

ALPHA	:	α	F10.5
BETA	:	β	F10.5
GZAI	:	ξ	F10.5
R	:	R_0	F10.5
XLENGT	:	L	F10.5
THICK	:	X_0	F10.5
ON(I)	:	遮蔽体がない場合の測定 DATA	5 F10.0
OM(I)	:	遮蔽体がある場合の測定 DATA	5 F10.0

2.7 出力

IONN(I) : 正味の角度エネルギースペクトル
10 I 8

3. プログラムの検定

3.1 計算精度および誤差

モデルの妥当性からみて光子のエネルギーが 1MeV

程度で数%以下である。

3.2 計算時間

測定点一点につきエネルギーメッシュ40点で5秒以下である。

4. プログラムの使用法について

4.1 オペレート

4.2 プログラムの応用

このプログラムは、線源側にコリメータを使用し検出器側にもコリメータを使用する実験配置であれば、ガンマ線に限らず中性子線や電子線に対しても核データを変えれば応用できる。

5. あとがき

比較的簡単な方法でしかも短い計算時間で正味の角度エネルギースペクトルを実験データから補正計算して求められる。

22. 薄い平板遮蔽体用透過ガンマ線計算プログラム

原子力船部 植木 紘太郎

1. プログラムの目的および概要

比較的薄い鋼板に細くしぼったガンマ線束を垂直および斜め投射し、鋼板の背面で透過ガンマ線の角度エネルギースペクトルを測定する実験を行ない、この実験結果からエネルギー再生係数を求めた。

このプログラムは実験と同一の幾何学的条件の下に、遮蔽体の透過ガンマ線角度エネルギースペクトルをモンテカルロ法で計算するものである。

一般に光子と物質との相互作用は種々多様であるが、ここでは線源として放射性同位元素の ^{60}Co , ^{137}Cs 程度を考えているので次の三つの現象だけを考慮すれば十分である。

- (1) 光電効果
- (2) Compton 散乱
- (3) 電子対創生

上記の過程と乱数とを組合わせて遮蔽体中での光子のふるまいを追跡し、透過した光子の位置、方向、エネルギーをそれぞれ記録し出力として取り出す。

このプログラムを用いて得られた角度エネルギースペクトルをもとに、幾何学的条件を変換して計算した広い平行線束に対するエネルギー再生係数の値は実験

値および Peebles の計算値と比較して $\pm 10\%$ 以内にある。これについては船研講演会および原子力学会で報告している。

2. プログラムの内容

2.1 プログラムの名称

SPM

2.2 製作者

原子力船部 植木紘太郎

2.3 製作年月

昭和44年

2.4 計算の基礎となる理論の概要

下記の文献に手法と原理の解説がある。

A Practical Manual on the Monte Carlo Method for Random Walk Problems by E. D. Cashwell and C. J. Everett 1959 Pergamon Press.

特に光子の Compton 散乱角の決定には Kahn の Rejection Technique を採用した。

このモンテカルロ法はいわゆる“貧乏人のモンテカルロ”といわれるもので Importance Sampling を行なっておらず、したがって光子の持つウエイトは終始1でありロシアンルーレットによるスプレットは行

なわない。

各物理現象については細部まで説明しきれないので別の機会に報告する。

2.5 計算の手順

図-1 に手順をフローチャートで示す。

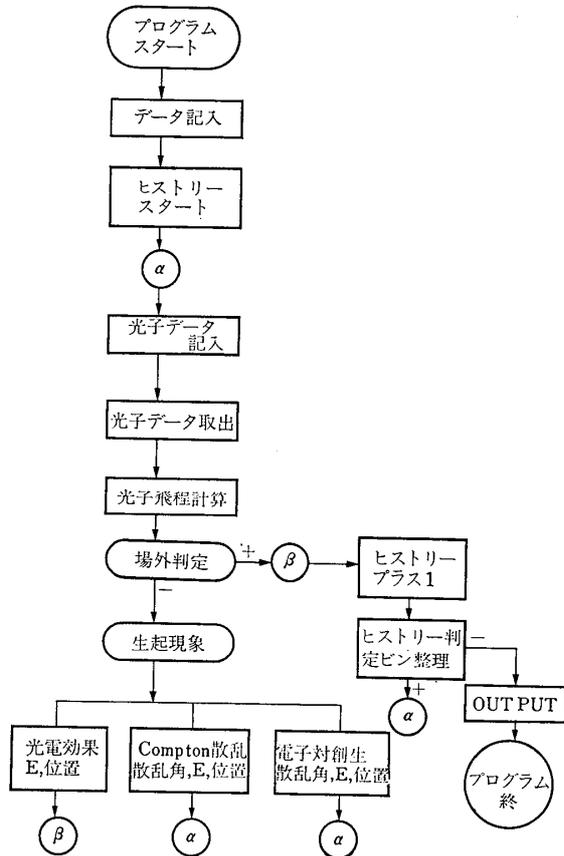


図-1

2.6 用語および計算機機種

FORTRAN II

NEAC 2206

2.7 入力

2.7.1 センス・スイッチ

SW 0 ON : MTよりエネルギースペクトルを讀出す

SW 1 ON : MTにエネルギースペクトルを書込む

SW 3 ON : 光子の線吸収係数をPTRより讀込む

SW 5 ON : 計算し終ったヒストリー数を打出す

2.7.2 入力データ

N : 今回計算するヒストリー数 I 8

NO : これまでに計算終了したヒストリーの和 I 8

R	: 疑似乱数	I 8
θ_0	: ガンマ線束の入射角	F 10.6
u, v, w	: 入射光子の方向余弦	3 F 10.6
x, y, z	: 入射光子の入射位置	3 F 10.6
X	: 平板の x 方向の広がり	F 15.5
Y	: 平板の y 方向の広がり	F 15.5
Z	: 平板の厚さ	F 15.5
DATA	: 光子の線吸収係数	5 F 12.5
ENERGY	: 光子のエネルギー	5 F 12.5
E_c	: 入射光子のエネルギー	F 12.5
E_{cut}	: Cut off エネルギー	F 12.5
δ	: エネルギーメッシュ幅	F 12.5
α_j	: 方位角メッシュ	F 12.5
β_j	: 極角メッシュ	F 12.5
r	: 測定球面半径	F 12.5

2.8 出力

N_{th} : 非散乱光子数 I 10

N_{DIE} : 遮蔽体中で吸収された光子数 I 10

N_{BC} : 後方散乱光子数 I 10

N_{DET} : 測定に係わった光子数 I 10

NSPECT(I, J, K) : 透過光子角度エネルギースペクトル 10 I 10

NDOSE(I, J, K) : 角度光子数 I 10

EDOSE(I, J, K) : エネルギー線量 F 15.5

NBACK(I, J, K) : 後方散乱エネルギースペクトル 10 I 10

3. プログラムの検定

3.1 計算精度および誤差

透過光子角度エネルギースペクトルについては計算位置によってそこに入射する光子数およびエネルギー範囲が異なるのでいちがいにヴァリアンスは計算できないが、計算で得た角度エネルギースペクトルをもとに幾何学的条件を変換して求めたエネルギー再生係数は実験値および Peebles の値と比較して±10%以内にある。

3.2 計算所要時間

線源が ^{60}Co で鋼板の厚さ 1 mfp の平板に細くしぼった線束を垂直入射させた場合、1 万ヒストリーで約 1 時間、70° 投射にすると 2 時間30分程度かかる。

4. プログラムの使用法について

4.1 オペレート

目的に応じてシャンプ・スイッチを ON にする。

4.2 プログラムの応用

このプログラムはこれまで単一層平板について計算

を行ってきたがプログラムの一部改訂によって多重層平板問題も計算できる。また点等方線源や他の幾何学的形状についてもプログラムの一部改訂によって応用可能である。

5. あとがき

ここで用いた手法はいわゆる“貧乏人のモンテカルロ”といわれるもので計算効率を向上する手法が使われていないため、遮蔽体が厚くなるにつれヴァリアンスが大きくなり計算効率が低下する。NEAC 2206 計算機では4~5 mfp 程度まで実行可能である。

23. 厚い平板遮蔽体用透過ガンマ線計算プログラム

原子力船部 植木 紘太郎

1. プログラムの目的および概要

点等方線源からのガンマ線で有限の広がりをもった平板に入射する場合の透過光子角度エネルギースペクトルを計算し、ガンマ線再生係数の空間分布を求めるプログラムである。

モンテカルロ法を用いた計算である点、薄い平板遮蔽体用透過ガンマ線計算プログラム -SPM と変りないが、このプログラムは厚い遮蔽体を透過する光子の追跡が計算効率よく計算できるようにARMSTRONGらの Importance Functions を採用した。各光子にウエイトを持たセルシアンルーレットによるスプリットを行なっている。

遮蔽体が厚くなると電子対創生で発生する 0.51MeV の光子は吸収係数が大きいので遮蔽体中で吸収される確率が大きくなり、この過程を吸収過程として取扱えるものとする。このプログラム中では光電効果と電子対創生を吸収過程とし、Compton 散乱と二つの過程だけを考慮して計算した。

このプログラムで計算したエネルギー再生係数の空間分布は実験結果と傾向がよく合い、実験値より10%程度小さい値を示している。無限の広がりを持った鋼板に対するエネルギー再生係数を Peebles の値と比較すると±10%以内にあると推定できる。これについては原子力学会講演会で報告している。

2. プログラムの内容

2.1 プログラムの名称

DPM

2.2 製作者

原子力船部 植木紘太郎

2.3 製作年月

昭和45年

2.4 計算の基礎となる理論の概要

下記の文献に手法と原理の解説がある。

A Practical Manual on the Monte Carlo Method for Randon Walk Problems by E. D. Cashwell and C. J. Everett. 1959 Pergamon Press.

Importance Function は ARMSTRONG の文献より一部修正し引用した。

A V⁰ Importance Function for the Monte Carlo Calculation of the Deep Penetration of Gamma Rays. by T. W. Armstrong and P. N. Stevens. Journal of Nuclear Energy Vol. 23, PP. 331. 1969.

各光子のウエイトを計算セルシアンルーレットによってスプリットを行なっている。

各物理現象および Importance Function の詳細な説明については別の機会に報告する。

2.5 計算の手順

図-1 に計算手順をフローチャートで示す。

2.6 用語および計算機機種

FORTRAN II

NEAC 2206

2.7 入力

2.7.1 センス・スイッチ

SW 1 ON : 光子の線吸収係数を読込む

SW 2 ON : SPCTL(I, J, K)=0

PRIM(J, K)=0, SPCWGT=0, DIEWGT=0

ELENG : 線源の位置 F12.6

ENERG(K) : エネルギー 5F12.6

DATA(I, J) : 光子の線吸収係数 5F12.6

EDELTA : エネルギーメッシュ幅 F12.6

XT : x 方向の広がり F10.3

YT : y 方向の広がり F10.3

ZT : 平板の厚さ F10.3

(393)