^{-2}$  のフルエンスの重イオン照射量の場合について深さの関数としてDPA値をプロットしたものである。ターゲット物質と重イオンとの組合せおよび重イオンの入射エネルギーについては各図の右上に示してある。注意しなければならないことは、各図のたて軸および横軸の目盛が必ずしも同じになっていないことである。しかし同一のイオン種では横軸(深さ)の目盛はターゲット物質が代わっても同一にしてある。またこれらのDPA値の計算のために用いた関連パラメータ(飛程、そのストラグリング、損傷効率およびエネルギー損失率など)の計算結果については、巻末に数表の形で示した。この表には(34)および(35)式を用いて算出したDPAの概算値も同時に示してある。これらはすべて重イオンのエネルギーの関数として20 keV ~ 2 MeV の範囲について表わしたものである。

ここでFeターゲットに2 MeV  $^{58}\text{Ni}$  イオンを照射した場合を例にとって、従来の方法によるDPAの計算値と新しい方法によるそれとを比較してみよう。Fig. 6 に遮蔽クーロン場での核衝突によるイオンの弾性的なエネルギー損失率  $S_{pn}(x)$  および  $\langle S_{pn}(x) \rangle$  に関する従来の方法による計算値と、はじき出し損傷に実際に有効なエネルギー損失率  $S_{Dpn}(x)$  および  $\langle S_{Dpn}(x) \rangle$  についての新しい方法による計算値とを示した。すでに第4章で示したように、損傷効率を正しく考慮すれば従来の方法によるこれらの値は、実際にはじき出し損傷に有効なエネルギー損失率という観点からみるとかなりの過大評価となっている。(38) および(46)式から明らかなように、はじき出し損傷の量(DPA値)はこれらのエネルギー損失率に比例しているから、結局DPA値も過大評価されることになる。当然、このような評価の差は、中性子照射損傷の模擬実験という立場から考えれば、対応する中性子のフルエンスの評価に直接影響をおよぼす。Fig. 7 はこれらの評価の差をみるために、これらのエネルギー損失率の比  $S_{Dpn}/S_{pn}$  および  $\langle S_{Dpn} \rangle / \langle S_{pn} \rangle$  の値を深さの関数として表わした曲線である。 $r \equiv \langle S_{Dpn} \rangle / \langle S_{pn} \rangle$  は飛程のストラグリングの効果を含めた場合のエネルギー損失率の比を示しているから、実際のはじき出し損傷に関する従来の方法による計算値の

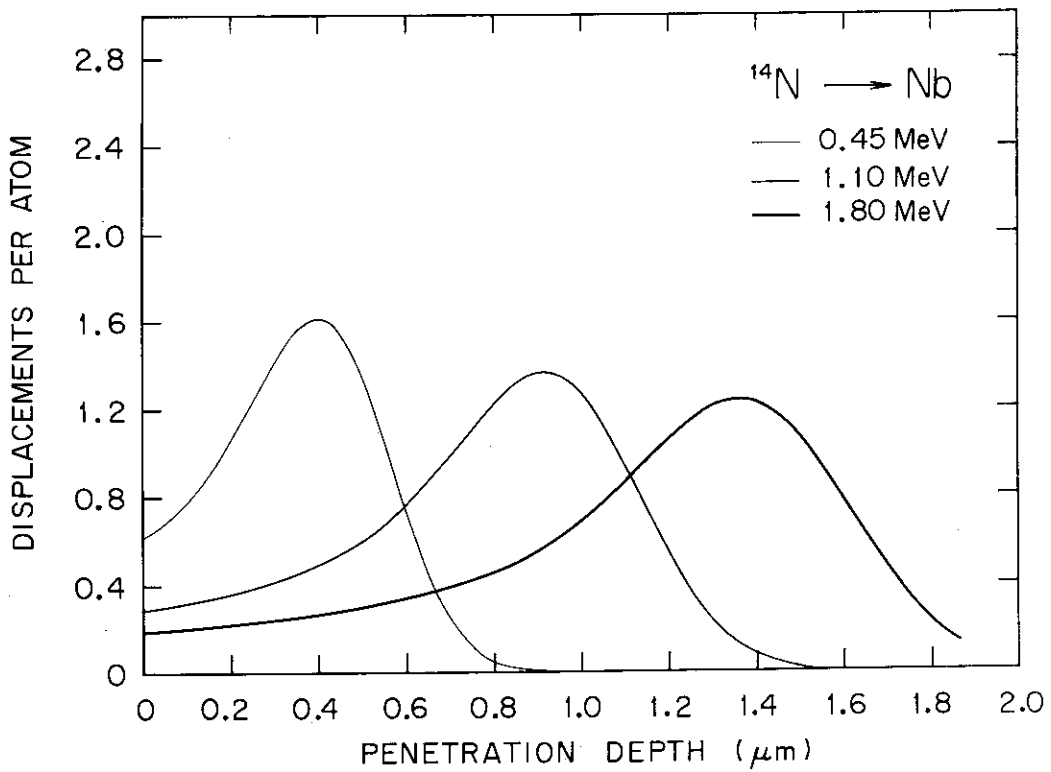
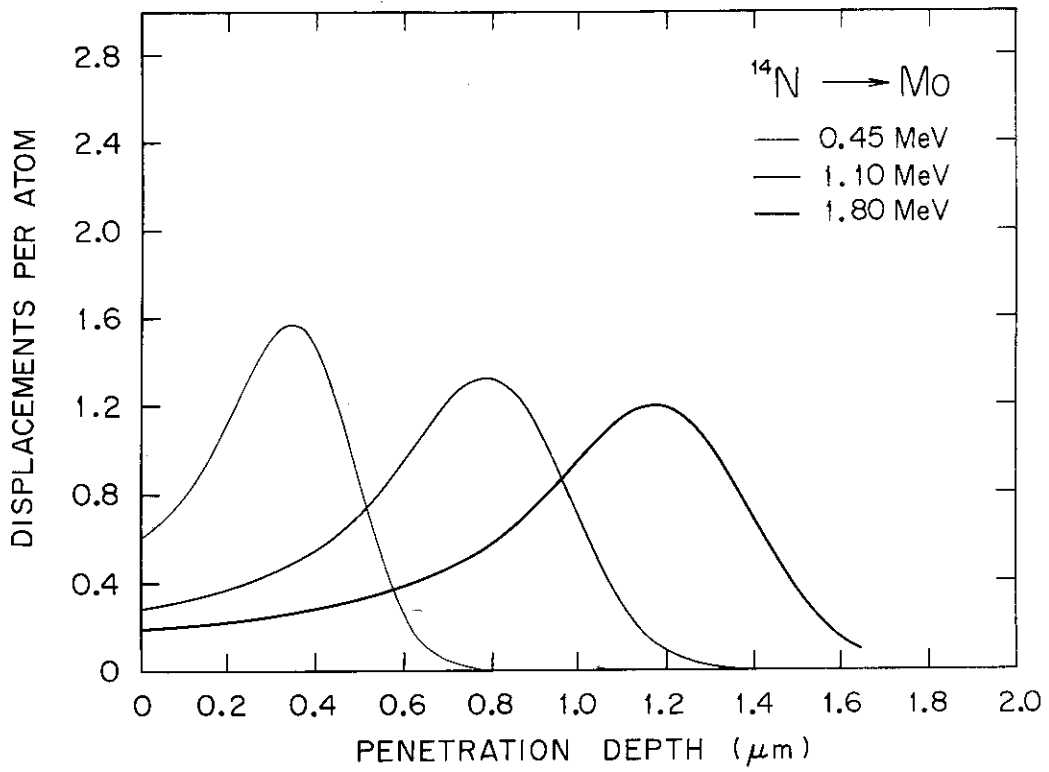


Fig. 2.  $^{14}\text{N}$  イオン照射による DPA 値の深さ分布。照射イオンのフルエンス  $\Phi = 1 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

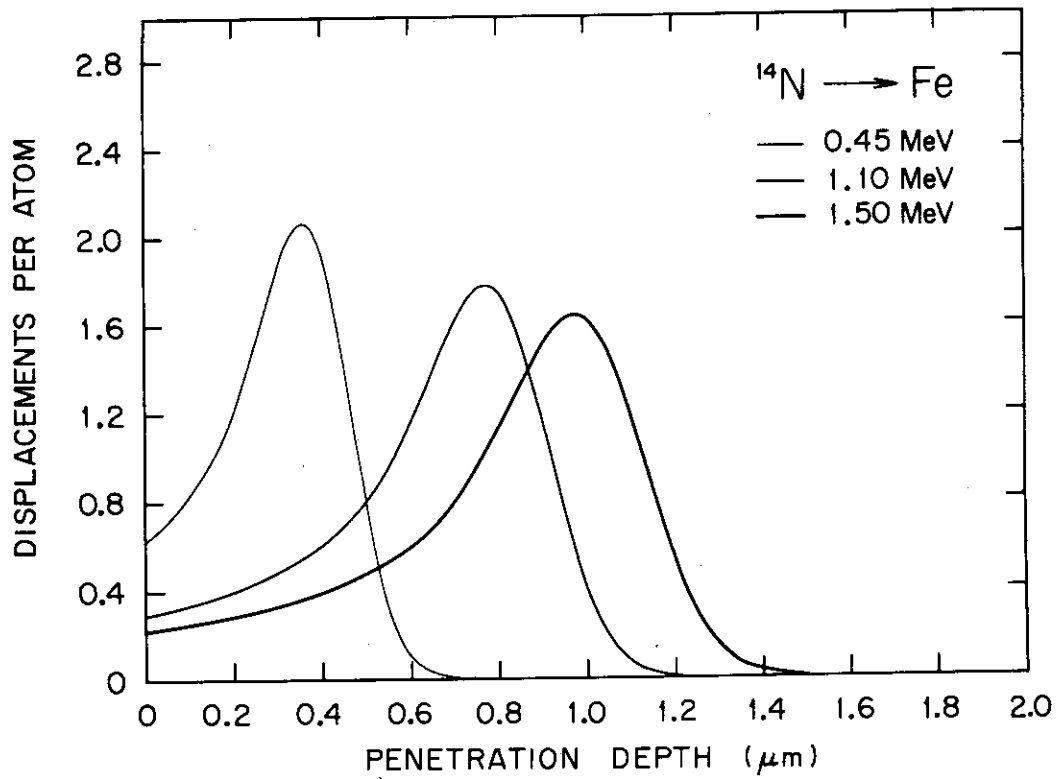
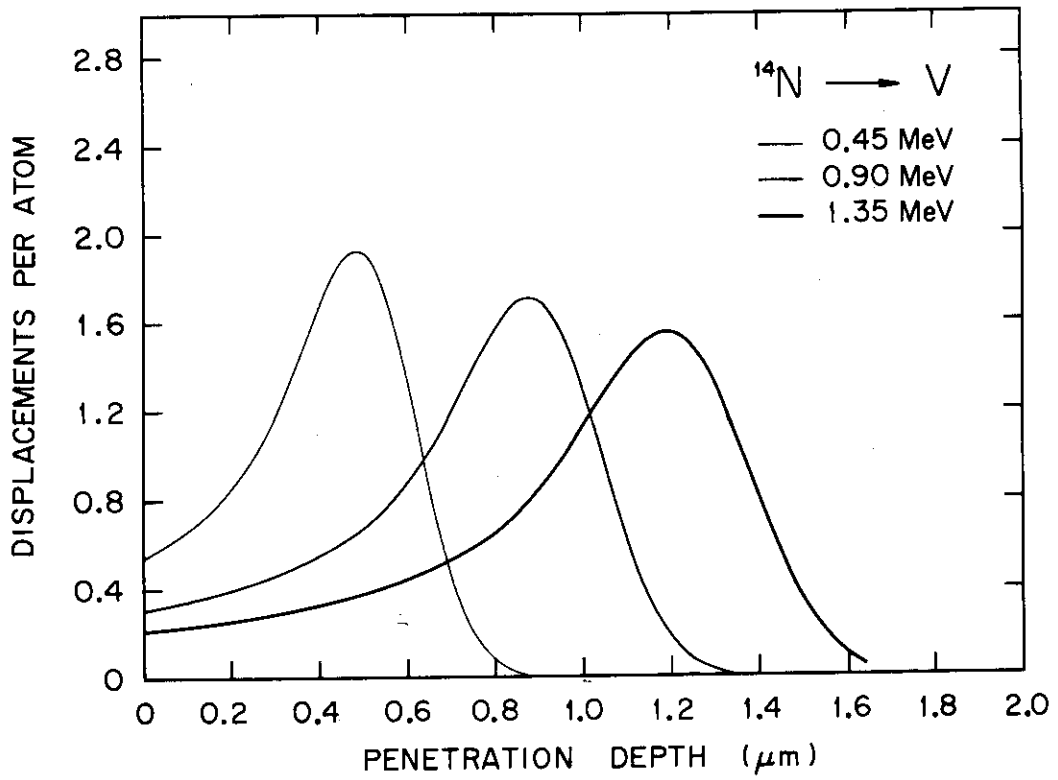


Fig. 2.  $^{14}\text{N}$  イオン照射による DPA 値の深さ分布。照射イオンのフルエンス  $\Phi = 1 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

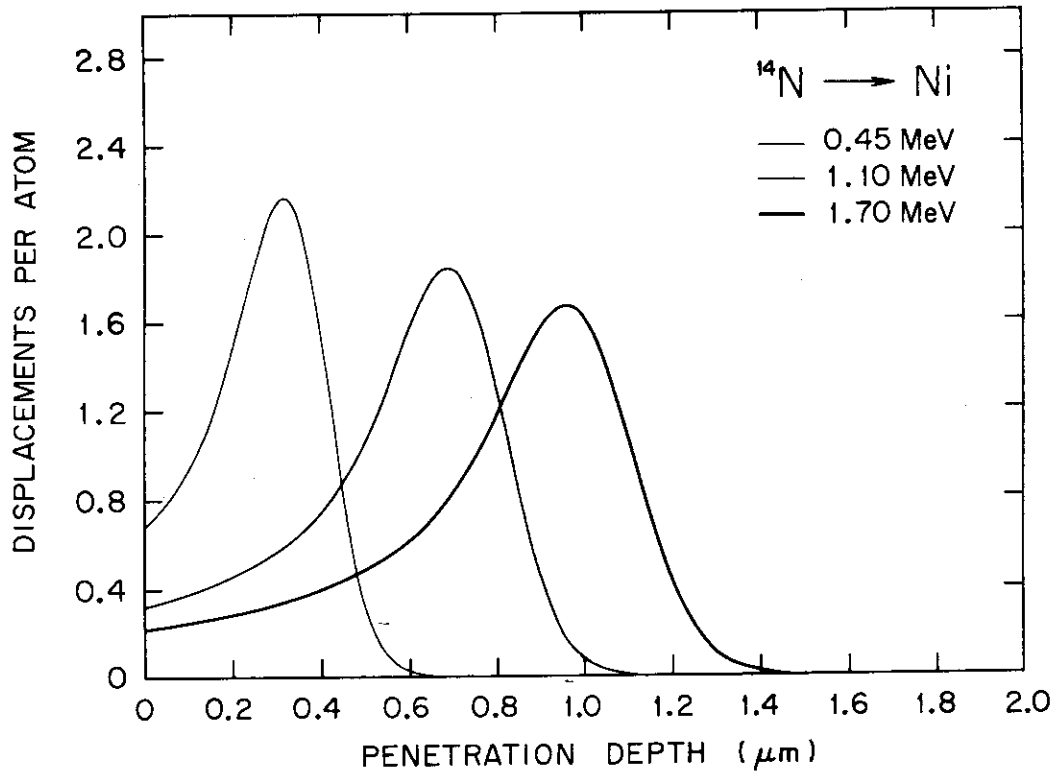


Fig. 2.  $^{14}\text{N}$  イオン照射による DPA 値の深さ分布。照射イオンのフルエンス  $\Phi = 1 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

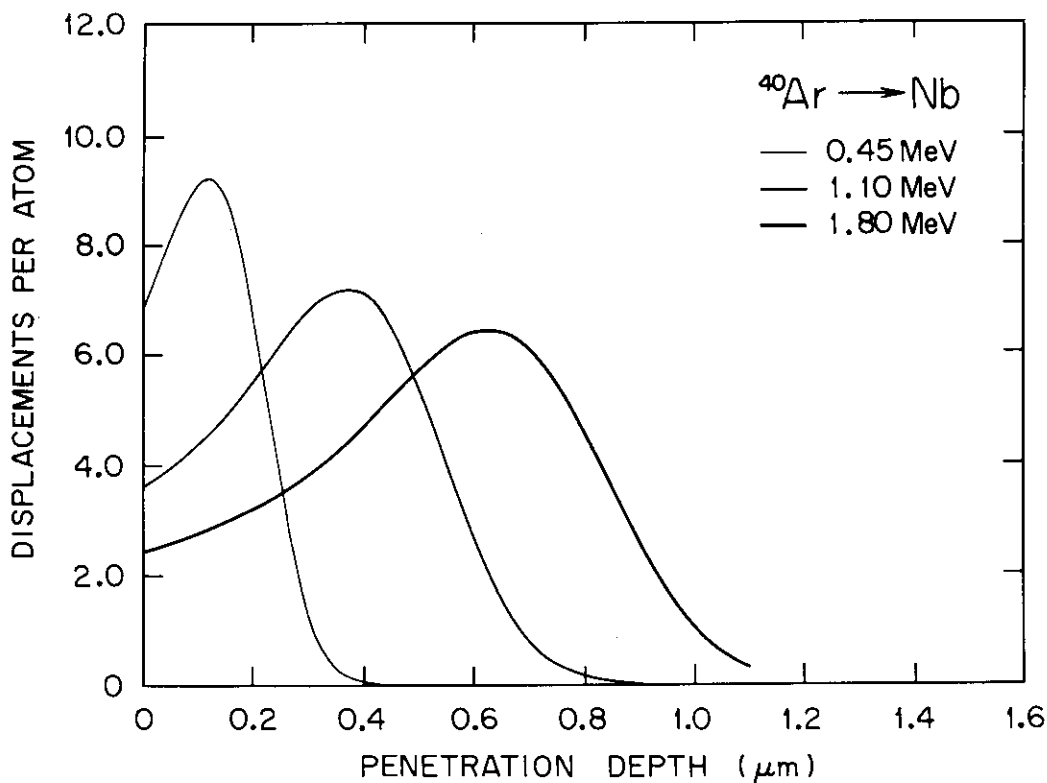
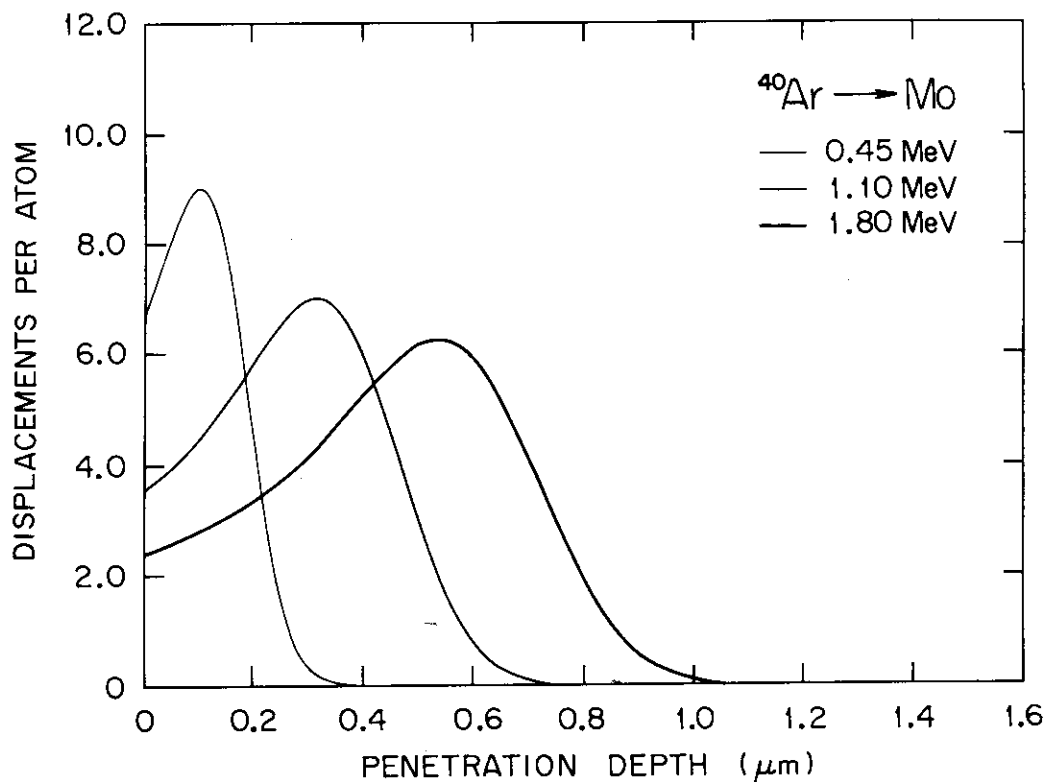


Fig. 3.  $^{40}\text{Ar}$ イオン照射によるDPA値の深さ分布。照射イオンのフルエンス  $\Phi = 1 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

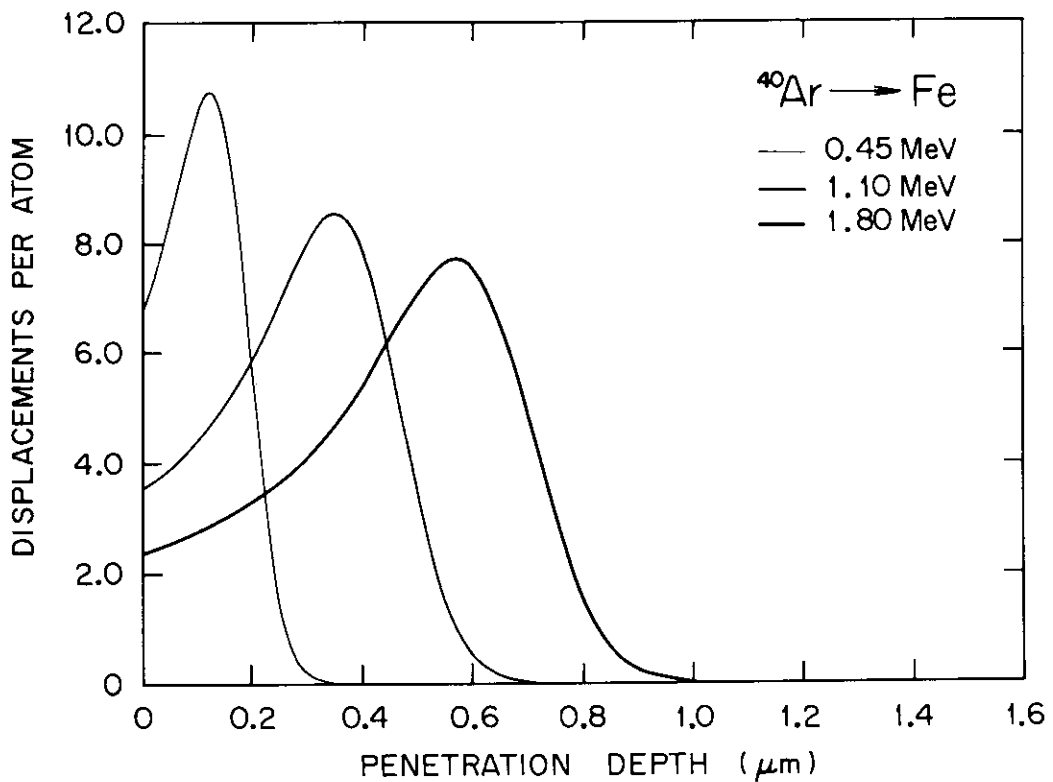
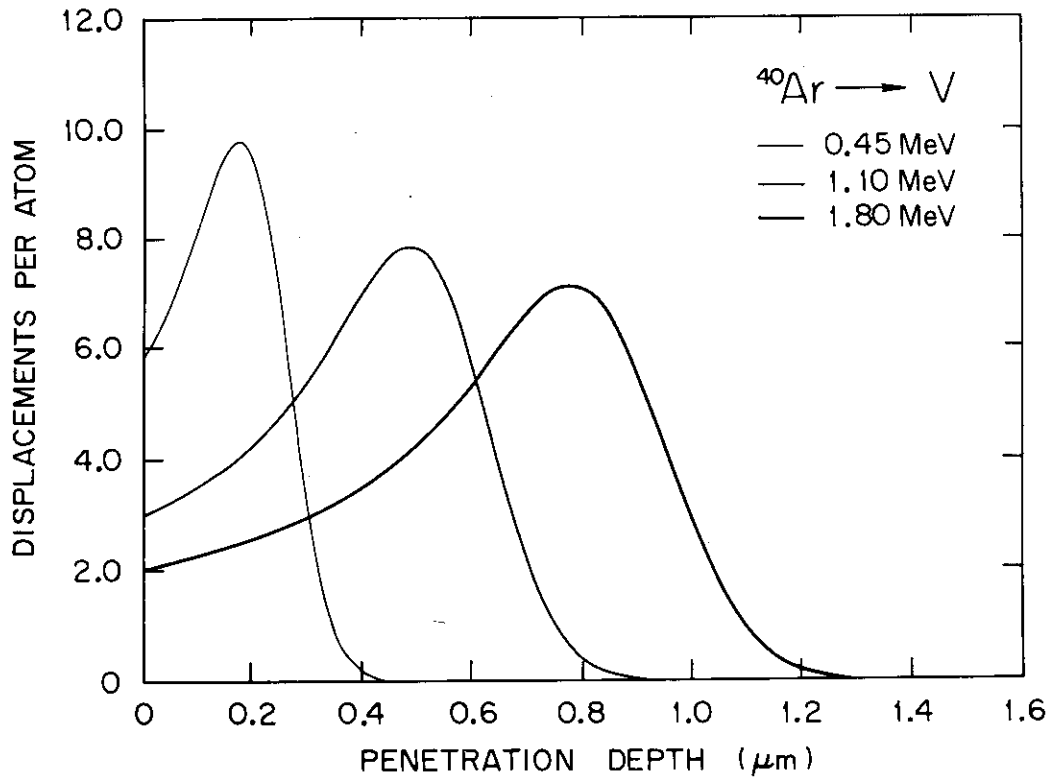


Fig. 3.  $^{40}\text{Ar}$ イオン照射によるDPA値の深さ分布。照射イオンのフルエンス  $\Phi = 1 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

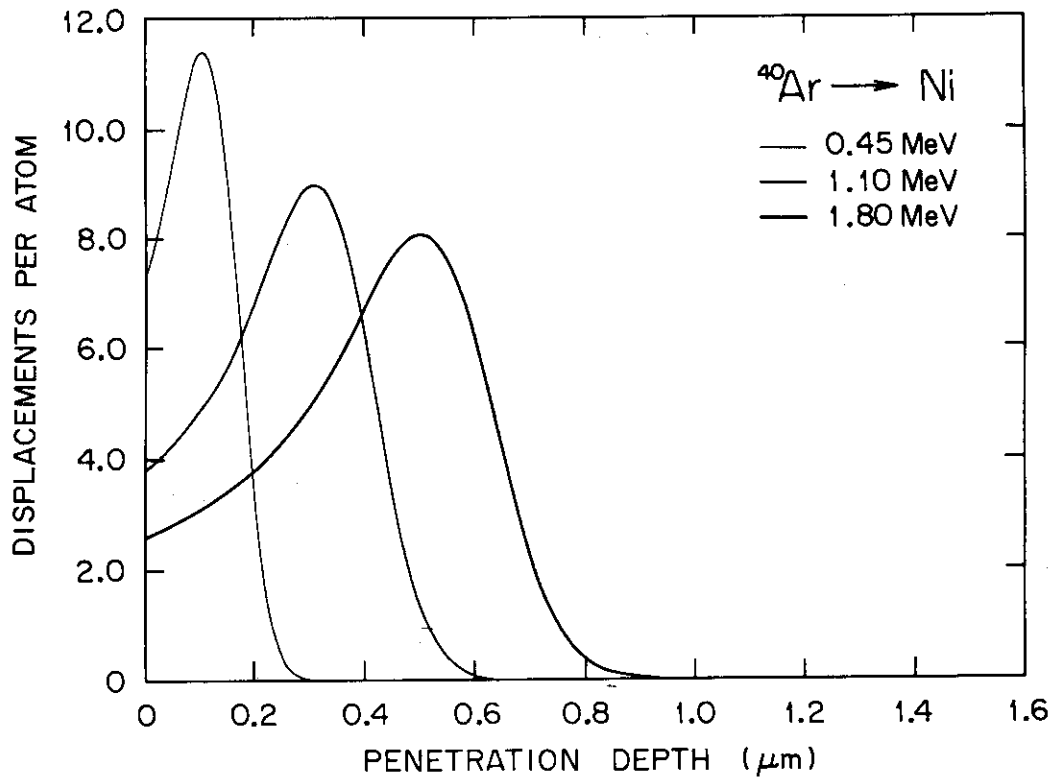


Fig. 3.  $^{40}\text{Ar}$ イオン照射によるDPA値の深さ分布。照射イオンのフルエンス  $\Phi = 1 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。



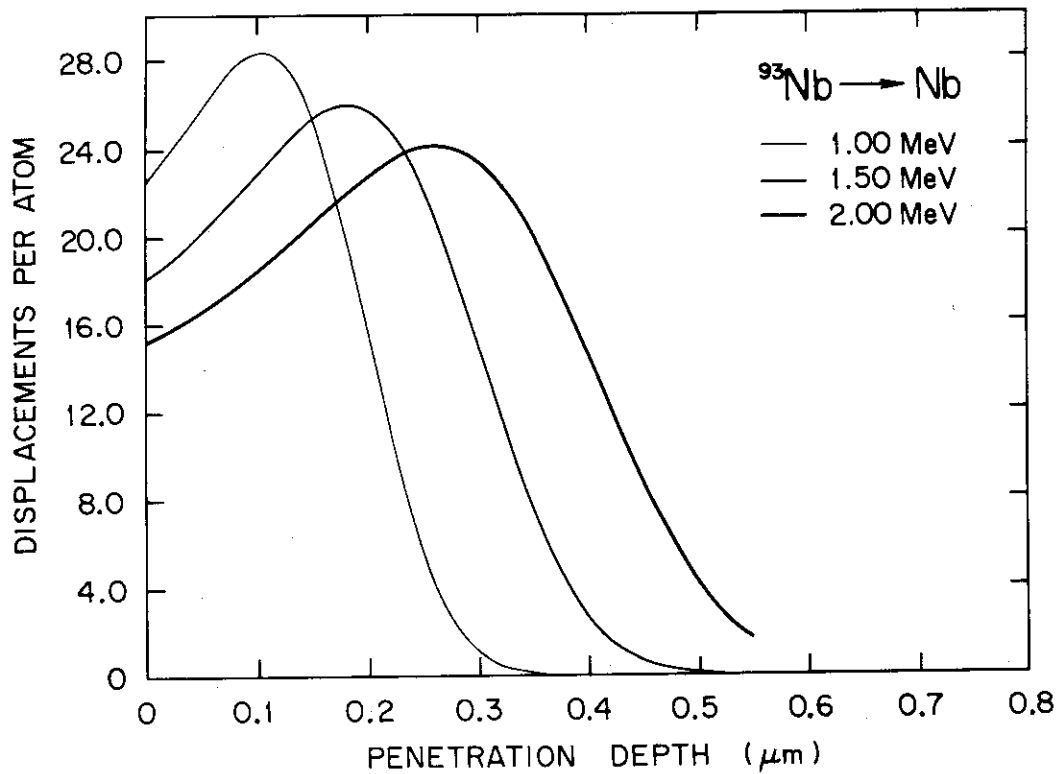
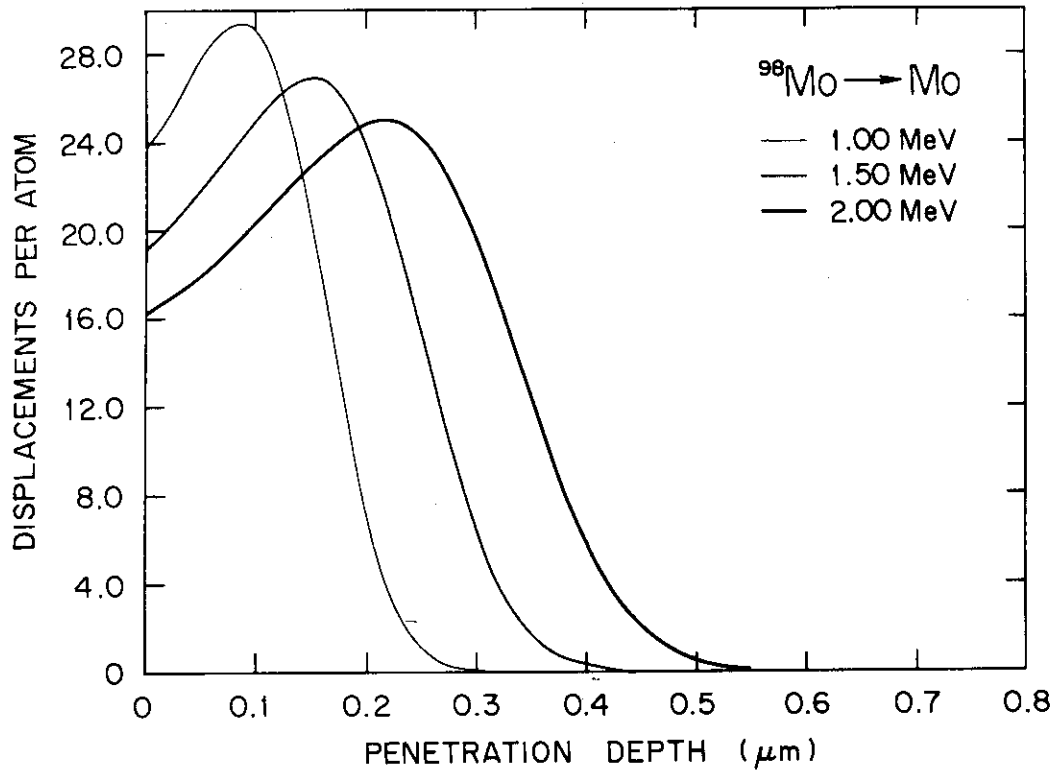


Fig. 4. ターゲット物質と同種のイオン ( self-ion ) の照射による DPA 値の深さ分布。照射イオンのフルエンス  $\Phi = 1 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

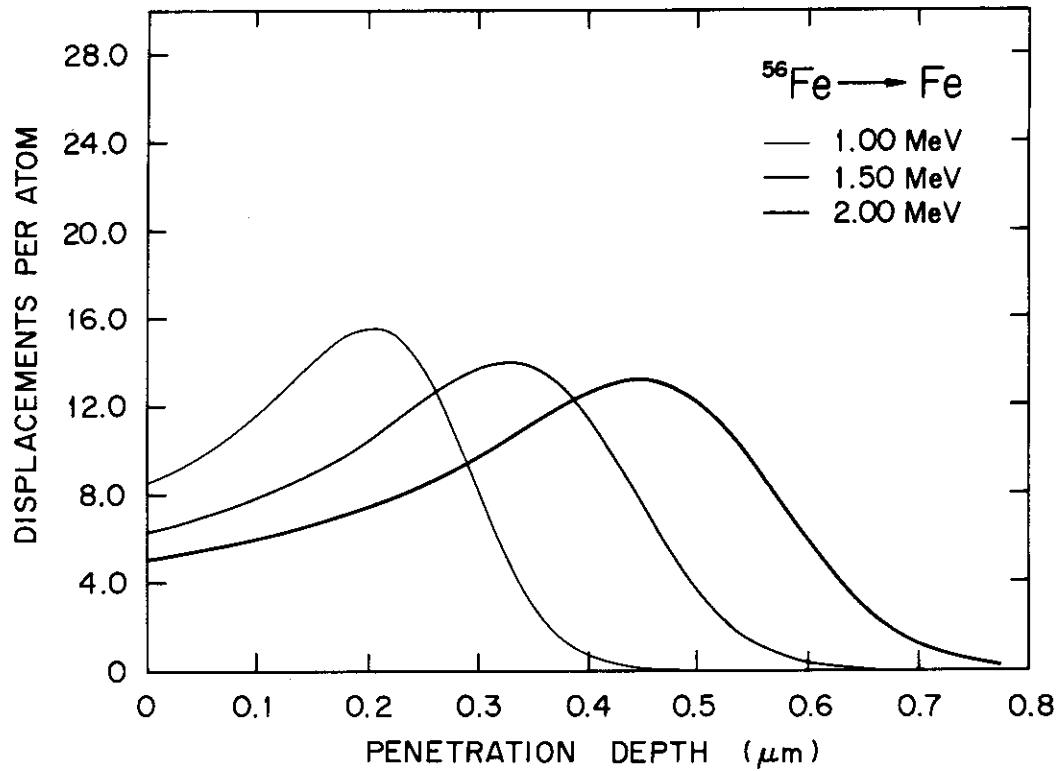
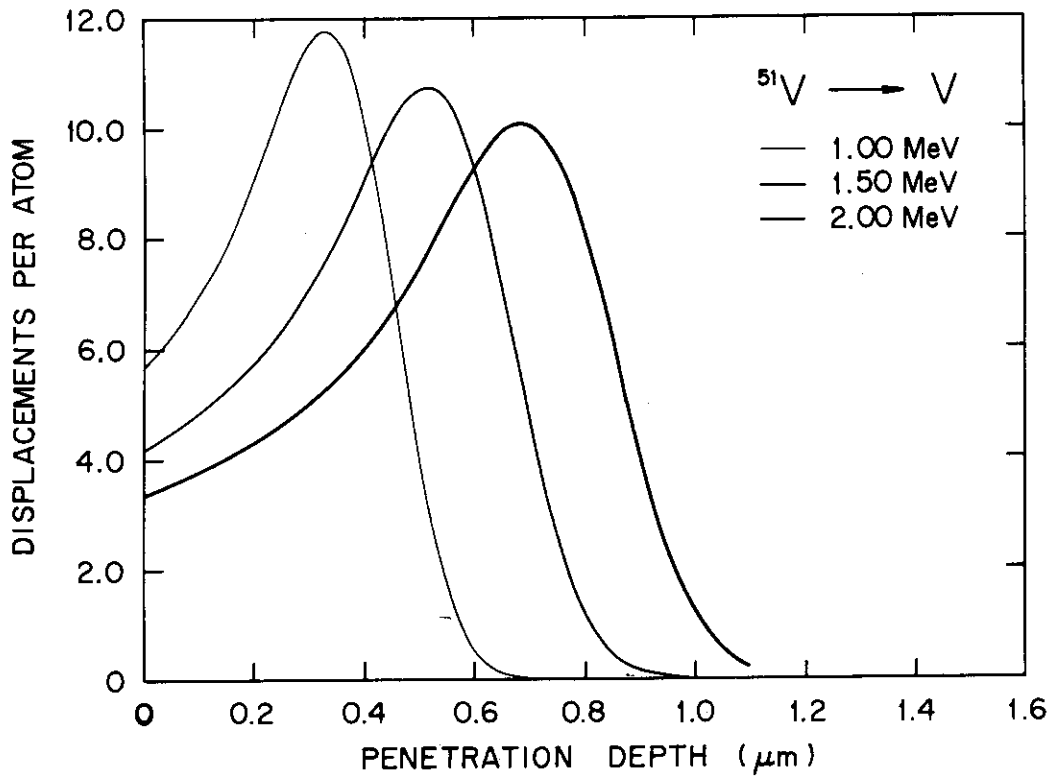


Fig. 4. ターゲット物質と同種のイオン (self-ion) の照射による DPA 値の深さ分布。照射イオンのフルエンス  $\Phi = 1 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

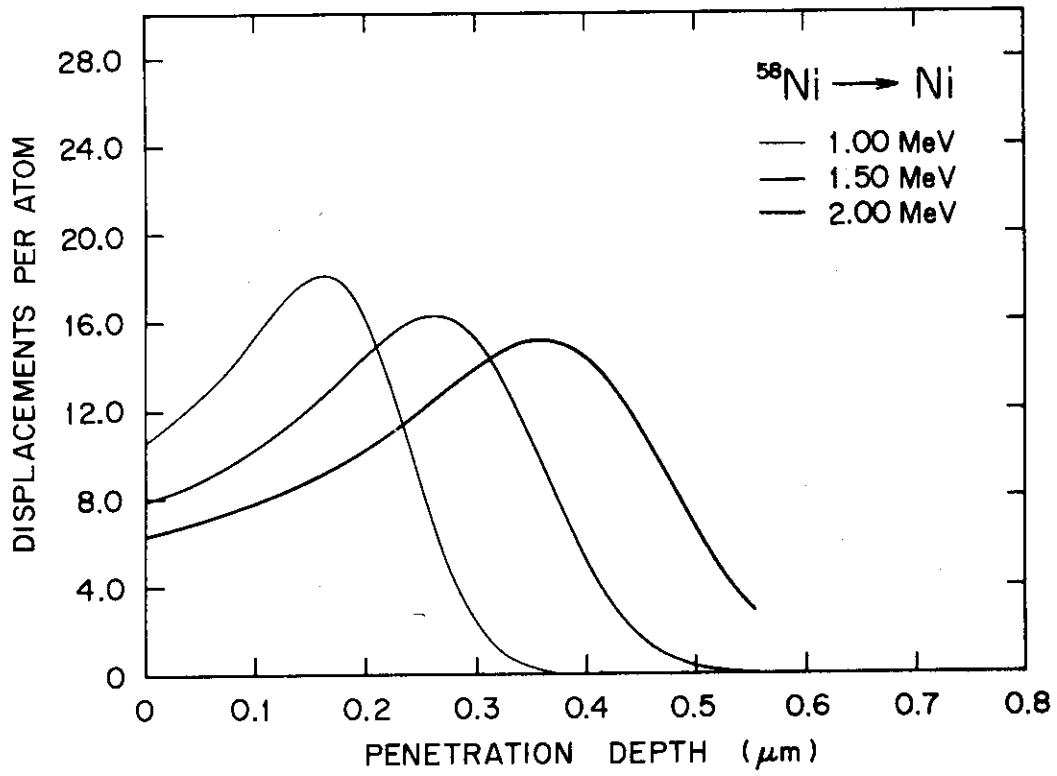


Fig. 4. ターゲット物質と同種のイオン ( self-ion ) の照射による DPA 値の深さ分布。照射イオンのフルエンス  $\Phi = 1 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

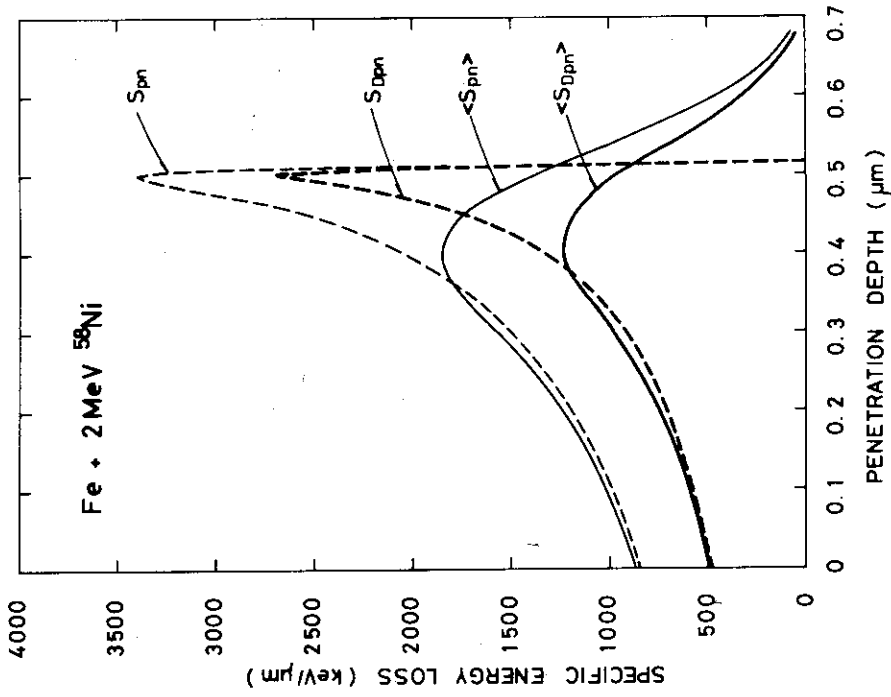


Fig. 6. 2 MeV  $^{58}\text{Ni}$  イオンで Fe ターゲットを照射した場合の、核衝突突による弾性的なエネルギー損失率と、はじき出し損傷に有効に消費されるエネルギー損失率の計算値。 $\langle S_{pn} \rangle$  はストラッキングの効果の意味する。 $S_{pn}$ ,  $\langle S_{pn} \rangle$ : 従来の方法によるエネルギー損失率。 $S_{dp}$ ,  $\langle S_{dp} \rangle$ : 新しい方法によるエネルギー損失率。

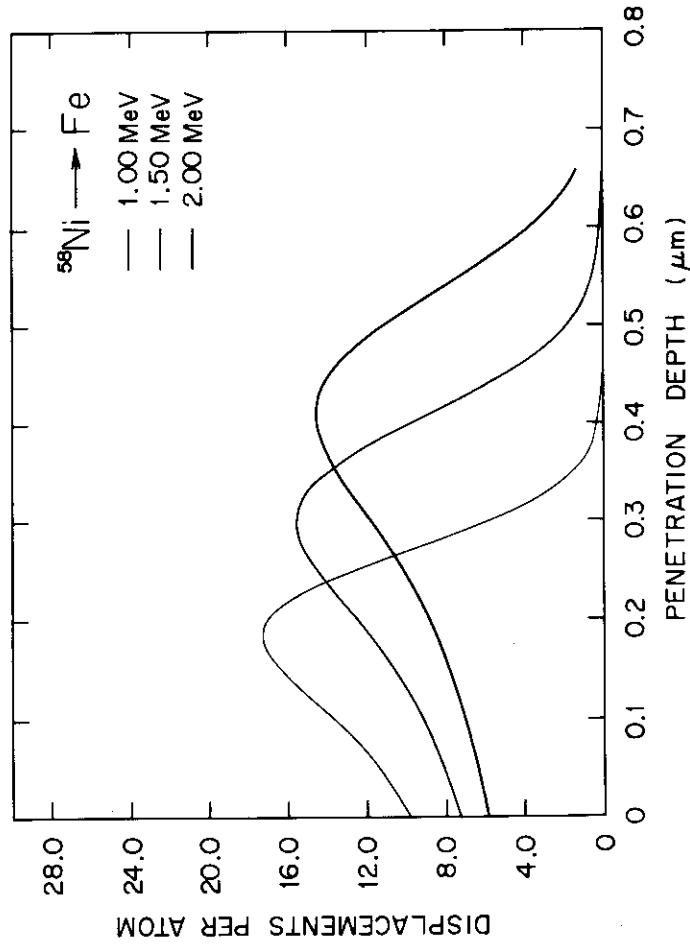


Fig. 5. Fe の  $^{58}\text{Ni}$  イオン照射による DPA 値の深さ分布。照射イオンのフルエンス  $\Phi = 1 \times 10^{16} \text{ ions} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

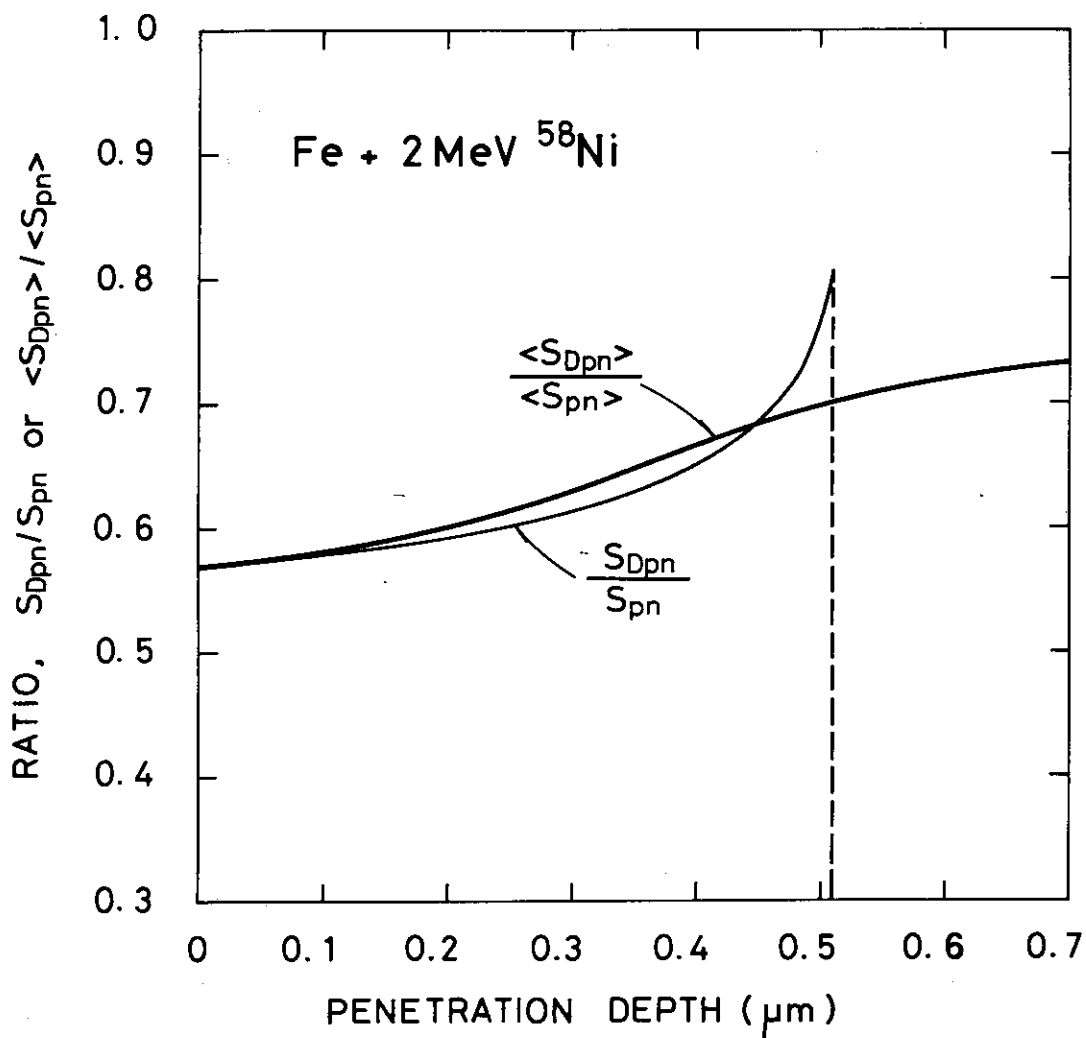


Fig. 7. 2 MeV <sup>58</sup>Ni イオンで Fe ターゲットを照射した場合の、核衝突による弾性的なエネルギー損失率についての従来の方法による計算値と、はじき出し損傷に有効に消費されるエネルギー損失率についての新しい方法による計算値との比の深さ依存性。 $\langle S_{Dpn} \rangle / \langle S_{pn} \rangle$  はストラグリングの効果考慮に入れたもの。

過大評価の程度をみるにはこの曲線について考察すればよい。容易にわかることは、比  $r$  が深さ  $x$  の関数であって、 $2\text{MeV } ^{58}\text{Ni}$  イオンの照射の場合、 $0 \leq x \leq \langle R_p(E=2\text{MeV}) \rangle$  の範囲では 43~75% の過大評価となっていることである。入射エネルギーが変われば飛程およびそのストラグリングも変わるから、 $r(x)$  の変域も変化する。さらに入射イオンとターゲット物質との組合せが異なれば、 $r(x)$  の値も異なってくるので、それぞれの組合せについて過大評価の程度を検討しなければならないが、その値は決して無視できる程度のものでないことは明らかである。特に従来の方法では、ターゲット表面近傍の深さでの DPA 値がより深い部分でのそれより過大評価の程度が著しい。

## 6. あとがき

本報告においては、高速重イオンによる金属材料の照射損傷の量 (DPA 値) の評価に関して従来採られてきた計算法を検討し、その欠点を補正した計算法を示した。イオンとして  $^{14}\text{N}$ ,  $^{40}\text{Ar}$  および金属イオンを選んだのは、現在原研 2MV パンデグラフを用いた重イオン照射実験と対応させることと、近い将来において金属イオンの照射が可能となった段階を念頭においているからである。重イオン照射実験においてこれらの計算結果が有効に利用されることを期待する。

## 謝 辞

おわりにあたり電子技術総合研究所固体デバイス研究室の田上尚男氏に文献の紹介をして頂いたことを記して感謝の意を表したい。

過大評価の程度をみるにはこの曲線について考察すればよい。容易にわかることは、比  $r$  が深さ  $x$  の関数であって、 $2\text{MeV } ^{58}\text{Ni}$  イオンの照射の場合、 $0 \leq x \leq R_p(E = 2\text{MeV})$  の範囲では 43~75% の過大評価となっていることである。入射エネルギーが変われば飛程およびそのストラグリングも変わるから、 $r(x)$  の変域も変化する。さらに入射イオンとターゲット物質との組合せが異なれば、 $r(x)$  の値も異なってくるので、それぞれの組合せについて過大評価の程度を検討しなければならないが、その値は決して無視できる程度のものでないことは明らかである。特に従来の方法では、ターゲット表面近傍の深さでの DPA 値がより深い部分でのそれより過大評価の程度が著しい。

## 6. あとがき

本報告においては、高速重イオンによる金属材料の照射損傷の量 (DPA 値) の評価に関して従来採られてきた計算法を検討し、その欠点を補正した計算法を示した。イオンとして  $^{14}\text{N}$ ,  $^{40}\text{Ar}$  および金属イオンを選んだのは、現在原研 2MV パンデグラフを用いた重イオン照射実験と対応させることと、近い将来において金属イオンの照射が可能となった段階を念頭においているからである。重イオン照射実験においてこれらの計算結果が有効に利用されることを期待する。

## 謝 辞

おわりにあたり電子技術総合研究所固体デバイス研究室の田上尚男氏に文献の紹介をして頂いたことを記して感謝の意を表したい。

過大評価の程度をみるにはこの曲線について考察すればよい。容易にわかることは、比  $r$  が深さ  $x$  の関数であって、 $2\text{MeV } ^{58}\text{Ni}$  イオンの照射の場合、 $0 \leq x \leq R_p (E = 2\text{MeV})$  の範囲では 43~75% の過大評価となっていることである。入射エネルギーが変われば飛程およびそのストラグリングも変わるから、 $r(x)$  の変域も変化する。さらに入射イオンとターゲット物質との組合せが異なれば、 $r(x)$  の値も異なってくるので、それぞれの組合せについて過大評価の程度を検討しなければならないが、その値は決して無視できる程度のものでないことは明らかである。特に従来の方法では、ターゲット表面近傍の深さでの DPA 値がより深い部分でのそれより過大評価の程度が著しい。

## 6. あとがき

本報告においては、高速重イオンによる金属材料の照射損傷の量 (DPA 値) の評価に関し、従来採られてきた計算法を検討し、その欠点を補正した計算法を示した。イオンとして  $^{14}\text{N}$ 、 $^{40}\text{Ar}$  および金属イオンを選んだのは、現在原研 2MV パンデグラフを用いた重イオン照射実験と対応させることと、近い将来において金属イオンの照射が可能となった段階を念頭においているからである。重イオン照射実験においてこれらの計算結果が有効に利用されることを期待する。

## 謝 辞

おわりにあたり電子技術総合研究所固体デバイス研究室の田上尚男氏に文献の紹介をして頂いたことを記して感謝の意を表したい。



## 参 考 文 献

1. R. S. Nelson, D. J. Mazey and J. A. Hudson, *J. Nucl. Mat.*, 37 :  
(1970) 1.
2. G. L. Kulcinski, J. J. Laidler and D. G. Doran, *Radiation Effects*,  
7 (1971) 195.
3. W. S. Johnson and J. F. Gibbons, "Projected Range Statistics in  
Semiconductors," dist. by Stanford University Bookstore (1969).
4. B. J. Smith, AERE-R6660 (1971).
5. H. E. Schiøtt, *Radiation Effects*, 6 (1970) 107.
6. J. Lindhard, M. Scharff, *Phys. Rev.*, 124 (1961) 128.
7. J. Lindhard, V. Nielsen, M. Scharff and P. V. Thomsen, *Kgl.  
Danske Vidensk. Mat.-Fys. Medd.*, 33 (1963) №10.
8. J. Lindhard, M. Scharff and H. E. Schiøtt, *ibid.*, 33 (1963)  
№14.
9. H. E. Schiøtt, *ibid.*, 35 (1966) №9.
10. J. Lindhard, V. Nielsen and M. Scharff, *ibid.*, 36 (1968) №10.
11. I. Manning and G. P. Mueller, *Computer Physics Communications*,  
7 (1974) 85.
12. K. B. Winterbon, P. Sigmund and J. B. Sanders, *Kgl. Danske Vidensk.  
Mat.-Fys. Medd.*, 37 (1970) №14.
13. R. D. Evans, "The Atomic Nucleus", McGraw-Hill (1965).
14. G. R. Piercy, *J. Nucl. Mat.*, 29 (1969) 267.
15. M. T. Robinson, *Proc. Nuclear Fusion Reactors Conf.*, British  
Nuclear Energy Society (1969) p. 364.

JAERI-M 6094

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\*\* TARGET... MO. ION... N-14 \*\*\*\*\*

Z1= 7 M1= 14.003 Z2= 42 M2= 95.940 M2/M1= 6.851 K= 0.5345  
 C1= 0.8021E-01(MICRONS) C2= 0.4109E 02(KEV) C2/C1= 0.5122E 03(KEV/MICRON)  
 D= 10.200(G/CM\*\*3) N= 0.6403E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.4446E 00 ED= 62.0(KEV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.487	0.0662	0.0204	0.3085	0.0153	0.7470	0.3336	0.2036E 03	0.1910E 03	0.5946E 03	3.29	20
40	0.974	0.1130	0.0402	0.3555	0.0259	0.6455	0.2824	0.1834E 03	0.2701E 03	0.4535E 03	2.83	40
60	1.460	0.1545	0.0602	0.3898	0.0352	0.5845	0.2499	0.1657E 03	0.3308E 03	0.4955E 03	2.51	60
80	1.947	0.1928	0.0803	0.4177	0.0433	0.5383	0.2259	0.1506E 03	0.3820E 03	0.5326E 03	2.26	80
100	2.434	0.2290	0.1008	0.4402	0.0506	0.5017	0.2071	0.1393E 03	0.4271E 03	0.5666E 03	2.07	100
120	2.921	0.2632	0.1209	0.4592	0.0571	0.4724	0.1918	0.1294E 03	0.4679E 03	0.5972E 03	1.92	120
140	3.407	0.2958	0.1409	0.4765	0.0631	0.4478	0.1789	0.1200E 03	0.5054E 03	0.6254E 03	1.79	140
160	3.894	0.3269	0.1610	0.4925	0.0687	0.4266	0.1679	0.1114E 03	0.5403E 03	0.6517E 03	1.68	160
180	4.381	0.3568	0.1811	0.5075	0.0737	0.4071	0.1583	0.1039E 03	0.5730E 03	0.6785E 03	1.59	180
200	4.868	0.3856	0.2011	0.5214	0.0784	0.3901	0.1499	0.9636E 02	0.6040E 03	0.7004E 03	1.50	200
220	5.355	0.4135	0.2210	0.5345	0.0828	0.3748	0.1424	0.8994E 02	0.6335E 03	0.7235E 03	1.43	220
240	5.841	0.4406	0.2409	0.5468	0.0867	0.3601	0.1357	0.8423E 02	0.6617E 03	0.7459E 03	1.36	240
260	6.328	0.4669	0.2606	0.5583	0.0904	0.3469	0.1297	0.7930E 02	0.6887E 03	0.7680E 03	1.30	260
280	6.815	0.4924	0.2802	0.5691	0.0938	0.3348	0.1242	0.7508E 02	0.7147E 03	0.7898E 03	1.25	280
300	7.302	0.5172	0.2993	0.5791	0.0971	0.3241	0.1192	0.7159E 02	0.7398E 03	0.8114E 03	1.20	300
320	7.789	0.5413	0.3185	0.5885	0.1002	0.3146	0.1146	0.6884E 02	0.7640E 03	0.8329E 03	1.16	320
340	8.275	0.5647	0.3372	0.5971	0.1030	0.3056	0.1104	0.6682E 02	0.7876E 03	0.8544E 03	1.12	340
360	8.762	0.5876	0.3556	0.6051	0.1057	0.2972	0.1065	0.6533E 02	0.8104E 03	0.8759E 03	1.09	360
380	9.249	0.6100	0.3736	0.6125	0.1084	0.2892	0.1029	0.6498E 02	0.8326E 03	0.8976E 03	1.05	380
400	9.736	0.6319	0.3912	0.6191	0.1105	0.2824	0.0996	0.6516E 02	0.8542E 03	0.9194E 03	1.03	400
420	10.222	0.6532	0.4084	0.6252	0.1127	0.2761	0.0964	0.6492E 02	0.8753E 03	0.9402E 03	1.00	420
440	10.709	0.6742	0.4252	0.6308	0.1149	0.2701	0.0935	0.6353E 02	0.8959E 03	0.9594E 03	0.97	440
460	11.196	0.6947	0.4419	0.6361	0.1169	0.2646	0.0908	0.6215E 02	0.9161E 03	0.9782E 03	0.95	460
480	11.683	0.7149	0.4584	0.6412	0.1189	0.2594	0.0882	0.6081E 02	0.9358E 03	0.9966E 03	0.93	480
500	12.170	0.7347	0.4746	0.6460	0.1208	0.2545	0.0857	0.5949E 02	0.9551E 03	0.1015E 04	0.91	500
520	12.656	0.7541	0.4907	0.6507	0.1226	0.2499	0.0835	0.5819E 02	0.9740E 03	0.1032E 04	0.89	520
540	13.143	0.7731	0.5065	0.6551	0.1246	0.2461	0.0813	0.5692E 02	0.9925E 03	0.1049E 04	0.87	540
560	13.630	0.7918	0.5221	0.6594	0.1267	0.2426	0.0792	0.5576E 02	0.1011E 04	0.1066E 04	0.86	560
580	14.117	0.8102	0.5376	0.6636	0.1285	0.2391	0.0773	0.5464E 02	0.1029E 04	0.1083E 04	0.84	580
600	14.603	0.8284	0.5530	0.6676	0.1300	0.2350	0.0755	0.5352E 02	0.1046E 04	0.1099E 04	0.82	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	15.090	0.8463	0.5683	0.6715	0.1314	0.2312	0.0737	0.5208E 02	0.1064E 04	0.1118E 04	0.81	620
640	15.577	0.8639	0.5834	0.6753	0.1329	0.2273	0.0720	0.5093E 02	0.1081E 04	0.1131E 04	0.80	640
660	16.064	0.8813	0.5983	0.6789	0.1345	0.2247	0.0704	0.4981E 02	0.1097E 04	0.1147E 04	0.80	660
680	16.551	0.8984	0.6131	0.6824	0.1360	0.2219	0.0689	0.4871E 02	0.1114E 04	0.1162E 04	0.77	680
700	17.037	0.9153	0.6277	0.6858	0.1377	0.2193	0.0673	0.4764E 02	0.1130E 04	0.1178E 04	0.76	700
720	17.524	0.9319	0.6423	0.6892	0.1392	0.2168	0.0661	0.4659E 02	0.1146E 04	0.1193E 04	0.75	720
740	18.011	0.9485	0.6568	0.6925	0.1402	0.2144	0.0647	0.4557E 02	0.1162E 04	0.1207E 04	0.73	740
760	18.498	0.9649	0.6712	0.6956	0.1411	0.2120	0.0634	0.4457E 02	0.1177E 04	0.1222E 04	0.72	760
780	18.985	0.9810	0.6854	0.6987	0.1416	0.2097	0.0622	0.4360E 02	0.1193E 04	0.1236E 04	0.71	780
800	19.471	0.9970	0.6996	0.7017	0.1430	0.2044	0.0610	0.4265E 02	0.1208E 04	0.1251E 04	0.70	800
820	19.958	1.0128	0.7136	0.7046	0.1440	0.2018	0.0599	0.4172E 02	0.1223E 04	0.1265E 04	0.69	820
840	20.445	1.0284	0.7275	0.7075	0.1450	0.1993	0.0588	0.4082E 02	0.1238E 04	0.1279E 04	0.68	840
860	20.932	1.0438	0.7413	0.7102	0.1461	0.1970	0.0578	0.3995E 02	0.1253E 04	0.1292E 04	0.68	860
880	21.418	1.0590	0.7550	0.7129	0.1471	0.1949	0.0568	0.3910E 02	0.1267E 04	0.1306E 04	0.67	880
900	21.905	1.0741	0.7686	0.7156	0.1483	0.1930	0.0558	0.3828E 02	0.1281E 04	0.1320E 04	0.66	900
920	22.392	1.0890	0.7820	0.7181	0.1495	0.1912	0.0548	0.3748E 02	0.1296E 04	0.1333E 04	0.65	920
940	22.879	1.1038	0.7954	0.7206	0.1507	0.1895	0.0539	0.3670E 02	0.1310E 04	0.1346E 04	0.64	940
960	23.366	1.1183	0.8088	0.7230	0.1520	0.1880	0.0531	0.3595E 02	0.1323E 04	0.1359E 04	0.63	960
980	23.852	1.1329	0.8219	0.7255	0.1532	0.1865	0.0522	0.3523E 02	0.1337E 04	0.1372E 04	0.63	980
1000	24.339	1.1474	0.8351	0.7278	0.1551	0.1834	0.0514	0.3453E 02	0.1351E 04	0.1385E 04	0.62	1000
1050	25.556	1.1830	0.8676	0.7334	0.1545	0.1781	0.0494	0.3288E 02	0.1384E 04	0.1417E 04	0.60	1050
1100	26.773	1.2178	0.8996	0.7387	0.1559	0.1733	0.0477	0.3140E 02	0.1417E 04	0.1448E 04	0.59	1100
1150	27.990	1.2520	0.9310	0.7437	0.1575	0.1692	0.0460	0.3007E 02	0.1448E 04	0.1478E 04	0.57	1150
1200	29.207	1.2854	0.9619	0.7483	0.1593	0.1656	0.0444	0.2889E 02	0.1480E 04	0.1508E 04	0.56	1200
1250	30.424	1.3182	0.9922	0.7527	0.1617	0.1630	0.0430	0.2787E 02	0.1510E 04	0.1538E 04	0.55	1250
1300	31.641	1.3501	1.0219	0.7569	0.1645	0.1610	0.0416	0.2700E 02	0.1540E 04	0.1567E 04	0.53	1300
1350	32.858	1.3814	1.0511	0.7609	0.1675	0.1593	0.0404	0.2629E 02	0.1569E 04	0.1596E 04	0.52	1350
1400	34.075	1.4121	1.0798	0.7647	0.1707	0.1581	0.0392	0.2574E 02	0.1598E 04	0.1624E 04	0.51	1400
1450	35.292	1.4422	1.1080	0.7683	0.1741	0.1571	0.0381	0.2534E 02	0.1626E 04	0.1652E 04	0.50	1450
1500	36.509	1.4721	1.1362	0.7718	0.1775	0.1563	0.0370	0.2509E 02	0.1654E 04	0.1679E 04	0.49	1500
1550	37.726	1.5016	1.1638	0.7751	0.1755	0.1508	0.0360	0.2500E 02	0.1682E 04	0.1707E 04	0.48	1550
1600	38.943	1.5309	1.1911	0.7782	0.1745	0.1482	0.0351	0.2507E 02	0.1708E 04	0.1734E 04	0.47	1600
1650	40.160	1.5591	1.2179	0.7812	0.1789	0.1469	0.0342	0.2520E 02	0.1735E 04	0.1760E 04	0.47	1650
1700	41.376	1.5872	1.2444	0.7840	0.1801	0.1447	0.0333	0.2546E 02	0.1761E 04	0.1786E 04	0.46	1700
1750	42.593	1.6150	1.2705	0.7867	0.1814	0.1428	0.0325	0.2441E 02	0.1787E 04	0.1811E 04	0.45	1750
1800	43.810	1.6423	1.2963	0.7893	0.1827	0.1409	0.0318	0.2340E 02	0.1812E 04	0.1836E 04	0.44	1800
1850	45.027	1.6693	1.3218	0.7919	0.1840	0.1392	0.0310	0.2312E 02	0.1837E 04	0.1860E 04	0.44	1850
1900	46.244	1.6959	1.3470	0.7943	0.1855	0.1377	0.0303	0.2266E 02	0.1862E 04	0.1884E 04	0.43	1900
1950	47.461	1.7221	1.3719	0.7966	0.1872	0.1364	0.0297	0.2222E 02	0.1886E 04	0.1908E 04	0.42	1950
2000	48.678	1.7480	1.3965	0.7989	0.1886	0.1351	0.0290	0.2180E 02	0.1910E 04	0.1932E 04	0.42	2000

\* END OF FORTRAN \*

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\*\*\* TARGET... NB... ION... N-16 \*\*\*\*\*

---

Z1= 7 M1= 14.003 Z2= 41 M2= 92.906 M2/M1= 6.635 K= 0.5193

---

C1= 0.8277E-01(MICRONS) C2= 0.4003E 02(KEV) C2/C1= 0.4848E 03(KEV/MICRON)

---

D= 8.580(G/CM\*\*2) N= 0.5259E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.4553E 00 ED= 60.0(KEV)

---

E	EPS	K	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV	MICRONS	MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.500	0.0759	0.0240	0.3155	0.0176	0.7343	0.3382	0.1777E 03	0.1646E 03	0.3423E 03	3.39	20
40	0.999	0.1300	0.0471	0.3628	0.0300	0.6553	0.2862	0.1907E 03	0.2328E 03	0.3924E 03	2.92	40
60	1.499	0.1780	0.0707	0.3978	0.0407	0.6233	0.2231	0.1439E 03	0.2851E 03	0.4250E 03	2.58	60
80	1.999	0.2223	0.0946	0.4254	0.0501	0.5927	0.2288	0.1305E 03	0.3292E 03	0.4397E 03	2.52	80
100	2.498	0.2693	0.1182	0.4477	0.0584	0.5694	0.2098	0.1209E 03	0.3681E 03	0.4889E 03	2.13	100
120	2.998	0.3040	0.1419	0.4668	0.0660	0.4690	0.1940	0.1119E 03	0.4032E 03	0.5151E 03	1.97	120
140	3.498	0.3418	0.1655	0.4842	0.0729	0.4406	0.1809	0.1036E 03	0.4359E 03	0.5391E 03	1.84	140
160	3.97	0.3778	0.1890	0.5003	0.0793	0.4197	0.1697	0.9600E 02	0.4656E 03	0.5616E 03	1.73	160
180	4.497	0.4125	0.2126	0.5155	0.0851	0.4003	0.1600	0.8706E 02	0.4938E 03	0.5829E 03	1.63	180
200	4.97	0.4459	0.2361	0.5293	0.0906	0.3838	0.1515	0.8280E 02	0.5202E 03	0.6033E 03	1.55	200
220	5.496	0.4783	0.2595	0.5424	0.0956	0.3683	0.1439	0.7721E 02	0.5499E 03	0.6231E 03	1.47	220
240	5.996	0.5098	0.2828	0.5547	0.1001	0.3539	0.1371	0.7230E 02	0.5702E 03	0.6425E 03	1.40	240
260	6.496	0.5403	0.3059	0.5662	0.1043	0.3409	0.1310	0.6807E 02	0.5935E 03	0.6616E 03	1.34	260
280	6.995	0.5700	0.3288	0.5769	0.1082	0.3290	0.1254	0.6432E 02	0.6199E 03	0.6804E 03	1.28	280
300	7.495	0.5987	0.3513	0.5869	0.1120	0.3188	0.1203	0.6164E 02	0.6373E 03	0.6991E 03	1.23	300
320	7.994	0.6266	0.3733	0.5961	0.1156	0.3094	0.1157	0.5943E 02	0.6584E 03	0.7178E 03	1.19	320
340	8.494	0.6539	0.3954	0.6046	0.1188	0.3005	0.1114	0.5791E 02	0.6787E 03	0.7366E 03	1.15	340
360	8.994	0.6805	0.4188	0.6125	0.1218	0.2923	0.1075	0.5706E 02	0.6984E 03	0.7554E 03	1.12	360
380	9.493	0.7064	0.4377	0.6196	0.1247	0.2848	0.1038	0.5688E 02	0.7175E 03	0.7744E 03	1.08	380
400	9.993	0.7317	0.4541	0.6260	0.1273	0.2779	0.1004	0.5738E 02	0.7361E 03	0.7932E 03	1.05	400
420	10.493	0.7565	0.4781	0.6319	0.1299	0.2717	0.0973	0.5613E 02	0.7543E 03	0.8105E 03	1.03	420
440	10.992	0.7809	0.4978	0.6375	0.1323	0.2659	0.0943	0.5491E 02	0.7721E 03	0.8270E 03	1.00	440
460	11.492	0.8047	0.5172	0.6427	0.1347	0.2604	0.0915	0.5369E 02	0.7894E 03	0.8431E 03	0.98	460
480	11.992	0.8281	0.5363	0.6477	0.1371	0.2556	0.0889	0.5249E 02	0.8064E 03	0.8598E 03	0.96	480
500	12.491	0.8511	0.5553	0.6525	0.1391	0.2504	0.0865	0.5132E 02	0.8230E 03	0.8743E 03	0.94	500
520	12.991	0.8733	0.5740	0.6571	0.1414	0.2464	0.0841	0.5017E 02	0.8393E 03	0.8895E 03	0.92	520
540	13.491	0.8956	0.5924	0.6615	0.1438	0.2427	0.0820	0.4904E 02	0.8553E 03	0.9043E 03	0.90	540
560	13.990	0.9172	0.6107	0.6658	0.1462	0.2394	0.0799	0.4794E 02	0.8710E 03	0.9189E 03	0.88	560
580	14.490	0.9387	0.6288	0.6699	0.1487	0.2352	0.0779	0.4686E 02	0.8864E 03	0.9333E 03	0.86	580
600	14.990	0.9594	0.6468	0.6739	0.1496	0.2313	0.0760	0.4586E 02	0.9016E 03	0.9474E 03	0.85	600

---

E	EPS	K	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV	MICRONS	MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	15.489	0.9806	0.6644	0.6778	0.1513	0.2277	0.0743	0.4476E 02	0.9165E 03	0.9612E 03	0.83	620
640	15.989	1.0010	0.6822	0.6815	0.1532	0.2245	0.0726	0.4375E 02	0.9311E 03	0.9749E 03	0.82	640
660	16.489	1.0212	0.6996	0.6881	0.1550	0.2216	0.0710	0.4276E 02	0.9456E 03	0.9883E 03	0.80	660
680	16.988	1.0410	0.7168	0.6886	0.1563	0.2189	0.0694	0.4180E 02	0.9298E 03	0.1002E 04	0.79	680
700	17.488	1.0606	0.7339	0.6920	0.1588	0.2164	0.0680	0.4083E 02	0.9738E 03	0.1015E 04	0.78	700
720	17.988	1.0800	0.7509	0.6953	0.1599	0.2129	0.0666	0.3993E 02	0.9878E 03	0.1028E 04	0.77	720
740	18.487	1.0993	0.7679	0.6985	0.1610	0.2097	0.0652	0.3903E 02	0.1001E 04	0.1040E 04	0.75	740
760	18.987	1.1182	0.7846	0.7017	0.1621	0.2068	0.0639	0.3818E 02	0.1019E 04	0.1053E 04	0.74	760
780	19.487	1.1370	0.8013	0.7047	0.1635	0.2038	0.0627	0.3735E 02	0.1028E 04	0.1062E 04	0.73	780
800	19.986	1.1555	0.8177	0.7077	0.1644	0.2011	0.0615	0.3648E 02	0.1041E 04	0.1078E 04	0.72	800
820	20.486	1.1734	0.8341	0.7106	0.1657	0.1986	0.0603	0.3561E 02	0.1054E 04	0.1090E 04	0.71	820
840	20.986	1.1919	0.8503	0.7134	0.1669	0.1963	0.0592	0.3488E 02	0.1067E 04	0.1102E 04	0.70	840
860	21.485	1.2094	0.8665	0.7161	0.1682	0.1941	0.0582	0.3413E 02	0.1079E 04	0.1114E 04	0.69	860
880	21.985	1.2275	0.8823	0.7188	0.1696	0.1922	0.0572	0.3339E 02	0.1092E 04	0.1125E 04	0.68	880
900	22.484	1.2450	0.8981	0.7213	0.1710	0.1904	0.0562	0.3268E 02	0.1104E 04	0.1137E 04	0.68	900
920	22.984	1.2623	0.9137	0.7239	0.1724	0.1887	0.0552	0.3198E 02	0.1116E 04	0.1148E 04	0.67	920
940	23.484	1.2793	0.9292	0.7265	0.1740	0.1873	0.0543	0.3132E 02	0.1128E 04	0.1160E 04	0.66	940
960	23.983	1.2965	0.9448	0.7288	0.1746	0.1848	0.0534	0.3067E 02	0.1140E 04	0.1171E 04	0.65	960
980	24.483	1.3134	0.9603	0.7312	0.1751	0.1823	0.0526	0.3002E 02	0.1152E 04	0.1182E 04	0.64	980
1000	24.983	1.3302	0.9757	0.7335	0.1757	0.1801	0.0517	0.2945E 02	0.1164E 04	0.1193E 04	0.64	1000
1050	26.232	1.3716	1.0136	0.7390	0.1773	0.1749	0.0498	0.2805E 02	0.1193E 04	0.1221E 04	0.62	1050
1100	27.481	1.4121	1.0208	0.7442	0.1791	0.1704	0.0480	0.2679E 02	0.1221E 04	0.1248E 04	0.60	1100
1150	28.730	1.4517	1.0874	0.7490	0.1811	0.1665	0.0463	0.2566E 02	0.1248E 04	0.1274E 04	0.59	1150
1200	29.979	1.4905	1.1232	0.7536	0.1836	0.1635	0.0447	0.2471E 02	0.1275E 04	0.1300E 04	0.57	1200
1250	31.228	1.5284	1.1584	0.7579	0.1868	0.1612	0.0433	0.2386E 02	0.1301E 04	0.1323E 04	0.56	1250
1300	32.474	1.5654	1.1929	0.7620	0.1902	0.1595	0.0419	0.2320E 02	0.1327E 04	0.1350E 04	0.55	1300
1350	33.727	1.6017	1.2268	0.7660	0.1939	0.1581	0.0406	0.2266E 02	0.1352E 04	0.1375E 04	0.54	1350
1400	34.976	1.6372	1.2602	0.7697	0.1979	0.1571	0.0394	0.2226E 02	0.1377E 04	0.1399E 04	0.53	1400
1450	36.225	1.6725	1.2932	0.7733	0.2001	0.1567	0.0383	0.2200E 02	0.1402E 04	0.1424E 04	0.52	1450
1500	37.474	1.7072	1.3259	0.7767	0.2014	0.1519	0.0372	0.2189E 02	0.1426E 04	0.1447E 04	0.51	1500
1550	38.723	1.7414	1.3580	0.7799	0.2016	0.1484	0.0362	0.2193E 02	0.1449E 04	0.1471E 04	0.50	1550
1600	39.972	1.7750	1.3897	0.7829	0.2042	0.1469	0.0352	0.2210E 02	0.1472E 04	0.1494E 04	0.49	1600
1650	41.222	1.8081	1.4209	0.7858	0.2056	0.1447	0.0344	0.2183E 02	0.1495E 04	0.1517E 04	0.48	1650
1700	42.471	1.8408	1.4518	0.7886	0.2070	0.1428	0.0335	0.2155E 02	0.1518E 04	0.1539E 04	0.47	1700
1750	43.720	1.8730	1.4820	0.7913	0.2086	0.1407	0.0327	0.2069E 02	0.1540E 04	0.1560E 04	0.46	1750
1800	44.969	1.9047	1.5120	0.7938	0.2101	0.1390	0.0319	0.2026E 02	0.1562E 04	0.1582E 04	0.46	1800
1850	46.218	1.9360	1.5416	0.7963	0.2118	0.1374	0.0312	0.1989E 02	0.1583E 04	0.1603E 04	0.45	1850
1900	47.467	1.9666	1.5708	0.7987	0.2137	0.1360	0.0305	0.1945E 02	0.1604E 04	0.1624E 04	0.44	1900
1950	48.716	1.9973	1.5998	0.8010	0.2154	0.1346	0.0298	0.1907E 02	0.1625E 04	0.1644E 04	0.44	1950
2000	49.966	2.0273	1.6284	0.8032	0.2172	0.1334	0.0292	0.1871E 02	0.1646E 04	0.1665E 04	0.43	2000

---

• END OF FORTHAN •

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\*\* TARGET... V, ION... N=14 \*\*\*\*\*

Z1= 7 M1= 14.003 Z2= 23 M2= 90.941 M2/M1= 3.638 K= 0.3069  
C1= 0.3673E-01(MICRONS) C2= 0.2162E 02(KEV) C2/C1= 0.5887E 03(KEV/MICRON)  
D= 3.800(G/CM\*\*3) N= 0.6857E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.6763E 00 ED= 40.0(KEV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.925	0.0610	0.0289	0.4736	0.0153	0.5309	0.4114	0.2129E 03	0.1738E 03	0.3867E 03	4.15	20
40	1.850	0.1098	0.0579	0.5273	0.0267	0.4613	0.3424	0.1763E 03	0.2458E 03	0.4220E 03	3.45	40
60	2.775	0.1584	0.0873	0.5616	0.0361	0.4132	0.2981	0.1521E 03	0.3010E 03	0.4531E 03	2.99	60
80	3.700	0.1981	0.1165	0.5881	0.0442	0.3794	0.2657	0.1319E 03	0.3476E 03	0.4794E 03	2.66	80
100	4.625	0.2386	0.1459	0.6116	0.0513	0.3517	0.2406	0.1147E 03	0.3886E 03	0.5033E 03	2.40	100
120	5.550	0.2773	0.1753	0.6324	0.0578	0.3299	0.2203	0.1006E 03	0.4257E 03	0.5263E 03	2.20	120
140	6.475	0.3144	0.2046	0.6508	0.0633	0.3095	0.2035	0.8959E 02	0.4598E 03	0.5494E 03	2.03	140
160	7.400	0.3498	0.2333	0.6669	0.0684	0.2933	0.1893	0.8158E 02	0.4915E 03	0.5731E 03	1.89	160
180	8.325	0.3838	0.2613	0.6809	0.0730	0.2794	0.1771	0.7661E 02	0.5213E 03	0.5980E 03	1.78	180
200	9.250	0.4163	0.2884	0.6928	0.0769	0.2668	0.1663	0.7468E 02	0.5495E 03	0.6242E 03	1.68	200
220	10.175	0.4475	0.3143	0.7024	0.0805	0.2559	0.1572	0.7477E 02	0.5764E 03	0.6511E 03	1.60	220
240	11.100	0.4777	0.3395	0.7106	0.0835	0.2459	0.1489	0.7174E 02	0.6020E 03	0.6737E 03	1.54	240
260	12.024	0.5068	0.3639	0.7181	0.0865	0.2378	0.1415	0.6882E 02	0.6266E 03	0.6954E 03	1.47	260
280	12.949	0.5351	0.3879	0.7250	0.0893	0.2302	0.1348	0.6599E 02	0.6502E 03	0.7162E 03	1.42	280
300	13.874	0.5623	0.4112	0.7313	0.0926	0.2253	0.1288	0.6327E 02	0.6731E 03	0.7363E 03	1.37	300
320	14.799	0.5890	0.4343	0.7374	0.0947	0.2181	0.1233	0.6066E 02	0.6951E 03	0.7558E 03	1.32	320
340	15.724	0.6150	0.4570	0.7431	0.0971	0.2124	0.1183	0.5814E 02	0.7165E 03	0.7747E 03	1.28	340
360	16.649	0.6402	0.4792	0.7485	0.0987	0.2059	0.1137	0.5573E 02	0.7373E 03	0.7930E 03	1.25	360
380	17.574	0.6649	0.5010	0.7535	0.1021	0.2038	0.1094	0.5342E 02	0.7575E 03	0.8109E 03	1.21	380
400	18.499	0.6892	0.5227	0.7584	0.1034	0.1978	0.1055	0.5122E 02	0.7772E 03	0.8284E 03	1.18	400
420	19.424	0.7131	0.5441	0.7631	0.1048	0.1926	0.1019	0.4912E 02	0.7964E 03	0.8455E 03	1.15	420
440	20.349	0.7364	0.5632	0.7673	0.1063	0.1881	0.0985	0.4712E 02	0.8151E 03	0.8622E 03	1.12	440
460	21.274	0.7592	0.5859	0.7716	0.1080	0.1843	0.0953	0.4523E 02	0.8334E 03	0.8787E 03	1.09	460
480	22.199	0.7816	0.6062	0.7756	0.1100	0.1815	0.0924	0.4343E 02	0.8514E 03	0.8948E 03	1.07	480
500	23.124	0.8034	0.6262	0.7794	0.1123	0.1794	0.0896	0.4174E 02	0.8689E 03	0.9107E 03	1.04	500
520	24.049	0.8251	0.6461	0.7831	0.1136	0.1759	0.0870	0.4016E 02	0.8861E 03	0.9263E 03	1.02	520
540	24.974	0.8466	0.6660	0.7866	0.1141	0.1714	0.0845	0.3867E 02	0.9030E 03	0.9417E 03	1.00	540
560	25.899	0.8677	0.6855	0.7900	0.1146	0.1672	0.0822	0.3730E 02	0.9196E 03	0.9569E 03	0.98	560
580	26.824	0.8885	0.7048	0.7932	0.1152	0.1635	0.0800	0.3602E 02	0.9358E 03	0.9719E 03	0.96	580
600	27.749	0.9090	0.7238	0.7963	0.1159	0.1601	0.0780	0.3484E 02	0.9518E 03	0.9867E 03	0.94	600
620	28.674	0.9292	0.7426	0.7992	0.1167	0.1572	0.0760	0.3377E 02	0.9676E 03	0.1001E 04	0.93	620
640	29.599	0.9491	0.7611	0.8019	0.1178	0.1548	0.0741	0.3281E 02	0.9831E 03	0.1016E 04	0.91	640
660	30.524	0.9686	0.7793	0.8046	0.1195	0.1533	0.0724	0.3194E 02	0.9983E 03	0.1030E 04	0.89	660
680	31.449	0.9878	0.7973	0.8071	0.1213	0.1522	0.0707	0.3118E 02	0.1013E 04	0.1044E 04	0.88	680
700	32.374	1.0066	0.8150	0.8096	0.1226	0.1504	0.0691	0.3052E 02	0.1028E 04	0.1059E 04	0.87	700
720	33.299	1.0251	0.8324	0.8120	0.1249	0.1500	0.0675	0.2997E 02	0.1043E 04	0.1073E 04	0.85	720
740	34.223	1.0434	0.8496	0.8143	0.1274	0.1499	0.0661	0.2952E 02	0.1057E 04	0.1087E 04	0.84	740
760	35.148	1.0614	0.8666	0.8165	0.1302	0.1502	0.0647	0.2917E 02	0.1071E 04	0.1100E 04	0.83	760
780	36.073	1.0794	0.8836	0.8186	0.1331	0.1486	0.0633	0.2892E 02	0.1085E 04	0.1114E 04	0.82	780
800	36.998	1.0972	0.9005	0.8207	0.1358	0.1464	0.0621	0.2878E 02	0.1099E 04	0.1128E 04	0.80	800
820	37.923	1.1149	0.9172	0.8227	0.1323	0.1442	0.0608	0.2874E 02	0.1113E 04	0.1141E 04	0.79	820
840	38.848	1.1323	0.9338	0.8246	0.1326	0.1420	0.0596	0.2880E 02	0.1126E 04	0.1155E 04	0.78	840
860	39.773	1.1496	0.9501	0.8265	0.1329	0.1399	0.0585	0.2897E 02	0.1140E 04	0.1169E 04	0.77	860
880	40.698	1.1666	0.9662	0.8282	0.1333	0.1379	0.0574	0.2867E 02	0.1153E 04	0.1181E 04	0.76	880
900	41.623	1.1835	0.9822	0.8299	0.1336	0.1361	0.0564	0.2819E 02	0.1166E 04	0.1194E 04	0.75	900
920	42.548	1.2002	0.9980	0.8316	0.1340	0.1343	0.0553	0.2773E 02	0.1179E 04	0.1206E 04	0.74	920
940	43.473	1.2167	1.0137	0.8332	0.1344	0.1326	0.0544	0.2729E 02	0.1191E 04	0.1219E 04	0.74	940
960	44.398	1.2331	1.0293	0.8347	0.1346	0.1307	0.0534	0.2686E 02	0.1204E 04	0.1231E 04	0.73	960
980	45.323	1.2493	1.0447	0.8362	0.1349	0.1291	0.0525	0.2644E 02	0.1216E 04	0.1243E 04	0.72	980
1000	46.248	1.2653	1.0599	0.8377	0.1353	0.1278	0.0516	0.2604E 02	0.1229E 04	0.1255E 04	0.71	1000
1050	48.560	1.3066	1.0974	0.8412	0.1372	0.1250	0.0496	0.2510E 02	0.1259E 04	0.1284E 04	0.69	1050
1100	50.873	1.3430	1.1342	0.8445	0.1391	0.1226	0.0477	0.2423E 02	0.1289E 04	0.1313E 04	0.67	1100
1150	53.185	1.3805	1.1701	0.8476	0.1417	0.1211	0.0459	0.2342E 02	0.1318E 04	0.1341E 04	0.66	1150
1200	55.498	1.4170	1.2052	0.8505	0.1453	0.1206	0.0443	0.2267E 02	0.1346E 04	0.1369E 04	0.64	1200
1250	57.810	1.4528	1.2397	0.8533	0.1486	0.1198	0.0428	0.2197E 02	0.1374E 04	0.1396E 04	0.63	1250
1300	60.122	1.4878	1.2735	0.8560	0.1526	0.1199	0.0413	0.2132E 02	0.1401E 04	0.1422E 04	0.62	1300
1350	62.435	1.5220	1.3066	0.8585	0.1574	0.1205	0.0400	0.2071E 02	0.1428E 04	0.1448E 04	0.60	1350

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*
\*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\*\*\* TARGET... FE, ION... N-14 \*\*\*\*\*

Z1= 7 M1= 14.003 Z2= 26 M2= 55.847 M2/M1= 3.988 K= 0.3331
C1= 0.3319E-01(MICRONS) C2= 0.2467E 02(KEV) C2/C1= 0.7434E 03(KEV/MICRON)
D= 7.860(G/CM\*\*3) N= 0.8476E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.6411E 00 ED= 40.0(EV)

Table with columns: E (KEV), EPS, R (MICRONS), RP (MICRONS), RP/R, RPS (MICRONS), RPS/RP, F, SN (KEV/MICRON), SE (KEV/MICRON), S (KEV/MICRON), ND (DPA), E (KEV). Rows range from 20 to 600 KEV.

Table with columns: E (KEV), EPS, R (MICRONS), RP (MICRONS), RP/R, RPS (MICRONS), RPS/RP, F, SN (KEV/MICRON), SE (KEV/MICRON), S (KEV/MICRON), ND (DPA), E (KEV). Rows range from 620 to 1500 KEV.

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES\* PROJECTED RANGES\* PROJECTED RANGE STRAGGLINGS\* STOPPING POWERS\* AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\*\*\* TARGET... NI... ION... N=14 \*\*\*\*\*

Z1= 7 M1= 14.003 Z2= 28 M2= 58.710 M2/M1= 4.193 K= 0.3488  
 C1= 0.3308E-01(MICRONS) C2= 0.2678E 02(KEV) C2/C1= 0.8094E 03(KEV/MICRON)  
 D= 8.850(G/CM\*\*3) N= 0.9078E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.6220E 00 ED= 40.0(EV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.747	0.0442	0.0190	0.4243	0.0110	0.5803	0.3995	0.3041E 03	0.2440E 03	0.5481E 03	4.64	20
40	1.494	0.0785	0.0378	0.4810	0.0191	0.5047	0.3357	0.2600E 03	0.3450E 03	0.6030E 03	3.92	40
60	2.241	0.1101	0.0569	0.5168	0.0278	0.4731	0.2945	0.2270E 03	0.4225E 03	0.6495E 03	3.42	60
80	2.988	0.1399	0.0759	0.5426	0.0317	0.4411	0.2642	0.2033E 03	0.4879E 03	0.6902E 03	3.07	80
100	3.735	0.1680	0.0949	0.5649	0.0370	0.3895	0.2406	0.1803E 03	0.5455E 03	0.7238E 03	2.79	100
120	4.481	0.1948	0.1140	0.5861	0.0417	0.3657	0.2213	0.1611E 03	0.5976E 03	0.7587E 03	2.57	120
140	5.228	0.2204	0.1330	0.6033	0.0461	0.3464	0.2053	0.1446E 03	0.6454E 03	0.7901E 03	2.38	140
160	5.975	0.2452	0.1520	0.6198	0.0498	0.3279	0.1916	0.1309E 03	0.6900E 03	0.8209E 03	2.22	160
180	6.722	0.2690	0.1708	0.6347	0.0532	0.3115	0.1799	0.1198E 03	0.7319E 03	0.8517E 03	2.09	180
200	7.469	0.2920	0.1892	0.6481	0.0564	0.2981	0.1696	0.1115E 03	0.7715E 03	0.8829E 03	1.97	200
220	8.216	0.3140	0.2073	0.6601	0.0593	0.2863	0.1605	0.1059E 03	0.8091E 03	0.9150E 03	1.88	220
240	8.963	0.3354	0.2249	0.6706	0.0619	0.2754	0.1524	0.1030E 03	0.8451E 03	0.9481E 03	1.79	240
260	9.710	0.3560	0.2419	0.6796	0.0643	0.2656	0.1451	0.1029E 03	0.8796E 03	0.9825E 03	1.72	260
280	10.457	0.3759	0.2584	0.6872	0.0664	0.2570	0.1386	0.1015E 03	0.9128E 03	0.1014E 04	1.65	280
300	11.204	0.3953	0.2744	0.6942	0.0683	0.2490	0.1326	0.9817E 02	0.9448E 03	0.1043E 04	1.60	300
320	11.950	0.4142	0.2902	0.7006	0.0703	0.2424	0.1272	0.9493E 02	0.9768E 03	0.1071E 04	1.54	320
340	12.697	0.4326	0.3057	0.7066	0.0720	0.2355	0.1222	0.9177E 02	0.1006E 04	0.1098E 04	1.50	340
360	13.444	0.4508	0.3208	0.7123	0.0740	0.2307	0.1176	0.8871E 02	0.1035E 04	0.1124E 04	1.45	360
380	14.191	0.4678	0.3357	0.7176	0.0759	0.2261	0.1134	0.8574E 02	0.1063E 04	0.1149E 04	1.41	380
400	14.938	0.4850	0.3505	0.7228	0.0772	0.2204	0.1094	0.8286E 02	0.1091E 04	0.1174E 04	1.38	400
420	15.685	0.5017	0.3651	0.7276	0.0787	0.2157	0.1058	0.8008E 02	0.1118E 04	0.1198E 04	1.34	420
440	16.432	0.5181	0.3794	0.7322	0.0795	0.2097	0.1024	0.7739E 02	0.1144E 04	0.1222E 04	1.31	440
460	17.179	0.5341	0.3935	0.7367	0.0815	0.2071	0.0992	0.7479E 02	0.1170E 04	0.1245E 04	1.28	460
480	17.926	0.5499	0.4075	0.7409	0.0827	0.2030	0.0962	0.7228E 02	0.1195E 04	0.1267E 04	1.25	480
500	18.673	0.5655	0.4214	0.7451	0.0840	0.1994	0.0934	0.6986E 02	0.1220E 04	0.1290E 04	1.22	500
520	19.419	0.5809	0.4351	0.7490	0.0850	0.1953	0.0908	0.6754E 02	0.1244E 04	0.1311E 04	1.20	520
540	20.166	0.5959	0.4486	0.7528	0.0859	0.1915	0.0883	0.6531E 02	0.1268E 04	0.1333E 04	1.17	540
560	20.913	0.6107	0.4620	0.7564	0.0869	0.1882	0.0859	0.6317E 02	0.1291E 04	0.1354E 04	1.15	560
580	21.660	0.6253	0.4751	0.7599	0.0881	0.1854	0.0837	0.6113E 02	0.1314E 04	0.1375E 04	1.13	580
600	22.407	0.6395	0.4881	0.7633	0.0894	0.1831	0.0816	0.5918E 02	0.1336E 04	0.1395E 04	1.11	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	23.154	0.6536	0.5010	0.7665	0.0908	0.1813	0.0796	0.5732E 02	0.1358E 04	0.1416E 04	1.09	620
640	23.901	0.6675	0.5138	0.7696	0.0917	0.1786	0.0777	0.5555E 02	0.1380E 04	0.1436E 04	1.07	640
660	24.648	0.6814	0.5265	0.7727	0.0921	0.1748	0.0759	0.5387E 02	0.1401E 04	0.1455E 04	1.05	660
680	25.395	0.6951	0.5391	0.7756	0.0925	0.1715	0.0742	0.5229E 02	0.1422E 04	0.1475E 04	1.03	680
700	26.142	0.7088	0.5516	0.7784	0.0928	0.1683	0.0726	0.5080E 02	0.1443E 04	0.1494E 04	1.01	700
720	26.888	0.7219	0.5639	0.7811	0.0933	0.1654	0.0710	0.4940E 02	0.1464E 04	0.1513E 04	1.00	720
740	27.635	0.7351	0.5761	0.7838	0.0938	0.1628	0.0695	0.4809E 02	0.1484E 04	0.1532E 04	0.98	740
760	28.382	0.7481	0.5882	0.7863	0.0943	0.1604	0.0680	0.4688E 02	0.1504E 04	0.1551E 04	0.97	760
780	29.129	0.7609	0.6001	0.7887	0.0949	0.1582	0.0667	0.4576E 02	0.1523E 04	0.1569E 04	0.95	780
800	29.876	0.7736	0.6119	0.7910	0.0958	0.1566	0.0653	0.4473E 02	0.1543E 04	0.1588E 04	0.94	800
820	30.623	0.7861	0.6235	0.7932	0.0969	0.1554	0.0641	0.4379E 02	0.1562E 04	0.1606E 04	0.93	820
840	31.370	0.7984	0.6350	0.7954	0.0980	0.1544	0.0629	0.4295E 02	0.1581E 04	0.1624E 04	0.92	840
860	32.117	0.8105	0.6464	0.7975	0.0987	0.1526	0.0617	0.4220E 02	0.1600E 04	0.1642E 04	0.90	860
880	32.864	0.8225	0.6577	0.7996	0.1001	0.1522	0.0606	0.4154E 02	0.1618E 04	0.1660E 04	0.89	880
900	33.611	0.8344	0.6688	0.8016	0.1016	0.1519	0.0595	0.4097E 02	0.1636E 04	0.1677E 04	0.88	900
920	34.357	0.8461	0.6798	0.8035	0.1031	0.1517	0.0584	0.4050E 02	0.1655E 04	0.1695E 04	0.87	920
940	35.104	0.8578	0.6907	0.8054	0.1048	0.1517	0.0574	0.4012E 02	0.1672E 04	0.1713E 04	0.86	940
960	35.851	0.8692	0.7016	0.8072	0.1055	0.1513	0.0565	0.3983E 02	0.1690E 04	0.1730E 04	0.85	960
980	36.598	0.8807	0.7125	0.8090	0.1058	0.1485	0.0555	0.3963E 02	0.1708E 04	0.1747E 04	0.84	980
1000	37.345	0.8921	0.7233	0.8108	0.1060	0.1466	0.0546	0.3953E 02	0.1725E 04	0.1765E 04	0.83	1000
1050	39.212	0.9201	0.7497	0.8149	0.1072	0.1429	0.0525	0.3967E 02	0.1768E 04	0.1807E 04	0.81	1050
1100	41.080	0.9473	0.7756	0.8186	0.1273	0.1641	0.0505	0.3914E 02	0.1809E 04	0.1848E 04	0.79	1100
1150	42.947	0.9742	0.8010	0.8222	0.1087	0.1357	0.0487	0.3786E 02	0.1850E 04	0.1888E 04	0.77	1150
1200	44.814	1.0005	0.8259	0.8255	0.1092	0.1323	0.0470	0.3666E 02	0.1890E 04	0.1926E 04	0.75	1200
1250	46.681	1.0261	0.8503	0.8286	0.1104	0.1299	0.0454	0.3555E 02	0.1929E 04	0.1964E 04	0.73	1250
1300	48.549	1.0513	0.8743	0.8316	0.1115	0.1275	0.0439	0.3451E 02	0.1967E 04	0.2001E 04	0.72	1300
1350	50.416	1.0760	0.8979	0.8344	0.1127	0.1255	0.0425	0.3354E 02	0.2004E 04	0.2038E 04	0.70	1350
1400	52.283	1.1002	0.9210	0.8371	0.1143	0.1240	0.0412	0.3262E 02	0.2041E 04	0.2074E 04	0.69	1400
1450	54.150	1.1239	0.9438	0.8397	0.1162	0.1232	0.0400	0.3179E 02	0.2077E 04	0.2109E 04	0.68	1450
1500	56.018	1.1472	0.9661	0.8422	0.1186	0.1227	0.0389	0.3094E 02	0.2113E 04	0.2144E 04	0.66	1500
1550	57.885	1.1701	0.9882	0.8445	0.1206	0.1220	0.0378	0.3017E 02	0.2148E 04	0.2178E 04	0.65	1550
1600	59.752	1.1926	1.0099	0.8468	0.1230	0.1218	0.0368	0.2945E 02	0.2182E 04	0.2211E 04	0.64	1600
1650	61.619	1.2147	1.0317	0.8490	0.1258	0.1220	0.0358	0.2876E 02	0.2216E 04	0.2245E 04	0.63	1650
1700	63.487	1.2366	1.0525	0.8511	0.1286	0.1205	0.0349	0.2810E 02	0.2249E 04	0.2277E 04	0.62	1700

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\*\*\* TARGET... MO... ION... AR=40 \*\*\*\*\*

Z1= 18 M1= 39.962 Z2= 42 M2= 95.940 M2/M1= 2.401 K= 0.2486  
 C1= 0.5170E-01(MICRONS) C2= 0.1433E 03(KEV) C2/C1= 0.2772E 04(KEV/MICRON)  
 D= 10.200(G/CM\*\*3) N= 0.6403E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.8303E 00 ED= 62.0(EV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.140	0.0201	0.0098	0.4843	0.0064	0.6984	0.5999	0.1083E 04	0.2576E 03	0.1341E 04	12.39	20
40	0.279	0.0340	0.0173	0.5081	0.0095	0.5512	0.5880	0.1139E 04	0.3844E 03	0.1504E 04	13.01	40
60	0.419	0.0468	0.0247	0.5275	0.0130	0.5257	0.5296	0.1118E 04	0.4463E 03	0.1364E 04	12.98	60
80	0.558	0.0593	0.0322	0.5437	0.0162	0.5029	0.5072	0.1089E 04	0.5153E 03	0.1400E 04	12.69	80
100	0.698	0.0716	0.0398	0.5559	0.0193	0.4655	0.4885	0.1052E 04	0.5761E 03	0.1629E 04	12.36	100
120	0.837	0.0838	0.0474	0.5661	0.0224	0.4720	0.4722	0.1021E 04	0.6311E 03	0.1693E 04	12.04	120
140	0.977	0.0958	0.0551	0.5756	0.0259	0.4587	0.4578	0.9919E 03	0.6817E 03	0.1673E 04	11.71	140
160	1.117	0.1076	0.0628	0.5841	0.0282	0.4496	0.4447	0.9627E 03	0.7287E 03	0.1691E 04	11.41	160
180	1.256	0.1192	0.0704	0.5921	0.0311	0.4401	0.4328	0.9350E 03	0.7729E 03	0.1708E 04	11.12	180
200	1.396	0.1308	0.0784	0.5994	0.0336	0.4291	0.4219	0.9085E 03	0.8148E 03	0.1723E 04	10.84	200
220	1.535	0.1422	0.0862	0.6062	0.0364	0.4217	0.4117	0.8831E 03	0.8545E 03	0.1738E 04	10.59	220
240	1.675	0.1535	0.0940	0.6125	0.0391	0.4159	0.4022	0.8588E 03	0.8925E 03	0.1751E 04	10.34	240
260	1.815	0.1648	0.1019	0.6184	0.0417	0.4088	0.3933	0.8356E 03	0.9290E 03	0.1765E 04	10.11	260
280	1.954	0.1759	0.1098	0.6238	0.0441	0.4016	0.3849	0.8133E 03	0.9640E 03	0.1778E 04	9.89	280
300	2.094	0.1871	0.1176	0.6289	0.0464	0.3945	0.3770	0.7951E 03	0.9979E 03	0.1795E 04	9.69	300
320	2.233	0.1981	0.1255	0.6334	0.0487	0.3881	0.3695	0.7782E 03	0.1031E 04	0.1809E 04	9.49	320
340	2.373	0.2091	0.1334	0.6377	0.0508	0.3808	0.3624	0.7617E 03	0.1062E 04	0.1824E 04	9.31	340
360	2.512	0.2201	0.1412	0.6417	0.0529	0.3745	0.3557	0.7459E 03	0.1093E 04	0.1839E 04	9.14	360
380	2.652	0.2309	0.1490	0.6455	0.0549	0.3687	0.3492	0.7296E 03	0.1123E 04	0.1853E 04	8.97	380
400	2.792	0.2416	0.1569	0.6492	0.0570	0.3631	0.3431	0.7141E 03	0.1152E 04	0.1866E 04	8.81	400
420	2.931	0.2523	0.1646	0.6526	0.0590	0.3586	0.3372	0.6988E 03	0.1181E 04	0.1880E 04	8.67	420
440	3.071	0.2629	0.1725	0.6560	0.0611	0.3543	0.3315	0.6840E 03	0.1208E 04	0.1892E 04	8.52	440
460	3.210	0.2734	0.1803	0.6593	0.0631	0.3499	0.3261	0.6694E 03	0.1236E 04	0.1905E 04	8.38	460
480	3.350	0.2839	0.1881	0.6627	0.0649	0.3451	0.3209	0.6552E 03	0.1262E 04	0.1917E 04	8.25	480
500	3.489	0.2942	0.1959	0.6659	0.0667	0.3405	0.3159	0.6412E 03	0.1288E 04	0.1929E 04	8.12	500
520	3.629	0.3045	0.2037	0.6690	0.0687	0.3370	0.3110	0.6277E 03	0.1314E 04	0.1941E 04	8.00	520
540	3.769	0.3147	0.2115	0.6721	0.0706	0.3335	0.3064	0.6144E 03	0.1339E 04	0.1953E 04	7.88	540
560	3.908	0.3249	0.2193	0.6752	0.0725	0.3304	0.3019	0.6019E 03	0.1363E 04	0.1965E 04	7.77	560
580	4.048	0.3350	0.2272	0.6782	0.0742	0.3268	0.2975	0.5888E 03	0.1387E 04	0.1977E 04	7.65	580
600	4.187	0.3450	0.2350	0.6812	0.0760	0.3233	0.2933	0.5766E 03	0.1411E 04	0.1988E 04	7.55	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	4.327	0.3550	0.2428	0.6841	0.0777	0.3198	0.2893	0.5644E 03	0.1435E 04	0.1999E 04	7.44	620
640	4.466	0.3649	0.2507	0.6870	0.0793	0.3164	0.2853	0.5530E 03	0.1457E 04	0.2010E 04	7.34	640
660	4.606	0.3748	0.2585	0.6898	0.0809	0.3131	0.2815	0.5417E 03	0.1480E 04	0.2022E 04	7.24	660
680	4.746	0.3846	0.2664	0.6925	0.0826	0.3100	0.2778	0.5307E 03	0.1502E 04	0.2033E 04	7.15	680
700	4.885	0.3944	0.2742	0.6952	0.0843	0.3073	0.2742	0.5201E 03	0.1524E 04	0.2044E 04	7.05	700
720	5.025	0.4041	0.2820	0.6978	0.0859	0.3047	0.2707	0.5097E 03	0.1546E 04	0.2056E 04	6.97	720
740	5.164	0.4137	0.2898	0.7004	0.0875	0.3014	0.2673	0.4997E 03	0.1567E 04	0.2067E 04	6.88	740
760	5.304	0.4233	0.2976	0.7030	0.0890	0.2992	0.2641	0.4901E 03	0.1588E 04	0.2078E 04	6.79	760
780	5.444	0.4329	0.3054	0.7055	0.0905	0.2964	0.2608	0.4807E 03	0.1609E 04	0.2089E 04	6.71	780
800	5.583	0.4424	0.3132	0.7079	0.0920	0.2937	0.2577	0.4717E 03	0.1630E 04	0.2101E 04	6.63	800
820	5.723	0.4519	0.3210	0.7104	0.0934	0.2910	0.2547	0.4630E 03	0.1650E 04	0.2113E 04	6.56	820
840	5.862	0.4613	0.3288	0.7127	0.0948	0.2883	0.2518	0.4546E 03	0.1670E 04	0.2124E 04	6.48	840
860	6.002	0.4707	0.3366	0.7150	0.0962	0.2857	0.2489	0.4466E 03	0.1690E 04	0.2136E 04	6.41	860
880	6.141	0.4800	0.3443	0.7173	0.0975	0.2830	0.2461	0.4389E 03	0.1709E 04	0.2148E 04	6.34	880
900	6.281	0.4893	0.3521	0.7196	0.0989	0.2809	0.2433	0.4315E 03	0.1728E 04	0.2160E 04	6.27	900
920	6.421	0.4985	0.3598	0.7218	0.1002	0.2785	0.2407	0.4244E 03	0.1747E 04	0.2172E 04	6.20	920
940	6.560	0.5077	0.3675	0.7239	0.1015	0.2761	0.2381	0.4177E 03	0.1766E 04	0.2184E 04	6.14	940
960	6.700	0.5168	0.3752	0.7260	0.1027	0.2738	0.2355	0.4113E 03	0.1785E 04	0.2196E 04	6.07	960
980	6.839	0.5259	0.3829	0.7281	0.1021	0.2667	0.2330	0.4052E 03	0.1804E 04	0.2209E 04	6.01	980
1000	6.979	0.5349	0.3905	0.7301	0.1033	0.2646	0.2306	0.3994E 03	0.1822E 04	0.2221E 04	5.95	1000
1050	7.328	0.5571	0.4094	0.7350	0.1084	0.2647	0.2248	0.3865E 03	0.1867E 04	0.2253E 04	5.81	1050
1100	7.677	0.5790	0.4282	0.7396	0.1115	0.2604	0.2193	0.3755E 03	0.1911E 04	0.2286E 04	5.68	1100
1150	8.026	0.6005	0.4468	0.7439	0.1144	0.2562	0.2141	0.3667E 03	0.1954E 04	0.2320E 04	5.55	1150
1200	8.375	0.6218	0.4651	0.7480	0.1172	0.2519	0.2091	0.3598E 03	0.1996E 04	0.2356E 04	5.44	1200
1250	8.724	0.6428	0.4832	0.7518	0.1198	0.2478	0.2044	0.3550E 03	0.2037E 04	0.2392E 04	5.33	1250
1300	9.073	0.6634	0.5011	0.7554	0.1222	0.2438	0.1999	0.3522E 03	0.2077E 04	0.2429E 04	5.22	1300
1350	9.421	0.6837	0.5187	0.7586	0.1244	0.2399	0.1956	0.3515E 03	0.2117E 04	0.2468E 04	5.13	1350
1400	9.770	0.7037	0.5360	0.7617	0.1266	0.2361	0.1915	0.3528E 03	0.2156E 04	0.2508E 04	5.04	1400
1450	10.119	0.7235	0.5530	0.7644	0.1286	0.2326	0.1876	0.3529E 03	0.2194E 04	0.2547E 04	4.96	1450
1500	10.468	0.7429	0.5698	0.7670	0.1301	0.2282	0.1839	0.3547E 03	0.2231E 04	0.2579E 04	4.88	1500
1550	10.817	0.7622	0.5865	0.7695	0.1325	0.2254	0.1803	0.3421E 03	0.2268E 04	0.2610E 04	4.80	1550
1600	11.166	0.7812	0.6030	0.7719	0.1341	0.2223	0.1768	0.3368E 03	0.2304E 04	0.2641E 04	4.73	1600
1650	11.515	0.8000	0.6194	0.7742	0.1359	0.2194	0.1735	0.3315E 03	0.2340E 04	0.2672E 04	4.66	1650
1700	11.864	0.8185	0.6355	0.7764	0.1379	0.2170	0.1704	0.3263E 03	0.2375E 04	0.2702E 04	4.59	1700
1750	12.213	0.8370	0.6516	0.7786	0.1385	0.2125	0.1673	0.3212E 03	0.2410E 04	0.2731E 04	4.53	1750
1800	12.562	0.8552	0.6676	0.7807	0.1408	0.2108	0.1644	0.3162E 03	0.2444E 04	0.2760E 04	4.47	1800
1850	12.911	0.8731	0.6834	0.7827	0.1426	0.2087	0.1615	0.3112E 03	0.2478E 04	0.2789E 04	4.41	1850
1900	13.260	0.8908	0.6990	0.7847	0.1447	0.2070	0.1588	0.3063E 03	0.2511E 04	0.2818E 04	4.35	1900
1950	13.609	0.9082	0.7144	0.7866	0.1469	0.2056	0.1562	0.3015E 03	0.2544E 04	0.2846E 04	4.30	1950
2000	13.958	0.9255	0.7297	0.7884	0.1492	0.2045	0.1536	0.2968E 03	0.2576E 04	0.2873E 04	4.24	2000

\* END OF FORTRAN \*

## JAERI-M 6094

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\*\*\* TARGET... NB. ION... AR=40 \*\*\*\*\*

Z1= 18 M1= 39.962 Z2= 41 M2= 92.906 M2/M1= 2.325 K= 0.2434  
 C1= 0.5829E-01(MICRONS) C2= 0.1405E 03(KEV) C2/C1= 0.2411E 04(KEV/MICRON)  
 D= 8.560(G/CM\*\*3) N= 0.5549E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.8412E 00 ED= 60.0(EV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.142	0.0231	0.0114	0.4929	0.0071	0.6204	0.6041	0.9438E 03	0.2213E 03	0.1165E 04	12.74	20
40	0.285	0.0391	0.0202	0.5168	0.0109	0.5410	0.5622	0.9914E 03	0.3130E 03	0.1304E 04	13.37	40
60	0.427	0.0538	0.0289	0.5365	0.0149	0.5176	0.5337	0.9706E 03	0.3834E 03	0.1334E 04	13.33	60
80	0.569	0.0683	0.0377	0.5523	0.0187	0.4960	0.5121	0.9411E 03	0.4427E 03	0.1384E 04	13.03	80
100	0.712	0.0826	0.0466	0.5645	0.0223	0.4792	0.4923	0.9126E 03	0.4949E 03	0.1408E 04	12.69	100
120	0.854	0.0966	0.0555	0.5747	0.0259	0.4657	0.4760	0.8852E 03	0.5421E 03	0.1427E 04	12.36	120
140	0.996	0.1105	0.0644	0.5840	0.0292	0.4529	0.4614	0.8588E 03	0.5856E 03	0.1444E 04	12.02	140
160	1.139	0.1242	0.0736	0.5926	0.0327	0.4439	0.4483	0.8334E 03	0.6240E 03	0.1459E 04	11.71	160
180	1.281	0.1377	0.0827	0.6005	0.0359	0.4344	0.4363	0.8090E 03	0.6640E 03	0.1473E 04	11.41	180
200	1.423	0.1511	0.0918	0.6078	0.0389	0.4255	0.4252	0.7857E 03	0.6999E 03	0.1486E 04	11.13	200
220	1.566	0.1643	0.1010	0.6145	0.0422	0.4177	0.4149	0.7633E 03	0.7341E 03	0.1497E 04	10.86	220
240	1.708	0.1775	0.1102	0.6207	0.0452	0.4105	0.4054	0.7420E 03	0.7667E 03	0.1509E 04	10.61	240
260	1.851	0.1905	0.1194	0.6265	0.0482	0.4036	0.3964	0.7217E 03	0.7990E 03	0.1520E 04	10.37	260
280	1.993	0.2035	0.1286	0.6319	0.0510	0.3964	0.3879	0.7024E 03	0.8281E 03	0.1531E 04	10.15	280
300	2.135	0.2165	0.1379	0.6368	0.0536	0.3892	0.3800	0.6871E 03	0.8572E 03	0.1544E 04	9.93	300
320	2.278	0.2293	0.1471	0.6413	0.0563	0.3829	0.3724	0.6722E 03	0.8853E 03	0.1558E 04	9.74	320
340	2.420	0.2421	0.1563	0.6455	0.0587	0.3753	0.3652	0.6577E 03	0.9126E 03	0.1570E 04	9.55	340
360	2.562	0.2548	0.1655	0.6494	0.0611	0.3691	0.3584	0.6434E 03	0.9390E 03	0.1582E 04	9.37	360
380	2.705	0.2674	0.1746	0.6532	0.0635	0.3635	0.3519	0.6294E 03	0.9648E 03	0.1594E 04	9.20	380
400	2.847	0.2799	0.1838	0.6567	0.0658	0.3583	0.3457	0.6158E 03	0.9898E 03	0.1606E 04	9.04	400
420	2.989	0.2923	0.1929	0.6601	0.0683	0.3538	0.3397	0.6024E 03	0.1014E 04	0.1617E 04	8.89	420
440	3.132	0.3046	0.2021	0.6635	0.0706	0.3495	0.3340	0.5893E 03	0.1038E 04	0.1627E 04	8.74	440
460	3.274	0.3168	0.2113	0.6669	0.0728	0.3448	0.3286	0.5765E 03	0.1061E 04	0.1638E 04	8.60	460
480	3.416	0.3290	0.2204	0.6701	0.0750	0.3400	0.3233	0.5640E 03	0.1084E 04	0.1648E 04	8.46	480
500	3.559	0.3410	0.2296	0.6733	0.0771	0.3360	0.3182	0.5518E 03	0.1107E 04	0.1658E 04	8.33	500
520	3.701	0.3529	0.2387	0.6765	0.0793	0.3331	0.3133	0.5399E 03	0.1129E 04	0.1668E 04	8.20	520
540	3.843	0.3648	0.2479	0.6795	0.0817	0.3294	0.3086	0.5283E 03	0.1150E 04	0.1678E 04	8.08	540
560	3.986	0.3766	0.2571	0.6826	0.0838	0.3258	0.3041	0.5170E 03	0.1171E 04	0.1688E 04	7.96	560
580	4.128	0.3884	0.2663	0.6856	0.0858	0.3222	0.2997	0.5060E 03	0.1192E 04	0.1698E 04	7.84	580
600	4.270	0.4001	0.2755	0.6885	0.0878	0.3186	0.2955	0.4952E 03	0.1212E 04	0.1708E 04	7.73	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	4.413	0.4117	0.2847	0.6914	0.0897	0.3152	0.2914	0.4848E 03	0.1232E 04	0.1717E 04	7.62	620
640	4.555	0.4233	0.2939	0.6943	0.0916	0.3118	0.2874	0.4747E 03	0.1252E 04	0.1727E 04	7.52	640
660	4.697	0.4348	0.3031	0.6971	0.0935	0.3085	0.2835	0.4648E 03	0.1271E 04	0.1736E 04	7.42	660
680	4.840	0.4462	0.3123	0.6997	0.0955	0.3058	0.2798	0.4553E 03	0.1291E 04	0.1746E 04	7.32	680
700	4.982	0.4576	0.3214	0.7024	0.0974	0.3031	0.2762	0.4460E 03	0.1309E 04	0.1755E 04	7.23	700
720	5.124	0.4689	0.3306	0.7050	0.0993	0.3004	0.2727	0.4371E 03	0.1328E 04	0.1765E 04	7.14	720
740	5.267	0.4801	0.3397	0.7076	0.1011	0.2977	0.2693	0.4284E 03	0.1346E 04	0.1775E 04	7.05	740
760	5.409	0.4913	0.3489	0.7101	0.1029	0.2949	0.2659	0.4201E 03	0.1364E 04	0.1784E 04	6.96	760
780	5.552	0.5025	0.3581	0.7126	0.1046	0.2922	0.2627	0.4120E 03	0.1382E 04	0.1794E 04	6.88	780
800	5.694	0.5136	0.3672	0.7150	0.1063	0.2894	0.2596	0.4042E 03	0.1400E 04	0.1804E 04	6.79	800
820	5.836	0.5246	0.3764	0.7174	0.1079	0.2867	0.2565	0.3967E 03	0.1417E 04	0.1814E 04	6.71	820
840	5.979	0.5356	0.3855	0.7197	0.1095	0.2840	0.2535	0.3896E 03	0.1434E 04	0.1824E 04	6.64	840
860	6.121	0.5465	0.3946	0.7220	0.1111	0.2816	0.2506	0.3827E 03	0.1451E 04	0.1834E 04	6.56	860
880	6.263	0.5574	0.4037	0.7243	0.1127	0.2792	0.2478	0.3761E 03	0.1468E 04	0.1844E 04	6.49	880
900	6.406	0.5682	0.4128	0.7265	0.1142	0.2767	0.2450	0.3698E 03	0.1485E 04	0.1855E 04	6.42	900
920	6.548	0.5789	0.4218	0.7287	0.1157	0.2743	0.2423	0.3638E 03	0.1501E 04	0.1865E 04	6.35	920
940	6.690	0.5896	0.4309	0.7308	0.1172	0.2720	0.2397	0.3581E 03	0.1517E 04	0.1875E 04	6.28	940
960	6.833	0.6002	0.4399	0.7329	0.1186	0.2696	0.2371	0.3527E 03	0.1533E 04	0.1886E 04	6.22	960
980	6.975	0.6108	0.4489	0.7349	0.1180	0.2679	0.2346	0.3475E 03	0.1549E 04	0.1897E 04	6.16	980
1000	7.117	0.6212	0.4578	0.7369	0.1215	0.2655	0.2322	0.3427E 03	0.1565E 04	0.1908E 04	6.09	1000
1050	7.473	0.6471	0.4799	0.7417	0.1253	0.2612	0.2263	0.3319E 03	0.1604E 04	0.1936E 04	5.95	1050
1100	7.829	0.6725	0.5018	0.7462	0.1289	0.2569	0.2208	0.3230E 03	0.1641E 04	0.1964E 04	5.81	1100
1150	8.185	0.6977	0.5235	0.7504	0.1323	0.2526	0.2155	0.3160E 03	0.1678E 04	0.1994E 04	5.69	1150
1200	8.541	0.7224	0.5449	0.7544	0.1354	0.2484	0.2105	0.3107E 03	0.1714E 04	0.2025E 04	5.57	1200
1250	8.897	0.7468	0.5661	0.7581	0.1383	0.2443	0.2057	0.3073E 03	0.1750E 04	0.2057E 04	5.46	1250
1300	9.253	0.7708	0.5869	0.7615	0.1410	0.2403	0.2012	0.3058E 03	0.1784E 04	0.2090E 04	5.35	1300
1350	9.608	0.7944	0.6074	0.7646	0.1436	0.2364	0.1969	0.3061E 03	0.1818E 04	0.2125E 04	5.26	1350
1400	9.964	0.8177	0.6276	0.7675	0.1460	0.2326	0.1927	0.3082E 03	0.1852E 04	0.2160E 04	5.17	1400
1450	10.320	0.8406	0.6474	0.7702	0.1482	0.2288	0.1888	0.3042E 03	0.1885E 04	0.2189E 04	5.08	1450
1500	10.676	0.8632	0.6670	0.7727	0.1506	0.2258	0.1850	0.2994E 03	0.1917E 04	0.2216E 04	5.00	1500
1550	11.032	0.8857	0.6865	0.7751	0.1524	0.2220	0.1814	0.2947E 03	0.1948E 04	0.2243E 04	4.92	1550
1600	11.388	0.9078	0.7058	0.7774	0.1545	0.2189	0.1779	0.2900E 03	0.1980E 04	0.2270E 04	4.85	1600
1650	11.744	0.9297	0.7248	0.7797	0.1568	0.2163	0.1746	0.2854E 03	0.2010E 04	0.2296E 04	4.78	1650
1700	12.100	0.9513	0.7438	0.7818	0.1588	0.2135	0.1714	0.2808E 03	0.2041E 04	0.2321E 04	4.71	1700
1750	12.455	0.9728	0.7626	0.7840	0.1603	0.2102	0.1683	0.2763E 03	0.2070E 04	0.2347E 04	4.64	1750
1800	12.811	0.9939	0.7812	0.7860	0.1623	0.2078	0.1654	0.2719E 03	0.2100E 04	0.2372E 04	4.58	1800
1850	13.167	1.0147	0.7996	0.7880	0.1647	0.2060	0.1625	0.2676E 03	0.2129E 04	0.2396E 04	4.52	1850
1900	13.523	1.0352	0.8178	0.7899	0.1673	0.2045	0.1598	0.2633E 03	0.2157E 04	0.2421E 04	4.46	1900
1950	13.879	1.0555	0.8357	0.7918	0.1699	0.2033	0.1571	0.2590E 03	0.2185E 04	0.2444E 04	4.40	1950
2000	14.235	1.0758	0.8538	0.7937	0.1714	0.2008	0.1546	0.2549E 03	0.2213E 04	0.2468E 04	4.35	2000

\* END OF FORTRAN \*



\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\*\* TARGET... V... ION... AR=40 \*\*\*\*\*

Z1= 18 M1= 39.962 Z2= 23 M2= 30.941 M2/M1= 1.275 K= 0.1651  
 C1= 0.3210E-01(MICRONS) C2= 0.8781E 02(KEV) C2/C1= 0.2735E 04(KEV/MICRON)  
 D= 2.800(G/CM\*\*3) N= 0.6857E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.9824E 00 ED= 40.0(KEV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.228	0.0191	0.0123	0.6212	0.0054	0.4304	0.6674	0.1113E 04	0.2125E 03	0.1329E 04	13.62	20
40	0.436	0.0334	0.0226	0.6774	0.0093	0.4086	0.6232	0.1095E 04	0.3048E 03	0.1399E 04	16.06	40
60	0.683	0.0476	0.0330	0.6949	0.0129	0.3902	0.5918	0.1042E 04	0.3733E 03	0.1412E 04	12.87	60
80	0.911	0.0616	0.0436	0.7072	0.0164	0.3759	0.5665	0.9924E 03	0.4310E 03	0.1423E 04	15.17	80
100	1.139	0.0756	0.0542	0.7177	0.0197	0.3631	0.5450	0.9927E 03	0.4919E 03	0.1428E 04	14.62	100
120	1.367	0.0894	0.0650	0.7270	0.0229	0.3527	0.5260	0.9020E 03	0.5279E 03	0.1430E 04	14.16	120
140	1.594	0.1033	0.0759	0.7350	0.0261	0.3442	0.5091	0.8613E 03	0.5702E 03	0.1431E 04	13.69	140
160	1.822	0.1171	0.0869	0.7420	0.0292	0.3393	0.4937	0.8235E 03	0.6036E 03	0.1433E 04	13.26	160
180	2.050	0.1309	0.0980	0.7481	0.0324	0.3305	0.4796	0.7900E 03	0.6466E 03	0.1437E 04	12.85	180
200	2.278	0.1448	0.1091	0.7533	0.0351	0.3219	0.4666	0.7628E 03	0.6815E 03	0.1444E 04	12.48	200
220	2.505	0.1586	0.1202	0.7579	0.0375	0.3120	0.4545	0.7366E 03	0.7148E 03	0.1451E 04	12.13	220
240	2.733	0.1723	0.1313	0.7620	0.0400	0.3045	0.4432	0.7111E 03	0.7466E 03	0.1458E 04	11.81	240
260	2.961	0.1860	0.1423	0.7658	0.0423	0.2983	0.4326	0.6866E 03	0.7771E 03	0.1464E 04	11.52	260
280	3.189	0.1997	0.1536	0.7694	0.0450	0.2930	0.4226	0.6629E 03	0.8064E 03	0.1469E 04	11.23	280
300	3.416	0.2132	0.1648	0.7730	0.0466	0.2827	0.4132	0.6400E 03	0.8347E 03	0.1475E 04	10.97	300
320	3.644	0.2267	0.1760	0.7765	0.0490	0.2782	0.4043	0.6180E 03	0.8621E 03	0.1480E 04	10.72	320
340	3.872	0.2401	0.1873	0.7799	0.0520	0.2776	0.3959	0.5969E 03	0.8886E 03	0.1484E 04	10.48	340
360	4.100	0.2535	0.1983	0.7832	0.0542	0.2731	0.3878	0.5765E 03	0.9144E 03	0.1491E 04	10.25	360
380	4.327	0.2668	0.2099	0.7865	0.0564	0.2685	0.3802	0.5572E 03	0.9394E 03	0.1497E 04	10.04	380
400	4.555	0.2802	0.2212	0.7897	0.0586	0.2647	0.3728	0.5386E 03	0.9638E 03	0.1502E 04	9.83	400
420	4.783	0.2934	0.2326	0.7927	0.0607	0.2608	0.3659	0.5209E 03	0.9876E 03	0.1509E 04	9.64	420
440	5.011	0.3065	0.2439	0.7957	0.0629	0.2577	0.3592	0.5041E 03	0.1011E 04	0.1515E 04	9.45	440
460	5.238	0.3197	0.2551	0.7986	0.0649	0.2544	0.3528	0.4881E 03	0.1024E 04	0.1522E 04	9.27	460
480	5.466	0.3327	0.2667	0.8014	0.0669	0.2509	0.3466	0.4730E 03	0.1036E 04	0.1529E 04	9.10	480
500	5.694	0.3458	0.2781	0.8042	0.0688	0.2474	0.3407	0.4587E 03	0.1048E 04	0.1536E 04	8.93	500
520	5.922	0.3588	0.2895	0.8068	0.0704	0.2433	0.3350	0.4453E 03	0.1059E 04	0.1544E 04	8.78	520
540	6.149	0.3717	0.3008	0.8094	0.0722	0.2400	0.3295	0.4327E 03	0.1120E 04	0.1553E 04	8.63	540
560	6.377	0.3845	0.3122	0.8119	0.0739	0.2368	0.3243	0.4210E 03	0.1130E 04	0.1561E 04	8.48	560
580	6.605	0.3973	0.3235	0.8143	0.0756	0.2337	0.3192	0.4102E 03	0.1161E 04	0.1571E 04	8.34	580
600	6.833	0.4100	0.3348	0.8167	0.0773	0.2308	0.3142	0.4002E 03	0.1180E 04	0.1581E 04	8.21	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	7.060	0.4226	0.3461	0.8190	0.0789	0.2279	0.3095	0.3911E 03	0.1200E 04	0.1591E 04	8.09	620
640	7.288	0.4350	0.3572	0.8211	0.0807	0.2260	0.3049	0.3828E 03	0.1219E 04	0.1602E 04	7.97	640
660	7.516	0.4474	0.3683	0.8232	0.0825	0.2240	0.3005	0.3754E 03	0.1238E 04	0.1613E 04	7.85	660
680	7.744	0.4597	0.3793	0.8252	0.0844	0.2225	0.2962	0.3688E 03	0.1257E 04	0.1624E 04	7.74	680
700	7.971	0.4719	0.3903	0.8272	0.0860	0.2204	0.2920	0.3631E 03	0.1275E 04	0.1635E 04	7.64	700
720	8.199	0.4840	0.4012	0.8290	0.0876	0.2183	0.2879	0.3583E 03	0.1293E 04	0.1651E 04	7.54	720
740	8.427	0.4960	0.4121	0.8308	0.0891	0.2161	0.2840	0.3543E 03	0.1311E 04	0.1662E 04	7.44	740
760	8.655	0.5079	0.4228	0.8325	0.0905	0.2140	0.2802	0.3511E 03	0.1329E 04	0.1680E 04	7.35	760
780	8.882	0.5197	0.4332	0.8341	0.0918	0.2118	0.2765	0.3489E 03	0.1346E 04	0.1695E 04	7.26	780
800	9.110	0.5314	0.4440	0.8357	0.0931	0.2097	0.2729	0.3474E 03	0.1363E 04	0.1711E 04	7.17	800
820	9.338	0.5430	0.4545	0.8371	0.0944	0.2076	0.2694	0.3469E 03	0.1380E 04	0.1727E 04	7.09	820
840	9.566	0.5545	0.4649	0.8384	0.0955	0.2055	0.2661	0.3472E 03	0.1397E 04	0.1744E 04	7.01	840
860	9.793	0.5659	0.4752	0.8397	0.0967	0.2035	0.2627	0.3483E 03	0.1413E 04	0.1762E 04	6.94	860
880	10.021	0.5771	0.4853	0.8409	0.0978	0.2015	0.2595	0.3498E 03	0.1429E 04	0.1779E 04	6.86	880
900	10.249	0.5883	0.4954	0.8420	0.0989	0.1996	0.2564	0.3483E 03	0.1446E 04	0.1792E 04	6.79	900
920	10.477	0.5994	0.5054	0.8431	0.0998	0.1974	0.2534	0.3482E 03	0.1462E 04	0.1805E 04	6.73	920
940	10.704	0.6104	0.5153	0.8442	0.1007	0.1955	0.2504	0.3393E 03	0.1478E 04	0.1817E 04	6.66	940
960	10.932	0.6214	0.5252	0.8452	0.1017	0.1936	0.2475	0.3359E 03	0.1493E 04	0.1829E 04	6.60	960
980	11.160	0.6324	0.5351	0.8462	0.1024	0.1914	0.2447	0.3324E 03	0.1509E 04	0.1841E 04	6.53	980
1000	11.388	0.6432	0.5449	0.8472	0.1034	0.1897	0.2419	0.3291E 03	0.1524E 04	0.1853E 04	6.47	1000
1050	11.927	0.6659	0.5690	0.8495	0.1061	0.1865	0.2353	0.3207E 03	0.1562E 04	0.1862E 04	6.33	1050
1100	12.466	0.6963	0.5931	0.8518	0.1073	0.1809	0.2290	0.3126E 03	0.1598E 04	0.1911E 04	6.19	1100
1150	13.006	0.7222	0.6167	0.8539	0.1101	0.1785	0.2231	0.3040E 03	0.1634E 04	0.1939E 04	6.07	1150
1200	13.665	0.7475	0.6398	0.8560	0.1135	0.1774	0.2176	0.2968E 03	0.1669E 04	0.1966E 04	5.95	1200
1250	14.235	0.7726	0.6628	0.8580	0.1160	0.1750	0.2123	0.2892E 03	0.1704E 04	0.1993E 04	5.84	1250
1300	14.804	0.7975	0.6858	0.8599	0.1173	0.1710	0.2072	0.2818E 03	0.1738E 04	0.2019E 04	5.73	1300
1350	15.373	0.8221	0.7085	0.8618	0.1188	0.1677	0.2025	0.2745E 03	0.1771E 04	0.2045E 04	5.63	1350
1400	15.943	0.8463	0.7308	0.8636	0.1209	0.1654	0.1979	0.2675E 03	0.1803E 04	0.2071E 04	5.53	1400
1450	16.512	0.8700	0.7529	0.8653	0.1235	0.1640	0.1938	0.2606E 03	0.1835E 04	0.2096E 04	5.44	1450
1500	17.081	0.8934	0.7746	0.8670	0.1266	0.1634	0.1894	0.2539E 03	0.1866E 04	0.2120E 04	5.35	1500
1550	17.651	0.9166	0.7962	0.8687	0.1291	0.1621	0.1855	0.2474E 03	0.1897E 04	0.2145E 04	5.26	1550
1600	18.220	0.9399	0.8180	0.8703	0.1324	0.1617	0.1817	0.2410E 03	0.1928E 04	0.2169E 04	5.18	1600
1650	18.790	0.9629	0.8396	0.8719	0.1296	0.1544	0.1780	0.2349E 03	0.1958E 04	0.2192E 04	5.10	1650
1700	19.359	0.9856	0.8609	0.8735	0.1304	0.1514	0.1742	0.2289E 03	0.1987E 04	0.2216E 04	5.03	1700
1750	19.928	1.0081	0.8820	0.8749	0.1312	0.1488	0.1712	0.2231E 03	0.2016E 04	0.2239E 04	4.95	1750
1800	20.498	1.0302	0.9029	0.8764	0.1324	0.1467	0.1680	0.2175E 03	0.2045E 04	0.2262E 04	4.88	1800
1850	21.067	1.0521	0.9226	0.8778	0.1339	0.1449	0.1649	0.2121E 03	0.2073E 04	0.2285E 04	4.82	1850
1900	21.637	1.0737	0.9440	0.8792	0.1358	0.1438	0.1619	0.2068E 03	0.2101E 04	0.2307E 04	4.75	1900
1950	22.206	1.0951	0.9642	0.8805	0.1382	0.1433	0.1591	0.2017E 03	0.2128E 04	0.2330E 04	4.69	1950
2000	22.775	1.1161	0.9841	0.8817	0.1411	0.1434	0.1563	0.1969E 03	0.2155E 04	0.2352E 04	4.63	2000

\* END OF FORTNAN \*

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\*\* TARGET... FE... ION... AR=0 \*\*\*\*\*

Z1= 18 M1= 39.962 Z2= 26 M2= 55.847 M2/M1= 1.397 K= 0.1754  
 C1= 0.2753E-01(MICRONS) C2= 0.9761E 02(KEV) C2/C1= 0.3546E 04(KKEV/MICRON)  
 D= 7.860(G/CM\*\*3) N= 0.8476E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.9725E 00 ED= 40.0(EV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	MPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.205	0.0150	0.0094	0.6277	0.0043	0.4515	0.6599	0.1432E 04	0.2815E 03	0.1713E 04	16.33	20
40	0.410	0.0260	0.0170	0.6532	0.0073	0.4315	0.6165	0.1433E 04	0.3981E 03	0.1831E 04	17.13	40
60	0.615	0.0367	0.0247	0.6716	0.0101	0.4110	0.5859	0.1371E 04	0.4876E 03	0.1858E 04	18.81	60
80	0.820	0.0474	0.0325	0.6842	0.0129	0.3965	0.5613	0.1312E 04	0.5805E 03	0.1875E 04	16.32	80
100	1.025	0.0580	0.0403	0.6949	0.0154	0.3815	0.5404	0.1256E 04	0.6294E 03	0.1885E 04	15.81	100
120	1.229	0.0685	0.0483	0.7043	0.0179	0.3713	0.5221	0.1203E 04	0.6895E 03	0.1892E 04	15.31	120
140	1.434	0.0790	0.0563	0.7127	0.0203	0.3609	0.5057	0.1153E 04	0.7448E 03	0.1898E 04	14.83	140
160	1.639	0.0894	0.0644	0.7200	0.0228	0.3535	0.4908	0.1107E 04	0.7962E 03	0.1903E 04	14.39	160
180	1.844	0.0998	0.0725	0.7265	0.0253	0.3486	0.4772	0.1063E 04	0.8445E 03	0.1907E 04	13.98	180
200	2.049	0.1102	0.0807	0.7323	0.0275	0.3403	0.4646	0.1024E 04	0.8902E 03	0.1914E 04	13.58	200
220	2.254	0.1206	0.0889	0.7373	0.0295	0.3323	0.4529	0.9925E 03	0.9336E 03	0.1926E 04	13.22	220
240	2.459	0.1309	0.0971	0.7418	0.0314	0.3231	0.4420	0.9617E 03	0.9751E 03	0.1937E 04	12.88	240
260	2.664	0.1412	0.1053	0.7458	0.0333	0.3160	0.4317	0.9318E 03	0.1015E 04	0.1947E 04	12.57	260
280	2.869	0.1515	0.1135	0.7495	0.0351	0.3095	0.4220	0.9028E 03	0.1053E 04	0.1956E 04	12.28	280
300	3.074	0.1617	0.1217	0.7530	0.0370	0.3043	0.4129	0.8747E 03	0.1090E 04	0.1965E 04	12.00	300
320	3.278	0.1718	0.1300	0.7565	0.0383	0.2948	0.4042	0.8475E 03	0.1126E 04	0.1973E 04	11.74	320
340	3.483	0.1819	0.1382	0.7600	0.0400	0.2891	0.3960	0.8212E 03	0.1161E 04	0.1982E 04	11.49	340
360	3.688	0.1919	0.1465	0.7632	0.0418	0.2832	0.3882	0.7958E 03	0.1194E 04	0.1990E 04	11.26	360
380	3.893	0.2019	0.1548	0.7665	0.0435	0.2811	0.3807	0.7713E 03	0.1227E 04	0.1998E 04	11.03	380
400	4.098	0.2118	0.1631	0.7697	0.0451	0.2766	0.3736	0.7477E 03	0.1259E 04	0.2007E 04	10.81	400
420	4.303	0.2218	0.1714	0.7728	0.0466	0.2722	0.3668	0.7249E 03	0.1290E 04	0.2015E 04	10.61	420
440	4.508	0.2316	0.1797	0.7758	0.0490	0.2725	0.3603	0.7031E 03	0.1320E 04	0.2023E 04	10.41	440
460	4.713	0.2415	0.1881	0.7788	0.0503	0.2687	0.3540	0.6822E 03	0.1350E 04	0.2032E 04	10.22	460
480	4.918	0.2512	0.1964	0.7817	0.0522	0.2659	0.3480	0.6622E 03	0.1379E 04	0.2041E 04	10.04	480
500	5.123	0.2610	0.2047	0.7845	0.0539	0.2651	0.3423	0.6431E 03	0.1407E 04	0.2051E 04	9.86	500
520	5.327	0.2707	0.2131	0.7872	0.0554	0.2599	0.3367	0.6249E 03	0.1435E 04	0.2060E 04	9.69	520
540	5.532	0.2803	0.2214	0.7899	0.0568	0.2567	0.3313	0.6076E 03	0.1463E 04	0.2070E 04	9.53	540
560	5.737	0.2899	0.2298	0.7925	0.0582	0.2531	0.3262	0.5912E 03	0.1490E 04	0.2081E 04	9.38	560
580	5.942	0.2995	0.2381	0.7950	0.0594	0.2496	0.3212	0.5757E 03	0.1516E 04	0.2092E 04	9.23	580
600	6.147	0.3091	0.2465	0.7975	0.0607	0.2465	0.3164	0.5611E 03	0.1542E 04	0.2103E 04	9.09	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	MPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	6.352	0.3185	0.2548	0.7999	0.0620	0.2435	0.3117	0.5474E 03	0.1567E 04	0.2115E 04	8.95	620
640	6.557	0.3280	0.2631	0.8022	0.0633	0.2406	0.3072	0.5346E 03	0.1592E 04	0.2127E 04	8.82	640
660	6.762	0.3373	0.2714	0.8045	0.0645	0.2378	0.3029	0.5227E 03	0.1617E 04	0.2140E 04	8.69	660
680	6.967	0.3466	0.2796	0.8067	0.0657	0.2351	0.2986	0.5117E 03	0.1641E 04	0.2153E 04	8.57	680
700	7.172	0.3559	0.2878	0.8088	0.0670	0.2329	0.2945	0.5015E 03	0.1665E 04	0.2167E 04	8.45	700
720	7.376	0.3650	0.2960	0.8108	0.0684	0.2310	0.2906	0.4923E 03	0.1689E 04	0.2181E 04	8.34	720
740	7.581	0.3741	0.3041	0.8128	0.0696	0.2291	0.2867	0.4840E 03	0.1712E 04	0.2196E 04	8.23	740
760	7.786	0.3831	0.3121	0.8147	0.0709	0.2271	0.2830	0.4766E 03	0.1735E 04	0.2212E 04	8.13	760
780	7.991	0.3921	0.3202	0.8165	0.0721	0.2251	0.2793	0.4701E 03	0.1758E 04	0.2228E 04	8.03	780
800	8.196	0.4010	0.3281	0.8183	0.0732	0.2230	0.2758	0.4645E 03	0.1780E 04	0.2245E 04	7.93	800
820	8.401	0.4098	0.3361	0.8200	0.0742	0.2209	0.2723	0.4598E 03	0.1802E 04	0.2262E 04	7.84	820
840	8.606	0.4186	0.3439	0.8217	0.0756	0.2198	0.2690	0.4560E 03	0.1824E 04	0.2280E 04	7.75	840
860	8.811	0.4273	0.3517	0.8232	0.0766	0.2178	0.2657	0.4530E 03	0.1846E 04	0.2299E 04	7.66	860
880	9.016	0.4359	0.3595	0.8247	0.0776	0.2158	0.2626	0.4510E 03	0.1867E 04	0.2318E 04	7.58	880
900	9.221	0.4445	0.3672	0.8261	0.0785	0.2139	0.2595	0.4499E 03	0.1888E 04	0.2338E 04	7.50	900
920	9.425	0.4530	0.3748	0.8275	0.0794	0.2119	0.2564	0.4497E 03	0.1909E 04	0.2359E 04	7.43	920
940	9.630	0.4614	0.3824	0.8287	0.0803	0.2100	0.2535	0.4505E 03	0.1930E 04	0.2380E 04	7.35	940
960	9.835	0.4697	0.3898	0.8299	0.0811	0.2081	0.2506	0.4520E 03	0.1950E 04	0.2402E 04	7.28	960
980	10.040	0.4780	0.3972	0.8311	0.0820	0.2063	0.2478	0.4531E 03	0.1970E 04	0.2424E 04	7.21	980
1000	10.245	0.4862	0.4046	0.8322	0.0828	0.2046	0.2451	0.4490E 03	0.1990E 04	0.2439E 04	7.15	1000
1050	10.757	0.5065	0.4228	0.8347	0.0845	0.1999	0.2386	0.4388E 03	0.2040E 04	0.2478E 04	6.99	1050
1100	11.270	0.5266	0.4408	0.8372	0.0861	0.1953	0.2324	0.4288E 03	0.2088E 04	0.2516E 04	6.84	1100
1150	11.782	0.5462	0.4585	0.8394	0.0881	0.1921	0.2265	0.4191E 03	0.2135E 04	0.2554E 04	6.70	1150
1200	12.294	0.5657	0.4761	0.8417	0.0891	0.1871	0.2210	0.4095E 03	0.2180E 04	0.2590E 04	6.57	1200
1250	12.806	0.5849	0.4935	0.8438	0.0909	0.1842	0.2157	0.4001E 03	0.2225E 04	0.2626E 04	6.45	1250
1300	13.319	0.6036	0.5105	0.8458	0.0930	0.1822	0.2107	0.3909E 03	0.2269E 04	0.2660E 04	6.33	1300
1350	13.831	0.6221	0.5273	0.8477	0.0957	0.1815	0.2059	0.3819E 03	0.2313E 04	0.2695E 04	6.22	1350
1400	14.343	0.6404	0.5441	0.8496	0.0971	0.1784	0.2014	0.3730E 03	0.2355E 04	0.2728E 04	6.11	1400
1450	14.855	0.6587	0.5609	0.8515	0.0981	0.1748	0.1971	0.3644E 03	0.2397E 04	0.2761E 04	6.01	1450
1500	15.368	0.6766	0.5774	0.8533	0.0992	0.1717	0.1929	0.3560E 03	0.2438E 04	0.2794E 04	5.91	1500
1550	15.880	0.6943	0.5937	0.8551	0.1008	0.1697	0.1890	0.3477E 03	0.2478E 04	0.2826E 04	5.82	1550
1600	16.392	0.7118	0.6098	0.8567	0.1026	0.1682	0.1852	0.3397E 03	0.2518E 04	0.2857E 04	5.73	1600
1650	16.904	0.7289	0.6257	0.8584	0.1047	0.1673	0.1815	0.3318E 03	0.2557E 04	0.2889E 04	5.65	1650
1700	17.417	0.7459	0.6414	0.8599	0.1074	0.1675	0.1781	0.3241E 03	0.2595E 04	0.2919E 04	5.57	1700
1750	17.929	0.7630	0.6573	0.8615	0.1077	0.1638	0.1747	0.3166E 03	0.2633E 04	0.2950E 04	5.49	1750
1800	18.441	0.7799	0.6731	0.8631	0.1079	0.1604	0.1715	0.3093E 03	0.2671E 04	0.2980E 04	5.41	1800
1850	18.953	0.7966	0.6887	0.8646	0.1083	0.1572	0.1684	0.3022E 03	0.2707E 04	0.3010E 04	5.34	1850
1900	19.466	0.8132	0.7043	0.8661	0.1089	0.1546	0.1654	0.2953E 03	0.2744E 04	0.3039E 04	5.26	1900
1950	19.978	0.8295	0.7196	0.8675	0.1095	0.1522	0.1625	0.2884E 03	0.2780E 04	0.3068E 04	5.20	1950
2000	20.490	0.8457	0.7348	0.8689	0.1105	0.1503	0.1598	0.2820E 03	0.2815E 04	0.3097E 04	5.13	2000

\* END OF FORTRAN \*

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1\*M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2\*M2) \*\*\*\* TARGET... NI... ION... AR-40 \*\*\*\*

Z1= 18 M1= 39.962 Z2= 28 M2= 56.710 M2/M1= 1.469 K= 0.1817  
 C1= 0.2667E-01(MICRONS) C2= 0.1044E 03(KEV) C2/C1= 0.3916E 04(KEV/MICRON)  
 D= 8.850(G/CM\*\*3) N= 0.9078E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.9639E 00 ED= 40.0(KEV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS		KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.192	0.0137	0.0084	0.6143	0.0039	0.4629	0.6557	0.1373E 04	0.3113E 03	0.1884E 04	17.11	20
40	0.383	0.0237	0.0152	0.6392	0.0067	0.4436	0.6129	0.1399E 04	0.4403E 03	0.2035E 04	17.82	40
60	0.575	0.0334	0.0220	0.6582	0.0093	0.4229	0.5828	0.1327E 04	0.5392E 03	0.2066E 04	17.55	60
80	0.766	0.0430	0.0288	0.6708	0.0117	0.4074	0.5587	0.1465E 04	0.6227E 03	0.2088E 04	17.08	80
100	0.958	0.0525	0.0358	0.6817	0.0140	0.3923	0.5382	0.1407E 04	0.6961E 03	0.2103E 04	16.57	100
120	1.149	0.0619	0.0428	0.6911	0.0163	0.3816	0.5203	0.1351E 04	0.7626E 03	0.2114E 04	16.08	120
140	1.341	0.0713	0.0499	0.6995	0.0185	0.3718	0.5042	0.1298E 04	0.8237E 03	0.2122E 04	15.60	140
160	1.532	0.0806	0.0570	0.7070	0.0207	0.3632	0.4896	0.1249E 04	0.8806E 03	0.2129E 04	15.15	160
180	1.724	0.0899	0.0641	0.7137	0.0228	0.3559	0.4763	0.1202E 04	0.9340E 03	0.2136E 04	14.73	180
200	1.915	0.0991	0.0713	0.7197	0.0250	0.3511	0.4640	0.1158E 04	0.9849E 03	0.2143E 04	14.33	200
220	2.107	0.1084	0.0786	0.7251	0.0269	0.3429	0.4525	0.1121E 04	0.1033E 04	0.2154E 04	13.96	220
240	2.298	0.1176	0.0858	0.7297	0.0288	0.3354	0.4418	0.1089E 04	0.1078E 04	0.2167E 04	13.61	240
260	2.490	0.1268	0.0931	0.7339	0.0304	0.3267	0.4317	0.1057E 04	0.1123E 04	0.2180E 04	13.28	260
280	2.681	0.1360	0.1003	0.7378	0.0321	0.3201	0.4222	0.1026E 04	0.1169E 04	0.2191E 04	12.98	280
300	2.873	0.1451	0.1075	0.7414	0.0338	0.3140	0.4133	0.9964E 03	0.1206E 04	0.2202E 04	12.70	300
320	3.064	0.1541	0.1148	0.7448	0.0355	0.3091	0.4048	0.9674E 03	0.1245E 04	0.2213E 04	12.43	320
340	3.256	0.1631	0.1220	0.7482	0.0371	0.3039	0.3967	0.9392E 03	0.1284E 04	0.2223E 04	12.17	340
360	3.447	0.1721	0.1293	0.7515	0.0380	0.2982	0.3890	0.9119E 03	0.1321E 04	0.2233E 04	11.93	360
380	3.639	0.1810	0.1366	0.7547	0.0396	0.2902	0.3817	0.8855E 03	0.1357E 04	0.2243E 04	11.70	380
400	3.830	0.1898	0.1439	0.7578	0.0412	0.2863	0.3747	0.8600E 03	0.1392E 04	0.2252E 04	11.48	400
420	4.022	0.1986	0.1512	0.7609	0.0427	0.2822	0.3680	0.8353E 03	0.1427E 04	0.2262E 04	11.26	420
440	4.213	0.2074	0.1585	0.7640	0.0440	0.2779	0.3616	0.8115E 03	0.1460E 04	0.2272E 04	11.06	440
460	4.405	0.2162	0.1658	0.7670	0.0454	0.2738	0.3554	0.7885E 03	0.1493E 04	0.2282E 04	10.86	460
480	4.596	0.2249	0.1732	0.7699	0.0467	0.2699	0.3493	0.7665E 03	0.1525E 04	0.2292E 04	10.67	480
500	4.788	0.2336	0.1805	0.7727	0.0481	0.2665	0.3438	0.7452E 03	0.1557E 04	0.2302E 04	10.49	500
520	4.979	0.2422	0.1878	0.7754	0.0505	0.2687	0.3383	0.7249E 03	0.1587E 04	0.2312E 04	10.32	520
540	5.171	0.2508	0.1952	0.7781	0.0519	0.2659	0.3331	0.7054E 03	0.1618E 04	0.2323E 04	10.15	540
560	5.362	0.2594	0.2025	0.7808	0.0532	0.2629	0.3280	0.6868E 03	0.1647E 04	0.2334E 04	9.99	560
580	5.554	0.2679	0.2098	0.7833	0.0545	0.2597	0.3230	0.6691E 03	0.1677E 04	0.2346E 04	9.84	580
600	5.745	0.2764	0.2172	0.7858	0.0557	0.2563	0.3183	0.6522E 03	0.1705E 04	0.2357E 04	9.69	600
620	5.937	0.2849	0.2245	0.7883	0.0568	0.2530	0.3137	0.6362E 03	0.1733E 04	0.2370E 04	9.54	620
640	6.128	0.2933	0.2319	0.7906	0.0580	0.2501	0.3092	0.6211E 03	0.1761E 04	0.2382E 04	9.40	640
660	6.320	0.3016	0.2392	0.7930	0.0591	0.2472	0.3049	0.6068E 03	0.1788E 04	0.2395E 04	9.27	660
680	6.511	0.3099	0.2465	0.7952	0.0602	0.2444	0.3007	0.5934E 03	0.1815E 04	0.2408E 04	9.14	680
700	6.703	0.3182	0.2538	0.7974	0.0613	0.2417	0.2967	0.5809E 03	0.1842E 04	0.2423E 04	9.02	700
720	6.895	0.3264	0.2610	0.7996	0.0624	0.2391	0.2928	0.5692E 03	0.1868E 04	0.2437E 04	8.90	720
740	7.086	0.3346	0.2682	0.8016	0.0635	0.2367	0.2889	0.5584E 03	0.1894E 04	0.2452E 04	8.78	740
760	7.278	0.3427	0.2754	0.8036	0.0647	0.2349	0.2852	0.5485E 03	0.1919E 04	0.2468E 04	8.67	760
780	7.469	0.3507	0.2825	0.8056	0.0659	0.2331	0.2816	0.5395E 03	0.1944E 04	0.2484E 04	8.56	780
800	7.661	0.3587	0.2896	0.8074	0.0670	0.2312	0.2781	0.5313E 03	0.1969E 04	0.2500E 04	8.46	800
820	7.852	0.3666	0.2967	0.8093	0.0680	0.2293	0.2747	0.5239E 03	0.1993E 04	0.2517E 04	8.36	820
840	8.044	0.3745	0.3037	0.8110	0.0691	0.2274	0.2714	0.5175E 03	0.2018E 04	0.2535E 04	8.27	840
860	8.235	0.3823	0.3107	0.8127	0.0700	0.2255	0.2681	0.5119E 03	0.2041E 04	0.2553E 04	8.18	860
880	8.427	0.3901	0.3177	0.8144	0.0709	0.2233	0.2650	0.5072E 03	0.2065E 04	0.2572E 04	8.09	880
900	8.618	0.3978	0.3246	0.8159	0.0719	0.2214	0.2619	0.5033E 03	0.2088E 04	0.2592E 04	8.00	900
920	8.810	0.4054	0.3314	0.8174	0.0727	0.2195	0.2589	0.5000E 03	0.2112E 04	0.2612E 04	7.92	920
940	9.001	0.4130	0.3382	0.8189	0.0739	0.2186	0.2560	0.4982E 03	0.2134E 04	0.2633E 04	7.84	940
960	9.193	0.4206	0.3450	0.8203	0.0748	0.2167	0.2532	0.4970E 03	0.2157E 04	0.2654E 04	7.76	960
980	9.384	0.4281	0.3517	0.8216	0.0756	0.2149	0.2504	0.4966E 03	0.2179E 04	0.2676E 04	7.69	980
1000	9.576	0.4355	0.3583	0.8228	0.0763	0.2131	0.2477	0.4971E 03	0.2201E 04	0.2698E 04	7.61	1000
1020	10.054	0.4538	0.3747	0.8257	0.0782	0.2087	0.2411	0.5000E 03	0.2256E 04	0.2756E 04	7.44	1050
1100	10.533	0.4718	0.3907	0.8282	0.0798	0.2042	0.2350	0.4899E 03	0.2309E 04	0.2798E 04	7.29	1100
1150	11.012	0.4895	0.4066	0.8307	0.0813	0.2001	0.2292	0.4791E 03	0.2361E 04	0.2840E 04	7.14	1150
1200	11.491	0.5070	0.4223	0.8329	0.0828	0.1961	0.2236	0.4689E 03	0.2412E 04	0.2880E 04	7.00	1200
1250	11.970	0.5241	0.4377	0.8351	0.0846	0.1933	0.2184	0.4598E 03	0.2461E 04	0.2920E 04	6.87	1250
1300	12.448	0.5412	0.4531	0.8372	0.0853	0.1883	0.2134	0.4491E 03	0.2510E 04	0.2959E 04	6.74	1300
1350	12.927	0.5580	0.4683	0.8393	0.0871	0.1860	0.2086	0.4399E 03	0.2558E 04	0.2997E 04	6.63	1350
1400	13.406	0.5744	0.4832	0.8412	0.0890	0.1842	0.2041	0.4300E 03	0.2605E 04	0.3035E 04	6.51	1400
1450	13.885	0.5905	0.4978	0.8430	0.0914	0.1836	0.1998	0.4207E 03	0.2651E 04	0.3072E 04	6.41	1450
1500	14.364	0.6067	0.5126	0.8449	0.0924	0.1803	0.1956	0.4116E 03	0.2696E 04	0.3108E 04	6.31	1500
1550	14.842	0.6227	0.5273	0.8467	0.0933	0.1770	0.1917	0.4027E 03	0.2741E 04	0.3143E 04	6.21	1550
1600	15.321	0.6385	0.5417	0.8485	0.0943	0.1741	0.1879	0.3940E 03	0.2785E 04	0.3179E 04	6.11	1600
1650	15.800	0.6540	0.5561	0.8502	0.0957	0.1721	0.1842	0.3854E 03	0.2828E 04	0.3213E 04	6.02	1650
1700	16.279	0.6694	0.5702	0.8518	0.0972	0.1705	0.1807	0.3771E 03	0.2870E 04	0.3247E 04	5.94	1700
1750	16.757	0.6845	0.5842	0.8534	0.0990	0.1695	0.1774	0.3689E 03	0.2912E 04	0.3281E 04	5.85	1750
1800	17.236	0.6994	0.5980	0.8549	0.1009	0.1688	0.1741	0.3609E 03	0.2953E 04	0.3314E 04	5.77	1800
1850	17.715	0.7144	0.6118	0.8565	0.1022	0.1671	0.1710	0.3531E 03	0.2994E 04	0.3347E 04	5.70	1850
1900	18.194	0.7293	0.6257	0.8580	0.1025	0.1658	0.1680	0.3453E 03	0.3034E 04	0.3380E 04	5.62	1900
1950	18.673	0.7441	0.6395	0.8595	0.1028	0.1650	0.1652	0.3380E 03	0.3074E 04	0.3412E 04	5.55	1950
2000	19.151	0.7587	0.6531	0.8609	0.1032	0.1580	0.1624	0.3308E 03	0.3113E 04	0.3444E 04	5.48	2000

\* END OF FORTRAN \*

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\*\* TARGET... MO: [ON... MO=98] \*\*\*\*\*

Z1= 42 N1= 97.905 Z2= 42 M2= 95.940 M2/M1= 0.980 K= 0.1620  
 C1= 0.5475E-01(MICRONS) C2= 0.5385E 03(KEV) C2/C1= 0.9837E 04(KEV/MICRON)  
 D= 10.200(G/CM\*\*3) N= 0.6403E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.9999E 00 ED= 62.0(EV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.037	0.0087	0.0038	0.6686	0.0024	0.4037	0.7520	0.3029E 04	0.3072E 03	0.3336E 04	25.96	20
40	0.074	0.0142	0.0097	0.6846	0.0039	0.4046	0.7234	0.3449E 04	0.4344E 03	0.3884E 04	30.10	40
60	0.111	0.0190	0.0132	0.6932	0.0052	0.3958	0.7078	0.3730E 04	0.5321E 03	0.4262E 04	32.49	60
80	0.149	0.0236	0.0165	0.6986	0.0064	0.3867	0.6941	0.3864E 04	0.6144E 03	0.4478E 04	34.00	80
100	0.186	0.0279	0.0196	0.7035	0.0075	0.3833	0.6827	0.3940E 04	0.6869E 03	0.4627E 04	35.02	100
120	0.223	0.0321	0.0228	0.7083	0.0087	0.3835	0.6728	0.3997E 04	0.7929E 03	0.4749E 04	35.73	120
140	0.260	0.0363	0.0259	0.7125	0.0098	0.3782	0.6640	0.4033E 04	0.8128E 03	0.4844E 04	36.22	140
160	0.297	0.0403	0.0289	0.7164	0.0109	0.3762	0.6559	0.4048E 04	0.8589E 03	0.4917E 04	36.60	160
180	0.334	0.0443	0.0319	0.7202	0.0119	0.3736	0.6485	0.4043E 04	0.9216E 03	0.4965E 04	36.86	180
200	0.371	0.0483	0.0349	0.7239	0.0129	0.3706	0.6427	0.4018E 04	0.9714E 03	0.4989E 04	37.02	200
220	0.409	0.0522	0.0380	0.7274	0.0140	0.3677	0.6352	0.3977E 04	0.1019E 04	0.4995E 04	37.10	220
240	0.446	0.0561	0.0410	0.7308	0.0149	0.3630	0.6292	0.3945E 04	0.1064E 04	0.5009E 04	37.11	240
260	0.483	0.0600	0.0441	0.7339	0.0159	0.3599	0.6234	0.3913E 04	0.1108E 04	0.5021E 04	37.06	260
280	0.520	0.0640	0.0471	0.7367	0.0169	0.3594	0.6179	0.3882E 04	0.1149E 04	0.5031E 04	36.98	280
300	0.557	0.0679	0.0502	0.7393	0.0179	0.3563	0.6127	0.3851E 04	0.1190E 04	0.5040E 04	36.87	300
320	0.594	0.0719	0.0533	0.7415	0.0188	0.3529	0.6076	0.3820E 04	0.1229E 04	0.5049E 04	36.75	320
340	0.631	0.0758	0.0564	0.7437	0.0197	0.3499	0.6028	0.3789E 04	0.1267E 04	0.5056E 04	36.61	340
360	0.668	0.0798	0.0595	0.7459	0.0206	0.3466	0.5981	0.3759E 04	0.1303E 04	0.5062E 04	36.46	360
380	0.706	0.0837	0.0626	0.7479	0.0215	0.3437	0.5936	0.3729E 04	0.1339E 04	0.5068E 04	36.29	380
400	0.743	0.0877	0.0657	0.7496	0.0225	0.3421	0.5893	0.3700E 04	0.1374E 04	0.5073E 04	36.14	400
420	0.780	0.0916	0.0688	0.7513	0.0234	0.3405	0.5851	0.3670E 04	0.1408E 04	0.5078E 04	35.97	420
440	0.817	0.0955	0.0719	0.7531	0.0244	0.3385	0.5810	0.3641E 04	0.1441E 04	0.5082E 04	35.80	440
460	0.854	0.0995	0.0751	0.7548	0.0252	0.3360	0.5770	0.3612E 04	0.1473E 04	0.5085E 04	35.62	460
480	0.891	0.1034	0.0782	0.7565	0.0261	0.3333	0.5731	0.3584E 04	0.1505E 04	0.5089E 04	35.44	480
500	0.928	0.1073	0.0814	0.7582	0.0269	0.3304	0.5693	0.3555E 04	0.1536E 04	0.5091E 04	35.25	500
520	0.966	0.1113	0.0845	0.7598	0.0277	0.3280	0.5656	0.3528E 04	0.1566E 04	0.5094E 04	35.06	520
540	1.003	0.1152	0.0877	0.7613	0.0286	0.3262	0.5621	0.3500E 04	0.1596E 04	0.5096E 04	34.88	540
560	1.040	0.1190	0.0908	0.7628	0.0293	0.3246	0.5585	0.3472E 04	0.1626E 04	0.5098E 04	34.71	560
580	1.077	0.1229	0.0940	0.7642	0.0303	0.3230	0.5551	0.3445E 04	0.1654E 04	0.5100E 04	34.53	580
600	1.114	0.1268	0.0971	0.7657	0.0312	0.3215	0.5518	0.3419E 04	0.1683E 04	0.5101E 04	34.35	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	1.151	0.1307	0.1003	0.7671	0.0321	0.3201	0.5485	0.3392E 04	0.1710E 04	0.5102E 04	34.17	620
640	1.188	0.1346	0.1034	0.7684	0.0330	0.3187	0.5453	0.3366E 04	0.1738E 04	0.5103E 04	34.00	640
660	1.226	0.1385	0.1066	0.7698	0.0343	0.3217	0.5421	0.3340E 04	0.1765E 04	0.5104E 04	33.82	660
680	1.263	0.1424	0.1098	0.7711	0.0352	0.3203	0.5390	0.3314E 04	0.1791E 04	0.5105E 04	33.64	680
700	1.300	0.1462	0.1130	0.7724	0.0360	0.3187	0.5360	0.3289E 04	0.1817E 04	0.5106E 04	33.47	700
720	1.337	0.1501	0.1161	0.7736	0.0368	0.3172	0.5330	0.3264E 04	0.1843E 04	0.5107E 04	33.29	720
740	1.374	0.1540	0.1193	0.7749	0.0377	0.3156	0.5301	0.3239E 04	0.1869E 04	0.5107E 04	33.12	740
760	1.411	0.1579	0.1226	0.7761	0.0385	0.3139	0.5272	0.3214E 04	0.1894E 04	0.5108E 04	32.94	760
780	1.448	0.1618	0.1258	0.7772	0.0393	0.3129	0.5244	0.3190E 04	0.1918E 04	0.5108E 04	32.77	780
800	1.486	0.1657	0.1289	0.7784	0.0402	0.3119	0.5216	0.3166E 04	0.1943E 04	0.5109E 04	32.61	800
820	1.523	0.1695	0.1321	0.7795	0.0411	0.3109	0.5189	0.3142E 04	0.1967E 04	0.5109E 04	32.44	820
840	1.560	0.1734	0.1354	0.7805	0.0419	0.3099	0.5162	0.3119E 04	0.1991E 04	0.5110E 04	32.28	840
860	1.597	0.1773	0.1386	0.7816	0.0428	0.3089	0.5135	0.3096E 04	0.2014E 04	0.5110E 04	32.12	860
880	1.634	0.1812	0.1418	0.7826	0.0436	0.3078	0.5109	0.3073E 04	0.2038E 04	0.5110E 04	31.96	880
900	1.671	0.1850	0.1450	0.7836	0.0445	0.3067	0.5084	0.3050E 04	0.2061E 04	0.5111E 04	31.80	900
920	1.708	0.1889	0.1482	0.7846	0.0453	0.3056	0.5059	0.3028E 04	0.2083E 04	0.5111E 04	31.64	920
940	1.746	0.1928	0.1514	0.7856	0.0461	0.3045	0.5034	0.3006E 04	0.2106E 04	0.5112E 04	31.48	940
960	1.783	0.1966	0.1547	0.7866	0.0469	0.3034	0.5009	0.2984E 04	0.2128E 04	0.5112E 04	31.33	960
980	1.820	0.2005	0.1579	0.7875	0.0477	0.3023	0.4984	0.2963E 04	0.2150E 04	0.5113E 04	31.18	980
1000	1.857	0.2044	0.1611	0.7884	0.0485	0.3011	0.4961	0.2941E 04	0.2172E 04	0.5114E 04	31.02	1000
1050	1.950	0.2141	0.1692	0.7906	0.0504	0.2981	0.4903	0.2890E 04	0.2226E 04	0.5116E 04	30.65	1050
1100	2.043	0.2238	0.1774	0.7927	0.0523	0.2947	0.4847	0.2844E 04	0.2278E 04	0.5122E 04	30.29	1100
1150	2.136	0.2335	0.1855	0.7946	0.0540	0.2913	0.4792	0.2804E 04	0.2329E 04	0.5133E 04	29.93	1150
1200	2.228	0.2432	0.1937	0.7964	0.0558	0.2883	0.4740	0.2764E 04	0.2379E 04	0.5144E 04	29.59	1200
1250	2.321	0.2529	0.2016	0.7981	0.0575	0.2848	0.4688	0.2723E 04	0.2429E 04	0.5153E 04	29.26	1250
1300	2.414	0.2626	0.2100	0.7997	0.0590	0.2804	0.4639	0.2680E 04	0.2477E 04	0.5163E 04	28.93	1300
1350	2.507	0.2723	0.2182	0.8012	0.0605	0.2773	0.4590	0.2648E 04	0.2524E 04	0.5172E 04	28.62	1350
1400	2.600	0.2819	0.2263	0.8027	0.0622	0.2747	0.4543	0.2610E 04	0.2570E 04	0.5181E 04	28.32	1400
1450	2.693	0.2916	0.2345	0.8041	0.0638	0.2719	0.4498	0.2573E 04	0.2616E 04	0.5189E 04	28.03	1450
1500	2.785	0.3012	0.2426	0.8055	0.0653	0.2689	0.4453	0.2537E 04	0.2660E 04	0.5197E 04	27.74	1500
1550	2.878	0.3108	0.2506	0.8068	0.0669	0.2669	0.4410	0.2501E 04	0.2704E 04	0.5205E 04	27.46	1550
1600	2.971	0.3204	0.2589	0.8081	0.0680	0.2626	0.4367	0.2465E 04	0.2748E 04	0.5213E 04	27.19	1600
1650	3.064	0.3300	0.2671	0.8093	0.0694	0.2600	0.4326	0.2430E 04	0.2790E 04	0.5220E 04	26.93	1650
1700	3.157	0.3395	0.2752	0.8106	0.0719	0.2563	0.4285	0.2395E 04	0.2832E 04	0.5228E 04	26.67	1700
1750	3.250	0.3491	0.2834	0.8119	0.0734	0.2590	0.4246	0.2361E 04	0.2874E 04	0.5235E 04	26.42	1750
1800	3.342	0.3586	0.2916	0.8131	0.0749	0.2568	0.4208	0.2328E 04	0.2914E 04	0.5242E 04	26.17	1800
1850	3.435	0.3681	0.2999	0.8144	0.0763	0.2546	0.4170	0.2293E 04	0.2954E 04	0.5249E 04	25.93	1850
1900	3.528	0.3776	0.3080	0.8156	0.0779	0.2529	0.4133	0.2262E 04	0.2994E 04	0.5256E 04	25.69	1900
1950	3.621	0.3871	0.3161	0.8167	0.0795	0.2514	0.4097	0.2230E 04	0.3033E 04	0.5264E 04	25.46	1950
2000	3.714	0.3965	0.3243	0.8179	0.0810	0.2496	0.4062	0.2199E 04	0.3072E 04	0.5271E 04	25.24	2000

\* END OF FORTRAN \*

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1), BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\*\* TARGET... NR1... ION... NR-93 \*\*\*\*\*

Z1= 41 M1= 92.906 Z2= 41 M2= 92.906 M2/M1= 1.000 K= 0.1645  
 C1= 0.6416E-01(MICRONS) C2= 0.5039E-03(KEV) C2/C1= 0.8107E-04(KEV/MICRON)  
 D= 8.560(G/CM\*\*3) N= 0.5549E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.1000E 01 ED= 60.0(KEV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.040	0.0104	0.0069	0.6654	0.0028	0.4041	0.7467	0.2519E 04	0.2657E 03	0.2785E 04	26.03	20
40	0.079	0.0169	0.0115	0.6819	0.0047	0.4085	0.7196	0.2882E 04	0.3758E 03	0.3257E 04	30.06	40
60	0.119	0.0226	0.0126	0.6904	0.0062	0.3977	0.7013	0.3107E 04	0.4602E 03	0.3567E 04	32.39	60
80	0.159	0.0281	0.0195	0.6959	0.0076	0.3888	0.6875	0.3202E 04	0.5314E 03	0.3734E 04	33.81	80
100	0.198	0.0333	0.0234	0.7013	0.0091	0.3887	0.6728	0.3263E 04	0.5951E 03	0.3892E 04	34.76	100
120	0.238	0.0384	0.0271	0.7062	0.0104	0.3853	0.6657	0.3308E 04	0.6509E 03	0.3959E 04	35.41	120
140	0.278	0.0433	0.0308	0.7106	0.0117	0.3806	0.6566	0.3332E 04	0.7030E 03	0.4035E 04	35.86	140
160	0.318	0.0482	0.0344	0.7147	0.0130	0.3782	0.6484	0.3336E 04	0.7515E 03	0.4088E 04	36.19	160
180	0.357	0.0530	0.0381	0.7188	0.0143	0.3749	0.6408	0.3321E 04	0.7971E 03	0.4118E 04	36.39	180
200	0.397	0.0577	0.0417	0.7226	0.0155	0.3724	0.6337	0.3287E 04	0.8402E 03	0.4127E 04	36.50	200
220	0.437	0.0625	0.0454	0.7263	0.0167	0.3672	0.6271	0.3257E 04	0.8813E 03	0.4139E 04	36.53	220
240	0.476	0.0672	0.0491	0.7298	0.0178	0.3635	0.6208	0.3229E 04	0.9204E 03	0.4150E 04	36.49	240
260	0.516	0.0720	0.0528	0.7328	0.0191	0.3625	0.6149	0.3202E 04	0.9580E 03	0.4160E 04	36.41	260
280	0.556	0.0768	0.0565	0.7357	0.0203	0.3596	0.6093	0.3174E 04	0.9942E 03	0.4169E 04	36.28	280
300	0.595	0.0816	0.0602	0.7381	0.0214	0.3559	0.6039	0.3147E 04	0.1029E 04	0.4176E 04	36.15	300
320	0.635	0.0863	0.0639	0.7405	0.0225	0.3527	0.5987	0.3120E 04	0.1063E 04	0.4183E 04	36.01	320
340	0.675	0.0911	0.0677	0.7428	0.0236	0.3491	0.5937	0.3094E 04	0.1096E 04	0.4189E 04	35.84	340
360	0.714	0.0959	0.0714	0.7449	0.0247	0.3462	0.5889	0.3068E 04	0.1127E 04	0.4195E 04	35.67	360
380	0.754	0.1006	0.0751	0.7467	0.0259	0.3445	0.5843	0.3042E 04	0.1158E 04	0.4200E 04	35.50	380
400	0.794	0.1054	0.0789	0.7486	0.0270	0.3428	0.5798	0.3016E 04	0.1188E 04	0.4204E 04	35.32	400
420	0.833	0.1101	0.0826	0.7505	0.0281	0.3403	0.5755	0.2990E 04	0.1218E 04	0.4208E 04	35.14	420
440	0.873	0.1149	0.0864	0.7524	0.0292	0.3374	0.5713	0.2965E 04	0.1246E 04	0.4211E 04	34.94	440
460	0.913	0.1198	0.0902	0.7542	0.0302	0.3344	0.5672	0.2940E 04	0.1274E 04	0.4214E 04	34.75	460
480	0.953	0.1244	0.0940	0.7559	0.0312	0.3315	0.5632	0.2915E 04	0.1302E 04	0.4217E 04	34.55	480
500	0.992	0.1291	0.0978	0.7576	0.0323	0.3283	0.5593	0.2891E 04	0.1329E 04	0.4219E 04	34.36	500
520	1.032	0.1338	0.1016	0.7592	0.0336	0.3250	0.5556	0.2867E 04	0.1355E 04	0.4222E 04	34.17	520
540	1.072	0.1385	0.1054	0.7608	0.0348	0.3200	0.5519	0.2843E 04	0.1381E 04	0.4223E 04	33.98	540
560	1.111	0.1432	0.1092	0.7623	0.0359	0.3226	0.5483	0.2819E 04	0.1406E 04	0.4225E 04	33.79	560
580	1.151	0.1479	0.1130	0.7639	0.0369	0.3281	0.5448	0.2796E 04	0.1431E 04	0.4227E 04	33.61	580
600	1.191	0.1526	0.1168	0.7653	0.0380	0.3228	0.5413	0.2773E 04	0.1452E 04	0.4228E 04	33.42	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	1.230	0.1572	0.1206	0.7668	0.0391	0.3241	0.5379	0.2750E 04	0.1479E 04	0.4229E 04	33.23	620
640	1.270	0.1619	0.1244	0.7682	0.0401	0.3225	0.5346	0.2727E 04	0.1503E 04	0.4230E 04	33.05	640
660	1.310	0.1666	0.1282	0.7696	0.0411	0.3209	0.5314	0.2705E 04	0.1526E 04	0.4231E 04	32.84	660
680	1.349	0.1713	0.1321	0.7710	0.0422	0.3191	0.5282	0.2683E 04	0.1549E 04	0.4232E 04	32.68	680
700	1.389	0.1760	0.1359	0.7723	0.0431	0.3174	0.5251	0.2661E 04	0.1572E 04	0.4233E 04	32.49	700
720	1.429	0.1807	0.1398	0.7736	0.0442	0.3159	0.5221	0.2639E 04	0.1594E 04	0.4234E 04	32.31	720
740	1.469	0.1854	0.1436	0.7748	0.0452	0.3144	0.5191	0.2618E 04	0.1616E 04	0.4234E 04	32.13	740
760	1.508	0.1900	0.1475	0.7760	0.0463	0.3137	0.5162	0.2597E 04	0.1638E 04	0.4235E 04	31.96	760
780	1.548	0.1947	0.1513	0.7772	0.0473	0.3126	0.5133	0.2576E 04	0.1659E 04	0.4236E 04	31.78	780
800	1.588	0.1994	0.1552	0.7785	0.0483	0.3115	0.5104	0.2556E 04	0.1680E 04	0.4236E 04	31.61	800
820	1.627	0.2041	0.1591	0.7795	0.0494	0.3104	0.5076	0.2536E 04	0.1701E 04	0.4237E 04	31.44	820
840	1.667	0.2087	0.1629	0.7806	0.0504	0.3092	0.5049	0.2516E 04	0.1722E 04	0.4238E 04	31.28	840
860	1.707	0.2134	0.1668	0.7816	0.0514	0.3080	0.5022	0.2496E 04	0.1742E 04	0.4239E 04	31.11	860
880	1.746	0.2181	0.1707	0.7827	0.0524	0.3067	0.4995	0.2477E 04	0.1763E 04	0.4239E 04	30.95	880
900	1.786	0.2227	0.1746	0.7837	0.0533	0.3055	0.4969	0.2458E 04	0.1782E 04	0.4240E 04	30.78	900
920	1.826	0.2274	0.1784	0.7847	0.0543	0.3043	0.4943	0.2439E 04	0.1802E 04	0.4241E 04	30.62	920
940	1.865	0.2321	0.1823	0.7857	0.0553	0.3031	0.4918	0.2420E 04	0.1822E 04	0.4242E 04	30.46	940
960	1.905	0.2367	0.1862	0.7867	0.0562	0.3018	0.4893	0.2402E 04	0.1841E 04	0.4243E 04	30.30	960
980	1.945	0.2414	0.1901	0.7876	0.0571	0.3006	0.4868	0.2384E 04	0.1860E 04	0.4244E 04	30.15	980
1000	1.984	0.2461	0.1940	0.7885	0.0580	0.2991	0.4844	0.2366E 04	0.1879E 04	0.4245E 04	29.99	1000
1050	2.084	0.2576	0.2038	0.7907	0.0602	0.2953	0.4785	0.2329E 04	0.1925E 04	0.4254E 04	29.61	1050
1100	2.183	0.2695	0.2136	0.7927	0.0623	0.2918	0.4727	0.2294E 04	0.1971E 04	0.4264E 04	29.25	1100
1150	2.282	0.2812	0.2234	0.7946	0.0645	0.2881	0.4672	0.2259E 04	0.2015E 04	0.4274E 04	28.89	1150
1200	2.381	0.2929	0.2333	0.7964	0.0663	0.2841	0.4618	0.2222E 04	0.2058E 04	0.4283E 04	28.55	1200
1250	2.481	0.3045	0.2431	0.7981	0.0681	0.2804	0.4566	0.2191E 04	0.2101E 04	0.4292E 04	28.22	1250
1300	2.580	0.3162	0.2528	0.7997	0.0701	0.2773	0.4516	0.2158E 04	0.2142E 04	0.4300E 04	27.90	1300
1350	2.679	0.3278	0.2626	0.8012	0.0720	0.2743	0.4467	0.2125E 04	0.2183E 04	0.4308E 04	27.59	1350
1400	2.778	0.3394	0.2724	0.8028	0.0739	0.2711	0.4419	0.2093E 04	0.2223E 04	0.4316E 04	27.28	1400
1450	2.877	0.3509	0.2822	0.8042	0.0759	0.2688	0.4373	0.2061E 04	0.2262E 04	0.4324E 04	26.99	1450
1500	2.977	0.3625	0.2920	0.8056	0.0772	0.2663	0.4328	0.2030E 04	0.2301E 04	0.4331E 04	26.71	1500
1550	3.076	0.3740	0.3018	0.8069	0.0789	0.2635	0.4283	0.1999E 04	0.2339E 04	0.4338E 04	26.43	1550
1600	3.175	0.3855	0.3116	0.8083	0.0819	0.2627	0.4241	0.1969E 04	0.2377E 04	0.4345E 04	26.16	1600
1650	3.274	0.3970	0.3214	0.8097	0.0837	0.2602	0.4199	0.1939E 04	0.2413E 04	0.4352E 04	25.90	1650
1700	3.374	0.4085	0.3313	0.8110	0.0854	0.2578	0.4158	0.1909E 04	0.2450E 04	0.4359E 04	25.64	1700
1750	3.473	0.4199	0.3411	0.8123	0.0872	0.2555	0.4118	0.1880E 04	0.2489E 04	0.4366E 04	25.38	1750
1800	3.572	0.4313	0.3509	0.8136	0.0891	0.2540	0.4079	0.1852E 04	0.2521E 04	0.4373E 04	25.14	1800
1850	3.671	0.4427	0.3607	0.8149	0.0910	0.2523	0.4041	0.1824E 04	0.2556E 04	0.4380E 04	24.90	1850
1900	3.770	0.4540	0.3706	0.8162	0.0929	0.2506	0.4004	0.1797E 04	0.2590E 04	0.4386E 04	24.67	1900
1950	3.870	0.4653	0.3804	0.8174	0.0947	0.2488	0.3968	0.1770E 04	0.2624E 04	0.4393E 04	24.44	1950
2000	3.969	0.4767	0.3902	0.8187	0.0964	0.2471	0.3932	0.1743E 04	0.2657E 04	0.4400E 04	24.21	2000

\* END OF FORTRAN \*

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,M2) \*\*\* TARGET, Z1, V1, ION1, V2 \*\*\*\*\*

Z1= 23 M1= 30.94e Z2= 23 M2= 30.94e M2/M1= 1.000 A= 0.1511

C1= 0.3421E-01(MICRONS) C2= 0.1308E 03(KEV) C2/C1= 0.3823E 04(KEV/MICRON)

D= 5.800(G/CM\*\*3) N= 0.6857E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.1000E 01 ED= 40.0(EV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/EP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV		
20	0.193	0.0151	0.0105	0.6921	0.0041	0.3865	0.7073	0.1905E 04	0.2259E 03	0.1731E 04	19.67	20
40	0.306	0.0260	0.0185	0.7111	0.0070	0.3806	0.6698	0.1574E 04	0.3195E 03	0.1893E 04	21.12	40
60	0.429	0.0363	0.0268	0.7262	0.0097	0.3670	0.6633	0.1529E 04	0.3213E 03	0.1920E 04	21.36	60
80	0.552	0.0466	0.0344	0.7373	0.0123	0.3571	0.6219	0.1479E 04	0.4518E 03	0.1931E 04	21.11	80
100	0.785	0.0569	0.0424	0.7453	0.0147	0.3474	0.6036	0.1431E 04	0.3051E 03	0.1938E 04	20.74	100
120	0.918	0.0673	0.0506	0.7525	0.0171	0.3377	0.5875	0.1385E 04	0.3533E 03	0.1938E 04	20.31	120
140	1.070	0.0775	0.0588	0.7588	0.0194	0.3299	0.5729	0.1341E 04	0.3977E 03	0.1938E 04	19.88	140
160	1.221	0.0877	0.0671	0.7643	0.0218	0.3243	0.5598	0.1298E 04	0.4389E 03	0.1937E 04	19.48	160
180	1.376	0.0980	0.0754	0.7699	0.0240	0.3179	0.5473	0.1258E 04	0.4777E 03	0.1936E 04	19.04	180
200	1.529	0.1082	0.0838	0.7746	0.0263	0.3132	0.5358	0.1219E 04	0.5144E 03	0.1936E 04	18.64	200
220	1.682	0.1185	0.0923	0.7789	0.0285	0.3093	0.5251	0.1183E 04	0.5492E 03	0.1932E 04	18.26	220
240	1.835	0.1287	0.1008	0.7829	0.0308	0.3052	0.5150	0.1148E 04	0.5827E 03	0.1930E 04	17.89	240
260	1.988	0.1390	0.1093	0.7865	0.0328	0.3004	0.5024	0.1115E 04	0.6150E 03	0.1929E 04	17.53	260
280	2.141	0.1493	0.1179	0.7898	0.0350	0.2970	0.4904	0.1084E 04	0.6462E 03	0.1934E 04	17.19	280
300	2.294	0.1596	0.1265	0.7927	0.0370	0.2920	0.4878	0.1063E 04	0.6749E 03	0.1938E 04	16.87	300
320	2.447	0.1699	0.1352	0.7953	0.0386	0.2886	0.4796	0.1039E 04	0.7036E 03	0.1942E 04	16.56	320
340	2.600	0.1802	0.1438	0.7978	0.0403	0.2806	0.4717	0.1014E 04	0.7314E 03	0.1944E 04	16.27	340
360	2.753	0.1905	0.1524	0.8001	0.0421	0.2729	0.4642	0.9908E 03	0.7585E 03	0.1949E 04	15.99	360
380	2.905	0.2007	0.1610	0.8023	0.0436	0.2707	0.4570	0.9677E 03	0.7847E 03	0.1952E 04	15.73	380
400	3.058	0.2110	0.1697	0.8043	0.0452	0.2662	0.4500	0.9431E 03	0.8100E 03	0.1955E 04	15.47	400
420	3.211	0.2212	0.1784	0.8064	0.0468	0.2623	0.4434	0.9231E 03	0.8355E 04	0.1958E 04	15.23	420
440	3.364	0.2314	0.1871	0.8085	0.0489	0.2614	0.4370	0.9016E 03	0.8600E 04	0.1961E 04	14.99	440
460	3.517	0.2415	0.1958	0.8105	0.0505	0.2579	0.4308	0.8807E 03	0.8835E 04	0.1965E 04	14.76	460
480	3.670	0.2517	0.2045	0.8125	0.0522	0.2555	0.4248	0.8603E 03	0.9070E 04	0.1968E 04	14.54	480
500	3.823	0.2618	0.2132	0.8144	0.0540	0.2531	0.4190	0.8404E 03	0.9295E 04	0.1970E 04	14.33	500
520	3.976	0.2719	0.2219	0.8163	0.0556	0.2507	0.4134	0.8211E 03	0.9512E 04	0.1973E 04	14.13	520
540	4.129	0.2820	0.2307	0.8182	0.0572	0.2478	0.4080	0.8025E 03	0.9724E 04	0.1976E 04	13.93	540
560	4.282	0.2920	0.2392	0.8201	0.0587	0.2451	0.4027	0.7840E 03	0.9931E 04	0.1979E 04	13.73	560
580	4.435	0.3021	0.2483	0.8219	0.0602	0.2424	0.3977	0.7663E 03	0.1217E 04	0.1983E 04	13.55	580
600	4.588	0.3122	0.2571	0.8237	0.0617	0.2398	0.3927	0.7491E 03	0.1237E 04	0.1986E 04	13.36	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/EP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV		
620	4.740	0.3222	0.2660	0.8255	0.0632	0.2375	0.3879	0.7325E 03	0.1258E 04	0.1990E 04	13.19	620
640	4.893	0.3322	0.2748	0.8274	0.0648	0.2358	0.3833	0.7164E 03	0.1278E 04	0.1994E 04	13.02	640
660	5.046	0.3421	0.2836	0.8289	0.0664	0.2343	0.3787	0.7009E 03	0.1298E 04	0.1999E 04	12.85	660
680	5.199	0.3521	0.2924	0.8305	0.0679	0.2323	0.3743	0.6859E 03	0.1317E 04	0.2003E 04	12.69	680
700	5.352	0.3620	0.3013	0.8322	0.0694	0.2302	0.3700	0.6714E 03	0.1336E 04	0.2008E 04	12.54	700
720	5.505	0.3720	0.3101	0.8338	0.0708	0.2282	0.3658	0.6579E 03	0.1355E 04	0.2013E 04	12.39	720
740	5.658	0.3819	0.3190	0.8353	0.0720	0.2268	0.3618	0.6441E 03	0.1374E 04	0.2018E 04	12.25	740
760	5.811	0.3918	0.3279	0.8369	0.0732	0.2254	0.3578	0.6312E 03	0.1393E 04	0.2024E 04	12.10	760
780	5.964	0.4017	0.3367	0.8385	0.0744	0.2240	0.3539	0.6189E 03	0.1411E 04	0.2030E 04	11.96	780
800	6.117	0.4115	0.3456	0.8398	0.0757	0.2190	0.3502	0.6072E 03	0.1429E 04	0.2036E 04	11.82	800
820	6.270	0.4213	0.3544	0.8413	0.0769	0.2171	0.3465	0.5959E 03	0.1446E 04	0.2042E 04	11.69	820
840	6.423	0.4311	0.3632	0.8427	0.0781	0.2153	0.3429	0.5852E 03	0.1464E 04	0.2048E 04	11.56	840
860	6.575	0.4408	0.3721	0.8441	0.0793	0.2132	0.3393	0.5751E 03	0.1481E 04	0.2054E 04	11.44	860
880	6.728	0.4505	0.3809	0.8454	0.0805	0.2114	0.3359	0.5652E 03	0.1498E 04	0.2060E 04	11.32	880
900	6.881	0.4602	0.3898	0.8467	0.0819	0.2102	0.3324	0.5564E 03	0.1515E 04	0.2072E 04	11.20	900
920	7.034	0.4698	0.3984	0.8480	0.0830	0.2084	0.3293	0.5479E 03	0.1532E 04	0.2080E 04	11.09	920
940	7.187	0.4793	0.4071	0.8493	0.0843	0.2072	0.3261	0.5399E 03	0.1549E 04	0.2089E 04	10.98	940
960	7.340	0.4888	0.4158	0.8505	0.0857	0.2061	0.3229	0.5325E 03	0.1565E 04	0.2098E 04	10.87	960
980	7.493	0.4983	0.4244	0.8517	0.0870	0.2049	0.3198	0.5252E 03	0.1581E 04	0.2107E 04	10.77	980
1000	7.646	0.5077	0.4330	0.8529	0.0882	0.2037	0.3168	0.5192E 03	0.1597E 04	0.2117E 04	10.67	1000
1050	8.028	0.5311	0.4544	0.8558	0.0912	0.2007	0.3098	0.5056E 03	0.1637E 04	0.2142E 04	10.43	1050
1100	8.411	0.5542	0.4726	0.8587	0.0939	0.1975	0.3026	0.4939E 03	0.1677E 04	0.2171E 04	10.21	1100
1150	8.793	0.5770	0.4945	0.8606	0.0965	0.1943	0.2961	0.4846E 03	0.1713E 04	0.2202E 04	10.00	1150
1200	9.175	0.5994	0.5171	0.8627	0.0988	0.1911	0.2888	0.4852E 03	0.1750E 04	0.2232E 04	9.81	1200
1250	9.557	0.6216	0.5375	0.8647	0.1010	0.1878	0.2838	0.4852E 03	0.1786E 04	0.2271E 04	9.63	1250
1300	9.940	0.6433	0.5574	0.8665	0.1030	0.1848	0.2781	0.4885E 03	0.1821E 04	0.2310E 04	9.44	1300
1350	10.322	0.6648	0.5771	0.8681	0.1049	0.1818	0.2726	0.4823E 03	0.1856E 04	0.2338E 04	9.30	1350
1400	10.704	0.6860	0.5965	0.8695	0.1068	0.1791	0.2673	0.4742E 03	0.1890E 04	0.2364E 04	9.15	1400
1450	11.087	0.7071	0.6159	0.8710	0.1079	0.1752	0.2623	0.4661E 03	0.1923E 04	0.2390E 04	9.01	1450
1500	11.469	0.7280	0.6351	0.8724	0.1094	0.1726	0.2575	0.4582E 03	0.1956E 04	0.2415E 04	8.87	1500
1550	11.851	0.7485	0.6539	0.8737	0.1117	0.1709	0.2528	0.4504E 03	0.1989E 04	0.2439E 04	8.74	1550
1600	12.233	0.7689	0.6728	0.8750	0.1124	0.1670	0.2483	0.4426E 03	0.2021E 04	0.2463E 04	8.61	1600
1650	12.616	0.7892	0.6915	0.8762	0.1139	0.1648	0.2440	0.4351E 03	0.2052E 04	0.2487E 04	8.49	1650
1700	12.998	0.8091	0.7099	0.8774	0.1158	0.1631	0.2399	0.4276E 03	0.2083E 04	0.2510E 04	8.38	1700
1750	13.380	0.8288	0.7281	0.8786	0.1181	0.1621	0.2359	0.4202E 03	0.2113E 04	0.2533E 04	8.27	1750
1800	13.763	0.8481	0.7461	0.8797	0.1210	0.1622	0.2320	0.4130E 03	0.2143E 04	0.2556E 04	8.16	1800
1850	14.145	0.8675	0.7641	0.8808	0.1229	0.1608	0.2283	0.4058E 03	0.2173E 04	0.2578E 04	8.06	1850
1900	14.527	0.8868	0.7821	0.8820	0.1236	0.1581	0.2247	0.3988E 03	0.2202E 04	0.2601E 04	7.96	1900
1950	14.910	0.9060	0.8000	0.8830	0.1245	0.1556	0.2212	0.3919E 03	0.2231E 04	0.2622E 04	7.86	1950
2000	15.292	0.9250	0.8178	0.8841	0.1262	0.1543	0.2178	0.3851E 03	0.2259E 04	0.2644E 04	7.77	2000

\* END OF PORTMAN \*

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA-VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1,M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2,A2) \*\*\*\*\* TARGET... FE... ION... FE=56 \*\*\*\*\*

Z1= 26 M1= 55.935 Z2= 26 M2= 55.847 M2/M1= 0.998 R= 0.1564  
 C1= 0.3004E-01(MICRONS) C2= 0.1742E 03(KEV) C2/C1= 0.5801E 04(KEV/MICRON)  
 D= 7.860(G/CM\*\*3) N= 0.8476E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.1000E 01 ED= 40.0(EV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.115	0.0107	0.0074	0.6878	0.0029	0.3926	0.7136	0.2210E 04	0.3075E 03	0.2518E 04	22.91	20
40	0.230	0.0181	0.0128	0.7038	0.0049	0.3865	0.6788	0.2362E 04	0.4348E 03	0.2797E 04	25.11	40
60	0.344	0.0230	0.0179	0.7163	0.0068	0.3769	0.6546	0.2382E 04	0.5326E 03	0.2914E 04	25.86	60
80	0.459	0.0317	0.0231	0.7273	0.0085	0.3664	0.6352	0.2319E 04	0.6149E 03	0.2934E 04	25.98	80
100	0.574	0.0383	0.0283	0.7360	0.0102	0.3592	0.6187	0.2263E 04	0.6875E 03	0.2930E 04	25.77	100
120	0.689	0.0452	0.0336	0.7428	0.0117	0.3494	0.6041	0.2207E 04	0.7531E 03	0.2960E 04	25.46	120
140	0.804	0.0520	0.0389	0.7482	0.0134	0.3442	0.5910	0.2153E 04	0.8135E 03	0.2967E 04	25.10	140
160	0.918	0.0587	0.0442	0.7536	0.0149	0.3362	0.5790	0.2101E 04	0.8697E 03	0.2971E 04	24.71	160
180	1.033	0.0654	0.0496	0.7583	0.0164	0.3297	0.5678	0.2051E 04	0.9224E 03	0.2973E 04	24.31	180
200	1.148	0.0721	0.0550	0.7628	0.0179	0.3251	0.5575	0.2002E 04	0.9723E 03	0.2974E 04	23.93	200
220	1.263	0.0787	0.0604	0.7670	0.0194	0.3211	0.5478	0.1954E 04	0.1020E 04	0.2974E 04	23.54	220
240	1.377	0.0854	0.0658	0.7709	0.0208	0.3162	0.5386	0.1909E 04	0.1063E 04	0.2974E 04	23.16	240
260	1.492	0.0921	0.0713	0.7745	0.0223	0.3123	0.5299	0.1864E 04	0.1109E 04	0.2973E 04	22.79	260
280	1.607	0.0987	0.0768	0.7779	0.0238	0.3083	0.5216	0.1822E 04	0.1150E 04	0.2972E 04	22.44	280
300	1.722	0.1054	0.0823	0.7810	0.0252	0.3043	0.5138	0.1781E 04	0.1191E 04	0.2972E 04	22.09	300
320	1.837	0.1120	0.0878	0.7840	0.0266	0.3003	0.5062	0.1741E 04	0.1230E 04	0.2971E 04	21.76	320
340	1.951	0.1187	0.0934	0.7868	0.0280	0.2958	0.4990	0.1704E 04	0.1268E 04	0.2971E 04	21.43	340
360	2.066	0.1254	0.0990	0.7893	0.0292	0.2914	0.4921	0.1671E 04	0.1304E 04	0.2970E 04	21.11	360
380	2.181	0.1321	0.1046	0.7917	0.0304	0.2871	0.4854	0.1642E 04	0.1340E 04	0.2968E 04	20.81	380
400	2.296	0.1388	0.1102	0.7938	0.0320	0.2829	0.4790	0.1613E 04	0.1375E 04	0.2968E 04	20.52	400
420	2.411	0.1455	0.1158	0.7958	0.0330	0.2851	0.4728	0.1585E 04	0.1409E 04	0.2968E 04	20.24	420
440	2.525	0.1522	0.1214	0.7977	0.0341	0.2811	0.4668	0.1557E 04	0.1442E 04	0.2968E 04	19.97	440
460	2.640	0.1588	0.1270	0.7995	0.0353	0.2777	0.4611	0.1530E 04	0.1475E 04	0.2968E 04	19.71	460
480	2.755	0.1655	0.1326	0.8013	0.0363	0.2738	0.4555	0.1503E 04	0.1506E 04	0.2968E 04	19.45	480
500	2.870	0.1721	0.1382	0.8029	0.0373	0.2700	0.4501	0.1477E 04	0.1537E 04	0.2968E 04	19.21	500
520	2.984	0.1787	0.1438	0.8045	0.0383	0.2663	0.4448	0.1451E 04	0.1568E 04	0.2968E 04	18.98	520
540	3.099	0.1853	0.1494	0.8061	0.0393	0.2633	0.4397	0.1425E 04	0.1598E 04	0.2968E 04	18.75	540
560	3.214	0.1919	0.1550	0.8076	0.0404	0.2604	0.4347	0.1400E 04	0.1627E 04	0.2968E 04	18.53	560
580	3.329	0.1985	0.1607	0.8092	0.0414	0.2575	0.4299	0.1376E 04	0.1656E 04	0.2968E 04	18.31	580
600	3.444	0.2051	0.1663	0.8107	0.0428	0.2576	0.4252	0.1352E 04	0.1684E 04	0.2968E 04	18.10	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	3.558	0.2117	0.1719	0.8122	0.0439	0.2554	0.4207	0.1328E 04	0.1712E 04	0.3040E 04	17.90	620
640	3.673	0.2182	0.1776	0.8137	0.0450	0.2526	0.4182	0.1305E 04	0.1739E 04	0.3044E 04	17.70	640
660	3.788	0.2248	0.1832	0.8152	0.0461	0.2519	0.4159	0.1282E 04	0.1764E 04	0.3048E 04	17.51	660
680	3.903	0.2313	0.1889	0.8166	0.0472	0.2500	0.4139	0.1260E 04	0.1793E 04	0.3053E 04	17.32	680
700	4.018	0.2378	0.1945	0.8181	0.0483	0.2481	0.4036	0.1238E 04	0.1819E 04	0.3057E 04	17.13	700
720	4.132	0.2443	0.2002	0.8195	0.0492	0.2459	0.3995	0.1217E 04	0.1845E 04	0.3062E 04	16.95	720
740	4.247	0.2508	0.2059	0.8209	0.0502	0.2438	0.3956	0.1196E 04	0.1870E 04	0.3066E 04	16.78	740
760	4.362	0.2573	0.2116	0.8223	0.0512	0.2416	0.3918	0.1176E 04	0.1895E 04	0.3071E 04	16.60	760
780	4.477	0.2638	0.2173	0.8236	0.0521	0.2398	0.3880	0.1156E 04	0.1920E 04	0.3076E 04	16.43	780
800	4.591	0.2703	0.2230	0.8250	0.0530	0.2378	0.3844	0.1136E 04	0.1945E 04	0.3081E 04	16.27	800
820	4.706	0.2768	0.2287	0.8263	0.0540	0.2359	0.3808	0.1117E 04	0.1969E 04	0.3086E 04	16.11	820
840	4.821	0.2832	0.2344	0.8276	0.0550	0.2347	0.3773	0.1099E 04	0.1993E 04	0.3091E 04	15.95	840
860	4.936	0.2896	0.2401	0.8289	0.0560	0.2334	0.3739	0.1081E 04	0.2016E 04	0.3097E 04	15.80	860
880	5.051	0.2960	0.2458	0.8301	0.0570	0.2321	0.3705	0.1063E 04	0.2040E 04	0.3102E 04	15.65	880
900	5.165	0.3025	0.2515	0.8314	0.0580	0.2308	0.3672	0.1046E 04	0.2063E 04	0.3108E 04	15.51	900
920	5.280	0.3089	0.2572	0.8326	0.0590	0.2295	0.3640	0.1029E 04	0.2085E 04	0.3114E 04	15.36	920
940	5.395	0.3153	0.2629	0.8338	0.0599	0.2279	0.3608	0.1013E 04	0.2108E 04	0.3121E 04	15.22	940
960	5.510	0.3217	0.2686	0.8350	0.0607	0.2262	0.3577	0.9971E 03	0.2130E 04	0.3127E 04	15.09	960
980	5.625	0.3280	0.2743	0.8362	0.0616	0.2244	0.3547	0.9818E 03	0.2152E 04	0.3134E 04	14.95	980
1000	5.739	0.3344	0.2800	0.8373	0.0623	0.2226	0.3517	0.9669E 03	0.2174E 04	0.3141E 04	14.82	1000
1050	6.026	0.3503	0.2943	0.8402	0.0642	0.2182	0.3445	0.9319E 03	0.2228E 04	0.3160E 04	14.50	1050
1100	6.313	0.3660	0.3085	0.8429	0.0662	0.2145	0.3376	0.8996E 03	0.2280E 04	0.3180E 04	14.20	1100
1150	6.600	0.3817	0.3227	0.8455	0.0681	0.2110	0.3311	0.8703E 03	0.2332E 04	0.3202E 04	13.92	1150
1200	6.887	0.3973	0.3369	0.8480	0.0699	0.2076	0.3248	0.8439E 03	0.2382E 04	0.3226E 04	13.65	1200
1250	7.174	0.4127	0.3509	0.8504	0.0721	0.2035	0.3188	0.8203E 03	0.2431E 04	0.3251E 04	13.40	1250
1300	7.461	0.4279	0.3648	0.8526	0.0741	0.2002	0.3130	0.7997E 03	0.2479E 04	0.3279E 04	13.16	1300
1350	7.748	0.4430	0.3787	0.8546	0.0761	0.2016	0.3074	0.7819E 03	0.2526E 04	0.3308E 04	12.93	1350
1400	8.035	0.4580	0.3924	0.8568	0.0780	0.1987	0.3021	0.7670E 03	0.2572E 04	0.3339E 04	12.72	1400
1450	8.322	0.4728	0.4060	0.8588	0.0797	0.1963	0.2969	0.7530E 03	0.2618E 04	0.3373E 04	12.51	1450
1500	8.609	0.4875	0.4195	0.8606	0.0814	0.1940	0.2920	0.7459E 03	0.2663E 04	0.3409E 04	12.32	1500
1550	8.896	0.5020	0.4329	0.8623	0.0829	0.1916	0.2872	0.7396E 03	0.2707E 04	0.3446E 04	12.13	1550
1600	9.183	0.5164	0.4461	0.8639	0.0844	0.1892	0.2826	0.7363E 03	0.2750E 04	0.3486E 04	11.96	1600
1650	9.470	0.5306	0.4592	0.8654	0.0858	0.1868	0.2781	0.7358E 03	0.2793E 04	0.3529E 04	11.79	1650
1700	9.757	0.5446	0.4721	0.8668	0.0871	0.1844	0.2739	0.7382E 03	0.2835E 04	0.3573E 04	11.63	1700
1750	10.044	0.5585	0.4856	0.8681	0.0883	0.1822	0.2697	0.7411E 03	0.2876E 04	0.3617E 04	11.48	1750
1800	10.331	0.5723	0.4975	0.8693	0.0895	0.1799	0.2657	0.7317E 03	0.2917E 04	0.3669E 04	11.34	1800
1850	10.618	0.5859	0.5099	0.8704	0.0904	0.1773	0.2618	0.7224E 03	0.2957E 04	0.3680E 04	11.20	1850
1900	10.905	0.5994	0.5224	0.8715	0.0916	0.1753	0.2580	0.7131E 03	0.2997E 04	0.3710E 04	11.07	1900
1950	11.192	0.6129	0.5348	0.8726	0.0924	0.1727	0.2543	0.7040E 03	0.3036E 04	0.3740E 04	10.94	1950
2000	11.479	0.6262	0.5470	0.8736	0.0934	0.1708	0.2508	0.6950E 03	0.3075E 04	0.3770E 04	10.82	2000

\* END OF FORTRAN \*

\*\*\*\*\* CALCULATION OF LINEAR RANGES, PROJECTED RANGES, PROJECTED RANGE STRAGGLINGS, STOPPING POWERS, AND AVERAGE \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* DPA=VALUES FOR ANY ENERGETIC IONS (Z1:M1) BOMBARDING ANY TARGETS (Z2:M2) \*\*\*\*\* TARGET... NI, ION... NI-58 \*\*\*\*\*

Z1= 28 M1= 57.935 Z2= 28 M2= 58.710 M2/M1= 1.013 K= 0.1621  
 C1= 0.2946E-01(MICRONS) C2= 0.2056E 03(KEV) C2/C1= 0.6978E 04(KEV/MICRON)  
 D= 8.850(G/CM\*\*3) N= 0.9078E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.1000E 01 ED= 40.0(EV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS		KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.097	0.0093	0.0063	0.6819	0.0025	0.3689	0.7138	0.2582E 04	0.3528E 03	0.2935E 04	24.88	20
40	0.195	0.0156	0.0109	0.6971	0.0042	0.3906	0.6801	0.2806E 04	0.4989E 03	0.3305E 04	27.60	40
60	0.292	0.0214	0.0152	0.7086	0.0058	0.3826	0.6569	0.2871E 04	0.6111E 03	0.3482E 04	28.64	60
80	0.389	0.0270	0.0194	0.7186	0.0073	0.3761	0.6385	0.2836E 04	0.7056E 03	0.3542E 04	29.02	80
100	0.486	0.0325	0.0237	0.7275	0.0087	0.3662	0.6228	0.2774E 04	0.7889E 03	0.3562E 04	29.00	100
120	0.584	0.0381	0.0280	0.7345	0.0101	0.3600	0.6090	0.2716E 04	0.8642E 03	0.3580E 04	28.77	120
140	0.681	0.0437	0.0323	0.7403	0.0114	0.3515	0.5965	0.2659E 04	0.9334E 03	0.3593E 04	28.47	140
160	0.778	0.0492	0.0367	0.7450	0.0127	0.3467	0.5852	0.2604E 04	0.9979E 03	0.3602E 04	28.13	160
180	0.875	0.0547	0.0410	0.7497	0.0140	0.3404	0.5747	0.2551E 04	0.1038E 04	0.3609E 04	27.76	180
200	0.973	0.0603	0.0454	0.7540	0.0152	0.3336	0.5649	0.2499E 04	0.1116E 04	0.3614E 04	27.38	200
220	1.070	0.0658	0.0499	0.7540	0.0164	0.3293	0.5557	0.2448E 04	0.1170E 04	0.3618E 04	27.01	220
240	1.167	0.0712	0.0543	0.7611	0.0177	0.3253	0.5470	0.2398E 04	0.1222E 04	0.3620E 04	26.65	240
260	1.265	0.0767	0.0587	0.7653	0.0189	0.3217	0.5388	0.2350E 04	0.1272E 04	0.3622E 04	26.28	260
280	1.362	0.0822	0.0632	0.7687	0.0201	0.3176	0.5309	0.2303E 04	0.1320E 04	0.3623E 04	25.92	280
300	1.459	0.0877	0.0677	0.7718	0.0212	-0.3139	0.5235	0.2258E 04	0.1366E 04	0.3624E 04	25.56	300
320	1.556	0.0931	0.0722	0.7748	0.0225	0.3114	0.5163	0.2214E 04	0.1411E 04	0.3625E 04	25.22	320
340	1.654	0.0986	0.0767	0.7776	0.0237	0.3088	0.5095	0.2171E 04	0.1455E 04	0.3626E 04	24.89	340
360	1.751	0.1040	0.0812	0.7802	0.0248	0.3061	0.5029	0.2130E 04	0.1497E 04	0.3627E 04	24.57	360
380	1.848	0.1095	0.0857	0.7827	0.0260	0.3035	0.4966	0.2090E 04	0.1538E 04	0.3628E 04	24.25	380
400	1.946	0.1150	0.0903	0.7851	0.0271	0.3005	0.4905	0.2052E 04	0.1578E 04	0.3629E 04	23.94	400
420	2.043	0.1204	0.0948	0.7873	0.0281	0.2968	0.4846	0.2017E 04	0.1617E 04	0.3634E 04	23.64	420
440	2.140	0.1259	0.0994	0.7894	0.0291	0.2929	0.4789	0.1987E 04	0.1655E 04	0.3642E 04	23.35	440
460	2.237	0.1314	0.1040	0.7913	0.0301	0.2896	0.4734	0.1958E 04	0.1692E 04	0.3650E 04	23.07	460
480	2.335	0.1369	0.1085	0.7931	0.0311	0.2863	0.4680	0.1929E 04	0.1728E 04	0.3657E 04	22.80	480
500	2.432	0.1423	0.1131	0.7948	0.0321	0.2834	0.4628	0.1900E 04	0.1764E 04	0.3664E 04	22.54	500
520	2.529	0.1478	0.1177	0.7964	0.0331	0.2809	0.4578	0.1872E 04	0.1799E 04	0.3671E 04	22.28	520
540	2.626	0.1532	0.1223	0.7980	0.0341	0.2787	0.4529	0.1844E 04	0.1833E 04	0.3677E 04	22.04	540
560	2.724	0.1586	0.1268	0.7995	0.0349	0.2753	0.4482	0.1817E 04	0.1867E 04	0.3684E 04	21.80	560
580	2.821	0.1641	0.1314	0.8009	0.0357	0.2716	0.4435	0.1790E 04	0.1900E 04	0.3690E 04	21.56	580
600	2.918	0.1695	0.1360	0.8023	0.0365	0.2686	0.4390	0.1763E 04	0.1932E 04	0.3695E 04	21.34	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS	MICRONS		KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	3.016	0.1749	0.1405	0.8037	0.0373	0.2657	0.4346	0.1737E 04	0.1964E 04	0.3701E 04	21.12	620
640	3.113	0.1803	0.1451	0.8050	0.0382	0.2631	0.4304	0.1711E 04	0.1996E 04	0.3707E 04	20.90	640
660	3.210	0.1857	0.1497	0.8064	0.0390	0.2604	0.4262	0.1685E 04	0.2027E 04	0.3712E 04	20.69	660
680	3.307	0.1910	0.1543	0.8077	0.0398	0.2581	0.4221	0.1660E 04	0.2057E 04	0.3717E 04	20.49	680
700	3.405	0.1964	0.1589	0.8090	0.0411	0.2557	0.4181	0.1636E 04	0.2087E 04	0.3723E 04	20.29	700
720	3.502	0.2018	0.1635	0.8103	0.0419	0.2564	0.4142	0.1611E 04	0.2117E 04	0.3728E 04	20.09	720
740	3.599	0.2071	0.1681	0.8116	0.0428	0.2549	0.4104	0.1587E 04	0.2146E 04	0.3733E 04	19.90	740
760	3.697	0.2124	0.1727	0.8129	0.0437	0.2533	0.4067	0.1564E 04	0.2175E 04	0.3739E 04	19.72	760
780	3.794	0.2177	0.1773	0.8141	0.0446	0.2518	0.4031	0.1541E 04	0.2203E 04	0.3744E 04	19.54	780
800	3.891	0.2231	0.1819	0.8154	0.0455	0.2502	0.3995	0.1518E 04	0.2231E 04	0.3750E 04	19.36	800
820	3.988	0.2284	0.1865	0.8166	0.0464	0.2486	0.3961	0.1496E 04	0.2259E 04	0.3755E 04	19.18	820
840	4.086	0.2337	0.1911	0.8178	0.0472	0.2468	0.3926	0.1474E 04	0.2286E 04	0.3760E 04	19.01	840
860	4.183	0.2390	0.1957	0.8190	0.0479	0.2449	0.3893	0.1453E 04	0.2313E 04	0.3766E 04	18.84	860
880	4.280	0.2443	0.2003	0.8202	0.0487	0.2432	0.3860	0.1431E 04	0.2340E 04	0.3772E 04	18.68	880
900	4.377	0.2495	0.2050	0.8214	0.0495	0.2415	0.3828	0.1411E 04	0.2367E 04	0.3777E 04	18.52	900
920	4.475	0.2548	0.2096	0.8226	0.0503	0.2398	0.3797	0.1391E 04	0.2393E 04	0.3783E 04	18.36	920
940	4.572	0.2601	0.2142	0.8238	0.0510	0.2381	0.3766	0.1371E 04	0.2419E 04	0.3789E 04	18.20	940
960	4.669	0.2654	0.2189	0.8249	0.0518	0.2364	0.3736	0.1351E 04	0.2444E 04	0.3795E 04	18.05	960
980	4.767	0.2706	0.2235	0.8260	0.0526	0.2352	0.3706	0.1332E 04	0.2470E 04	0.3802E 04	17.90	980
1000	4.864	0.2758	0.2281	0.8271	0.0534	0.2341	0.3677	0.1313E 04	0.2495E 04	0.3808E 04	17.75	1000
1050	5.107	0.2888	0.2397	0.8298	0.0554	0.2313	0.3606	0.1268E 04	0.2556E 04	0.3825E 04	17.40	1050
1100	5.350	0.3018	0.2513	0.8324	0.0574	0.2284	0.3539	0.1224E 04	0.2616E 04	0.3842E 04	17.06	1100
1150	5.593	0.3148	0.2629	0.8350	0.0591	0.2247	0.3474	0.1186E 04	0.2675E 04	0.3861E 04	16.74	1150
1200	5.837	0.3277	0.2745	0.8374	0.0606	0.2208	0.3412	0.1148E 04	0.2733E 04	0.3881E 04	16.43	1200
1250	6.080	0.3406	0.2860	0.8398	0.0621	0.2173	0.3352	0.1113E 04	0.2789E 04	0.3903E 04	16.14	1250
1300	6.323	0.3533	0.2976	0.8421	0.0637	0.2141	0.3295	0.1081E 04	0.2844E 04	0.3925E 04	15.86	1300
1350	6.566	0.3660	0.3091	0.8444	0.0652	0.2111	0.3240	0.1051E 04	0.2899E 04	0.3949E 04	15.59	1350
1400	6.809	0.3786	0.3205	0.8465	0.0667	0.2082	0.3187	0.1023E 04	0.2952E 04	0.3975E 04	15.33	1400
1450	7.053	0.3912	0.3319	0.8486	0.0684	0.2060	0.3136	0.9983E 03	0.3004E 04	0.4002E 04	15.09	1450
1500	7.296	0.4035	0.3432	0.8506	0.0701	0.2041	0.3086	0.9758E 03	0.3055E 04	0.4031E 04	14.86	1500
1550	7.539	0.4158	0.3545	0.8525	0.0717	0.2023	0.3039	0.9537E 03	0.3106E 04	0.4062E 04	14.64	1550
1600	7.782	0.4280	0.3657	0.8543	0.0733	0.2004	0.2993	0.9382E 03	0.3156E 04	0.4094E 04	14.42	1600
1650	8.025	0.4401	0.3768	0.8561	0.0748	0.1984	0.2948	0.9231E 03	0.3204E 04	0.4128E 04	14.22	1650
1700	8.269	0.4521	0.3878	0.8578	0.0762	0.1964	0.2905	0.9106E 03	0.3253E 04	0.4163E 04	14.03	1700
1750	8.512	0.4640	0.3988	0.8595	0.0775	0.1944	0.2863	0.9003E 03	0.3300E 04	0.4201E 04	13.84	1750
1800	8.755	0.4758	0.4096	0.8609	0.0788	0.1923	0.2823	0.8929E 03	0.3347E 04	0.4240E 04	13.66	1800
1850	8.998	0.4875	0.4204	0.8623	0.0800	0.1903	0.2783	0.8878E 03	0.3393E 04	0.4281E 04	13.49	1850
1900	9.241	0.4991	0.4310	0.8636	0.0812	0.1883	0.2745	0.8852E 03	0.3439E 04	0.4324E 04	13.33	1900
1950	9.484	0.5106	0.4416	0.8649	0.0823	0.1863	0.2708	0.8851E 03	0.3484E 04	0.4369E 04	13.17	1950
2000	9.728	0.5219	0.4520	0.8661	0.0833	0.1843	0.2673	0.8875E 03	0.3528E 04	0.4416E 04	13.02	2000

\* END OF FORTRAN \*



Z1= 28 M1= 5.1735 Z2= M2= 20.647 MZ/M1= 0.964  
 C1= 0.5081E-01(MICRONS) C2= 0.1934E 03(KEV) C2/C1= 0.6278E 04(KEV/MICRON)  
 D= 7.860(G/CM\*\*3) N= 0.8476E 23(ATOMS/CM\*\*3) GAMMA= 0.9997E 00 ED= 40.0(CEV)

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
20	0.103	0.0102	0.0070	0.6929	0.0027	0.3883	0.7174	0.2350E 04	0.3173E 03	0.2667E 04	24.05	20
40	0.207	0.0171	0.0121	0.7082	0.0046	0.3817	0.6536	0.2337E 04	0.4467E 03	0.2985E 04	26.59	40
60	0.310	0.0236	0.0170	0.7198	0.0063	0.3729	0.6602	0.2354E 04	0.5495E 03	0.3136E 04	27.56	60
80	0.414	0.0298	0.0218	0.7301	0.0079	0.3651	0.6615	0.2355E 04	0.6345E 03	0.3170E 04	27.83	80
100	0.517	0.0360	0.0266	0.7387	0.0095	0.3579	0.6255	0.2479E 04	0.7094E 03	0.3188E 04	27.75	100
120	0.620	0.0422	0.0315	0.7454	0.0110	0.3491	0.6115	0.2424E 04	0.7772E 03	0.3201E 04	27.50	120
140	0.724	0.0485	0.0364	0.7510	0.0124	0.3415	0.5989	0.2371E 04	0.8394E 03	0.3210E 04	27.17	140
160	0.827	0.0547	0.0415	0.7557	0.0139	0.3367	0.5873	0.2319E 04	0.8974E 03	0.3216E 04	26.83	160
180	0.931	0.0609	0.0463	0.7604	0.0152	0.3290	0.5766	0.2268E 04	0.9518E 03	0.3220E 04	26.44	180
200	1.034	0.0671	0.0513	0.7646	0.0166	0.3238	0.5666	0.2219E 04	0.1003E 04	0.3222E 04	26.07	200
220	1.138	0.0732	0.0563	0.7686	0.0180	0.3198	0.5573	0.2171E 04	0.1052E 04	0.3223E 04	25.70	220
240	1.241	0.0794	0.0613	0.7723	0.0194	0.3162	0.5484	0.2123E 04	0.1099E 04	0.3224E 04	25.33	240
260	1.344	0.0855	0.0664	0.7758	0.0207	0.3120	0.5400	0.2080E 04	0.1144E 04	0.3224E 04	24.96	260
280	1.448	0.0917	0.0714	0.7791	0.0220	0.3081	0.5321	0.2036E 04	0.1187E 04	0.3223E 04	24.60	280
300	1.551	0.0978	0.0765	0.7822	0.0231	0.3055	0.5245	0.1994E 04	0.1229E 04	0.3223E 04	24.26	300
320	1.655	0.1040	0.0816	0.7851	0.0247	0.3029	0.5172	0.1953E 04	0.1269E 04	0.3222E 04	23.92	320
340	1.758	0.1101	0.0867	0.7878	0.0260	0.3001	0.5102	0.1914E 04	0.1308E 04	0.3222E 04	23.59	340
360	1.861	0.1163	0.0919	0.7903	0.0273	0.2975	0.5035	0.1876E 04	0.1346E 04	0.3222E 04	23.27	360
380	1.965	0.1224	0.0970	0.7927	0.0286	0.2943	0.4971	0.1839E 04	0.1383E 04	0.3222E 04	22.96	380
400	2.068	0.1286	0.1022	0.7950	0.0297	0.2903	0.4908	0.1808E 04	0.1419E 04	0.3227E 04	22.66	400
420	2.172	0.1348	0.1074	0.7971	0.0308	0.2864	0.4848	0.1779E 04	0.1454E 04	0.3233E 04	22.37	420
440	2.275	0.1409	0.1126	0.7990	0.0319	0.2831	0.4790	0.1751E 04	0.1488E 04	0.3240E 04	22.08	440
460	2.378	0.1471	0.1178	0.8008	0.0329	0.2797	0.4734	0.1724E 04	0.1522E 04	0.3245E 04	21.81	460
480	2.482	0.1533	0.1230	0.8025	0.0341	0.2769	0.4680	0.1697E 04	0.1554E 04	0.3251E 04	21.55	480
500	2.585	0.1594	0.1282	0.8041	0.0352	0.2746	0.4627	0.1670E 04	0.1586E 04	0.3256E 04	21.29	500
520	2.689	0.1655	0.1334	0.8057	0.0363	0.2718	0.4575	0.1643E 04	0.1618E 04	0.3261E 04	21.05	520
540	2.792	0.1717	0.1386	0.8072	0.0371	0.2678	0.4526	0.1617E 04	0.1649E 04	0.3266E 04	20.81	540
560	2.896	0.1778	0.1438	0.8086	0.0380	0.2645	0.4477	0.1592E 04	0.1679E 04	0.3271E 04	20.58	560
580	2.999	0.1839	0.1489	0.8100	0.0389	0.2614	0.4430	0.1569E 04	0.1709E 04	0.3275E 04	20.35	580
600	3.102	0.1900	0.1542	0.8114	0.0399	0.2587	0.4384	0.1542E 04	0.1738E 04	0.3279E 04	20.13	600

E	EPS	R	RP	RP/R	RPS	RPS/RP	F	SN	SE	S	ND	E
KEV		MICRONS	MICRONS		MICRONS			KEV/MICRON	KEV/MICRON	KEV/MICRON	DPA	KEV
620	3.206	0.1961	0.1594	0.8128	0.0408	0.2561	0.4340	0.1517E 04	0.1766E 04	0.3284E 04	19.92	620
640	3.309	0.2021	0.1646	0.8142	0.0422	0.2564	0.4296	0.1493E 04	0.1795E 04	0.3288E 04	19.71	640
660	3.413	0.2082	0.1696	0.8155	0.0431	0.2537	0.4254	0.1470E 04	0.1823E 04	0.3292E 04	19.50	660
680	3.516	0.2143	0.1750	0.8169	0.0440	0.2515	0.4212	0.1447E 04	0.1850E 04	0.3297E 04	19.31	680
700	3.619	0.2203	0.1802	0.8182	0.0450	0.2499	0.4172	0.1424E 04	0.1877E 04	0.3301E 04	19.11	700
720	3.723	0.2263	0.1855	0.8195	0.0461	0.2484	0.4132	0.1401E 04	0.1904E 04	0.3305E 04	18.93	720
740	3.826	0.2323	0.1907	0.8208	0.0471	0.2467	0.4094	0.1379E 04	0.1930E 04	0.3309E 04	18.74	740
760	3.930	0.2384	0.1959	0.8220	0.0480	0.2451	0.4056	0.1358E 04	0.1956E 04	0.3314E 04	18.56	760
780	4.033	0.2444	0.2012	0.8233	0.0490	0.2433	0.4019	0.1337E 04	0.1981E 04	0.3318E 04	18.38	780
800	4.136	0.2504	0.2064	0.8245	0.0498	0.2414	0.3983	0.1316E 04	0.2007E 04	0.3323E 04	18.21	800
820	4.240	0.2564	0.2117	0.8258	0.0507	0.2396	0.3948	0.1296E 04	0.2032E 04	0.3327E 04	18.04	820
840	4.343	0.2623	0.2170	0.8270	0.0516	0.2378	0.3913	0.1276E 04	0.2056E 04	0.3332E 04	17.87	840
860	4.447	0.2683	0.2222	0.8282	0.0524	0.2360	0.3879	0.1256E 04	0.2080E 04	0.3337E 04	17.71	860
880	4.550	0.2743	0.2275	0.8294	0.0533	0.2342	0.3846	0.1237E 04	0.2105E 04	0.3342E 04	17.55	880
900	4.654	0.2803	0.2328	0.8306	0.0541	0.2325	0.3813	0.1218E 04	0.2128E 04	0.3347E 04	17.39	900
920	4.757	0.2862	0.2381	0.8317	0.0550	0.2312	0.3782	0.1200E 04	0.2152E 04	0.3352E 04	17.24	920
940	4.860	0.2922	0.2433	0.8329	0.0560	0.2301	0.3750	0.1182E 04	0.2175E 04	0.3357E 04	17.09	940
960	4.964	0.2981	0.2486	0.8340	0.0569	0.2289	0.3720	0.1165E 04	0.2198E 04	0.3363E 04	16.95	960
980	5.067	0.3040	0.2539	0.8351	0.0578	0.2278	0.3690	0.1148E 04	0.2221E 04	0.3369E 04	16.80	980
1000	5.171	0.3099	0.2591	0.8362	0.0587	0.2266	0.3660	0.1131E 04	0.2243E 04	0.3374E 04	16.66	1000
1050	5.429	0.3246	0.2723	0.8389	0.0608	0.2233	0.3588	0.1091E 04	0.2299E 04	0.3390E 04	16.32	1050
1100	5.688	0.3393	0.2855	0.8414	0.0626	0.2194	0.3520	0.1054E 04	0.2353E 04	0.3407E 04	16.00	1100
1150	5.946	0.3540	0.2987	0.8439	0.0643	0.2153	0.3455	0.1019E 04	0.2406E 04	0.3425E 04	15.69	1150
1200	6.205	0.3685	0.3119	0.8463	0.0661	0.2120	0.3392	0.9866E 03	0.2458E 04	0.3444E 04	15.40	1200
1250	6.463	0.3830	0.3250	0.8487	0.0678	0.2087	0.3332	0.9566E 03	0.2508E 04	0.3463E 04	15.12	1250
1300	6.722	0.3974	0.3381	0.8509	0.0695	0.2057	0.3274	0.9294E 03	0.2558E 04	0.3487E 04	14.85	1300
1350	6.980	0.4116	0.3512	0.8531	0.0714	0.2033	0.3218	0.9046E 03	0.2607E 04	0.3511E 04	14.60	1350
1400	7.239	0.4258	0.3641	0.8552	0.0732	0.2011	0.3164	0.8824E 03	0.2654E 04	0.3537E 04	14.36	1400
1450	7.497	0.4398	0.3765	0.8571	0.0751	0.1992	0.3113	0.8628E 03	0.2701E 04	0.3564E 04	14.13	1450
1500	7.756	0.4537	0.3897	0.8590	0.0769	0.1972	0.3063	0.8457E 03	0.2748E 04	0.3593E 04	13.91	1500
1550	8.014	0.4675	0.4024	0.8608	0.0786	0.1952	0.3015	0.8311E 03	0.2793E 04	0.3624E 04	13.70	1550
1600	8.273	0.4811	0.4150	0.8625	0.0802	0.1931	0.2969	0.8190E 03	0.2838E 04	0.3657E 04	13.50	1600
1650	8.532	0.4947	0.4275	0.8642	0.0817	0.1911	0.2924	0.8095E 03	0.2882E 04	0.3691E 04	13.31	1650
1700	8.790	0.5081	0.4399	0.8657	0.0831	0.1894	0.2880	0.8025E 03	0.2925E 04	0.3728E 04	13.13	1700
1750	9.049	0.5214	0.4521	0.8672	0.0845	0.1888	0.2838	0.7981E 03	0.2968E 04	0.3766E 04	12.96	1750
1800	9.307	0.5346	0.4643	0.8685	0.0859	0.1877	0.2797	0.7962E 03	0.3010E 04	0.3806E 04	12.79	1800
1850	9.566	0.5476	0.4763	0.8698	0.0870	0.1870	0.2758	0.7968E 03	0.3051E 04	0.3848E 04	12.64	1850
1900	9.824	0.5605	0.4882	0.8710	0.0881	0.1865	0.2720	0.8000E 03	0.3092E 04	0.3892E 04	12.49	1900
1950	10.083	0.5732	0.4999	0.8721	0.0893	0.1872	0.2682	0.8006E 03	0.3133E 04	0.3933E 04	12.34	1950
2000	10.341	0.5859	0.5116	0.8731	0.0903	0.1865	0.2646	0.7991E 03	0.3175E 04	0.3964E 04	12.21	2000

\* END OF FORTRAN \*