

## NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CỦA SRIM-2006 CHO VIỆC TÍNH TOÁN NĂNG SUẤT HÃM VÀ QUÃNG CHẠY HẠT ALPHA TRONG VẬT LIỆU

**Lê Công Hảo, Nguyễn Đình Gấm**

Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 29 tháng 03 năm 2007, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 02 tháng 03 năm 2008)

**TÓM TẮT:** Trong bài báo này, chúng tôi báo cáo việc sử dụng phần mềm SRIM-2006 (*Stopping and Range of Ions in Matter*) làm công cụ cho việc tính toán năng suất hãm và quãng chạy của hạt Alpha trong các vật liệu. Chúng tôi cũng trình bày chi tiết cách sử dụng và khai thác ứng dụng của SRIM-2006 để phục vụ cho mục đích giảng dạy và kỹ thuật xác định bề dày foil kim loại bằng hệ phổ kế Alpha.

**Từ khoá:** Charge particles, *Stopping and Range of Ions in Matter*, SRIM

### 1. GIỚI THIỆU

Dựa trên nền tảng của công thức Bethe – Bloch (1930) về độ mất năng lượng ion hóa riêng và lý thuyết về quãng chạy R của hạt mang điện nặng. Lý thuyết “ Stopping & Range of Heavy Ion ” được Lindhard, Scharff and Schiott nghiên cứu và tổng hợp năm 1963 và được gọi là lý thuyết LSS. Cho đến ngày nay việc tính toán Stopping & Range of Heavy Ions hầu như đã được hoàn hảo bằng cách sử dụng phần mềm tính toán trên máy tính.

SRIM-2006 là phần mềm được các tác giả J. F. Ziegler SRIM.COM Annapolis, MD 21037 USA, M. D. Ziegler SRIM.COM Los Angeles, CA 90066 USA, J. P. Biersack Hahn-Meitner Inst Berlin Germany xây dựng nhằm mô hình hóa các tương tác của hạt mang điện nặng trong các vật liệu. Chương trình SRIM đầu tiên được tạo ra vào năm 1983. SRIM cho phép tính toán năng suất hãm và quãng chạy của các hạt mang điện nặng một cách hiệu quả dựa trên nền tảng của thuật toán thống kê. Đối tượng chúng tôi chọn là hạt Alpha và khảo sát sự mất năng lượng ion hóa và quãng chạy của nó trong một số vật liệu thông dụng.

### 2. Ý NGHĨA CỦA CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐƯỢC TÍNH

Công thức Bethe – Bloch: [1]

$$-\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi e^4 z^2}{m_0 v^2} NB \quad (1)$$

$$B = Z \left[ \ln \frac{2m_0 v^2}{I} - \ln \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right) - \frac{v^2}{c^2} \right]$$

Trong đó:

Z: điện tích của hạt

$N_e$ : số electron trên một đơn vị thể tích của môi trường

$N_a$ : số Avogadro

$r$ : mật độ của môi trường vật chất,

$m_0$ : khối lượng của electron

A,Z: số khối và bậc số nguyên tử của môi trường,

v: vận tốc hạt

I: năng lượng ion hóa trung bình

$$b = v/c.$$

Quãng chạy [1]  $R = \int_{e_0}^0 \frac{dE}{dE/dx}$  (2)

$(dE/dX)_{\text{electron}}$  Năng suất hãm do va chạm hay tốc độ mất năng lượng trung bình trên một đơn vị độ dài lộ trình, do các va chạm đã dẫn đến sự ion hóa và sự kích thích nguyên tử.

$(dE/dX)_{\text{Nuclear}}$  Năng suất hãm do phát xạ hay tốc độ mất năng lượng trên một đơn vị độ dài lộ trình do các va chạm với nguyên tử và electron trong nguyên tử và phát ra các lượng tử của bức xạ hãm.

Năng suất hãm toàn phần: tổng năng suất hãm do va chạm và năng suất hãm do phát xạ.

Quãng chạy (Projected Range) : giá trị gần đúng nhất với quãng đường trung bình mà các hạt mang điện đi được khi nó giảm dần vận tốc đến lúc dừng lại.

### 3.SỬ DỤNG SRIM – 2006 CHO TÍNH TOÁN NĂNG SUẤT HÃM VÀ QUÃNG CHẠY [2]

#### 3.1.Khởi động chương trình SRIM



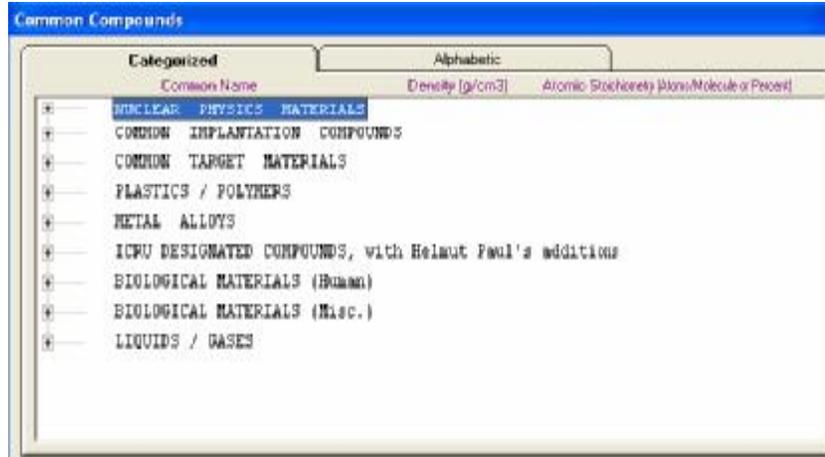
#### 3.2.Chọn Stopping Range Tables

Giao diện chính của chương trình



Sử dụng command  để chọn những ion cần nghiên cứu. Ở đây chúng ta quan tâm hạt Alpha

Chọn vật liệu (Target) chúng ta cũng sử dụng command  cho việc chọn vật liệu đơn tinh khiết. Ngoài ra SRIM cũng cho phép chúng ta lựa chọn những đối tượng đặc biệt như vật liệu trong hạt nhân, vật liệu là các mô, da thịt, xương của cơ thể người



Đây chính là điểm mạnh của SRIM cho phép chúng ta mô phỏng quãng chạy của hạt Alpha và biết được độ mất mát năng lượng trong môi trường với năng lượng hạt được xác định trước nhằm tìm ra kết quả đang quan tâm.

#### 4.KẾT QUẢ TỪ SRIM

SRIM cho chúng ta kết quả dưới dạng số liệu

SR Calculation: SRIM Outputs\Hydrogen in Germanium

=====  
 Calculation using SRIM-2006  
 SRIM version ---> SRIM-2006.02  
 Calc. date ---> October 31, 2006  
 =====

Disk File Name = SRIM Outputs\Hydrogen in Germanium

Ion = Hydrogen [1] , Mass = 1.008 amu

Target Density = 5.3500E+00 g/cm3 = 4.4371E+22 atoms/cm3

=====  
 Target Composition  
 =====

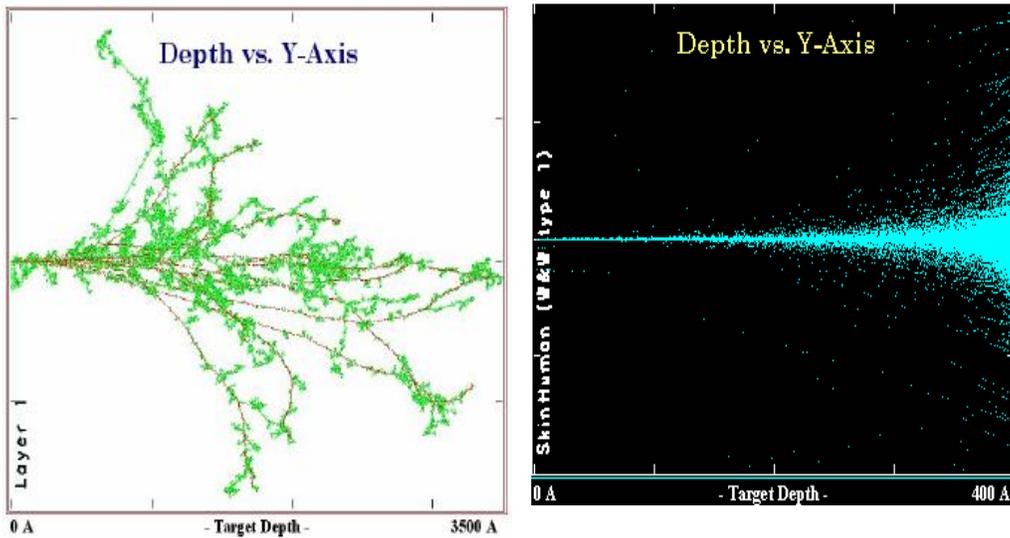
Atom Name	Atom Numb	Atomic Percent	Mass Percent
Ge	32	100.00	100.00

=====  
 Bragg Correction = 2.51%  
 Stopping Units = MeV / (mg/cm2)  
 See bottom of Table for other Stopping units

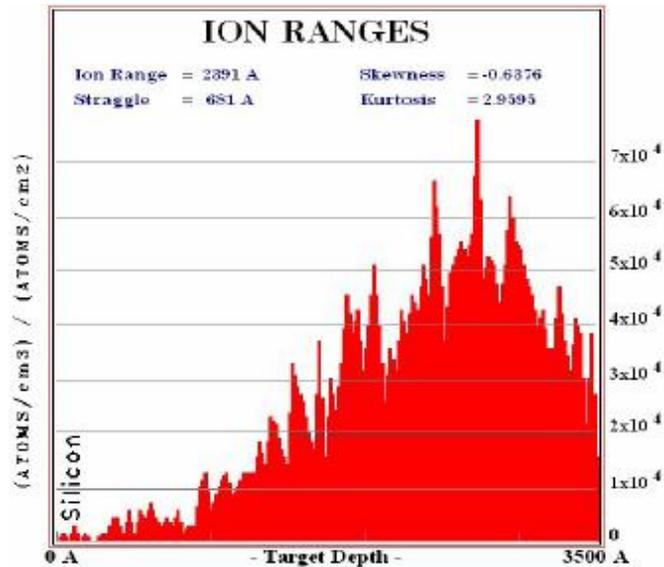
Ion Energy	dE/dx Elec.	dE/dx Nuclear	Projected Range	Longitudinal Straggling	Lateral Straggling
10.00 keV	1.491E-01	2.084E-03	888 A	545 A	461 A
11.00 keV	1.556E-01	1.998E-03	968 A	571 A	487 A
12.00 keV	1.616E-01	1.921E-03	1046 A	594 A	512 A
13.00 keV	1.674E-01	1.850E-03	1123 A	617 A	535 A
14.00 keV	1.728E-01	1.785E-03	1199 A	638 A	558 A
15.00 keV	1.779E-01	1.725E-03	1274 A	658 A	579 A
16.00 keV	1.827E-01	1.670E-03	1349 A	677 A	600 A
17.00 keV	1.873E-01	1.619E-03	1422 A	694 A	620 A
18.00 keV	1.916E-01	1.571E-03	1495 A	712 A	640 A

Print Close

Ngoài ra SRIM còn cho chúng kết quả dưới dạng đồ họa (3D rất mạnh với giao diện đẹp) cho phép chúng ta nhìn thấy trực tiếp quá trình tương tác của hạt Alpha trong các vật liệu khác nhau mà điều này chỉ được biết qua lý thuyết.



Hình 1. Sự phân bố quãng chạy của hạt Alpha trong da người.



Hình 2. Sự phân bố quãng chạy của hạt theo độ sâu của vật liệu Silicon.

## 5.KẾT LUẬN

SRIM-2006 cho phép chúng ta tính toán năng suất hãm và quãng chạy của hạt mang điện nặng nói chung và của hạt Alpha nói riêng một cách mau chóng và chính xác. Chương trình

chấp nhận tất cả các bia phức tạp được tạo ra từ các vật liệu hợp chất khác nhau (đến 8 lớp). Nó sẽ tính toán cả sự phân bố 3D của ion và cả các hiện tượng động lực học liên quan đến năng lượng mất đi của ion, sự tổn thương của bia, sputtering, sự ion hóa và các phonon. Do vậy việc nghiên cứu và đưa SRIM vào như một công cụ giảng dạy cho sinh viên là một điều hữu ích nhất là trong các lĩnh vực ứng dụng của Vật Lý Hạt Nhân trong y học vì rằng chúng ta có thể nghiên cứu các hiệu ứng và ảnh hưởng đến các mô, da tế bào....do những hạt mang điện năng gây ra dựa trên độ mất mát năng lượng và quãng chạy của hạt một cách rõ ràng và chi tiết.

## STUDYING THE APPLICATIONS OF SRIM-2006 IN CALCULATION THE STOPPING POWER AND RANGE OF ALPHA IN MATTER

Le Cong Hao, Nguyen Dinh Gam  
University of Natural Sciences, VNU-HCM

**ABSTRACT:** *In this article, we used SRIM-2006 (Stopping and Range of Ions in Matter) as a calculation tool of Stopping and Range of Alpha in Matter. We also detail the way how to use the SRIM-2006 and its application for educational purposes and technique of determination metal foil thickness by Alpha spectroscopy.*

**Key words:** *Charge particles, Stopping and Range of Ions in Matter, SRIM*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO.

- [1]. Trần Phong Dũng, Châu Văn Tạo, Nguyễn Hải Dương, *Phương pháp bức xạ ion hóa*, NXB. Đại Học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh, (2005).
- [2]. J. F. Ziegler SRIM.COM Annapolis, MD 21037 USA, M. D. Ziegler SRIM.COM Los Angeles, CA 90066 USA, J. P. Biersack Hahn-Meitner Inst Berlin Germany, [www.srim.org](http://www.srim.org)