บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ตั้งแต่อดีต มนุษย์เริ่มรู้จักสารรังสีจนถึงปัจจุบัน ปรากฏว่ามีผู้ได้รับอันตรายจากสารรังสีเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นผู้ที่ทำงานในด้านนี้โดยตรงหรือประชาชนทั่วไป จึงได้มีการศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อกำหนดการป้องกันอันตรายให้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ และในขณะเดียวกันตั้งแต่ค.ศ.1942 เป็นต้นมา แทบทุกประเทศได้มีการขยายและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากสารรังสีมากขึ้น ไม่ว่าในทางการศึกษา การแพทย์ การอุตสาหกรรม วิศวกรรม การพลังงาน จากสถิติของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency) ปรากฏว่าในค.ศ.1954 มีเตาปฏิกรณ์ปรมาณูเพียง 2 แห่งเท่านั้น แต่ในค.ศ.1980 มีถึง 401 แห่ง และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนั้นการใช้สารกัมมันตรังสียังมีเพิ่มขึ้นอย่างมาก นั่นแสดงให้เห็นว่า จะมีประชากรจำนวนมากขึ้นที่อาจได้รับอันตรายจากสารรังสี

จากการศึกษาพบว่า อันตรายที่ได้รับจากรังสีมี 2 ทางคือ อันตรายที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ได้รับรังสีโดยตรงจากที่ร่างกายสัมผัสกับฝุ่นรังสี มีรังสีผ่านร่างกาย อีกทางหนึ่งเป็นอันตรายที่ได้รับจากภายในร่างกาย ได้รับรังสีจากรังสีที่เข้าไปในร่างกายแล้วเก็บสะสมตามอวัยวะ ต่อมต่างๆ ของร่างกาย รับประทานอาหารเปื้อนรังสี หายใจอากาศที่มีรังสีปนเข้าไป ซึ่งมีวิธีป้องกันที่ต้นเหตุโดยสร้างเกราะกำบังรังสีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันห่อหุ้มแหล่งกำเนิดรังสีนั้นๆ ไว้ เพื่อลดความเข้มและความแรงของรังสี ซึ่งต้องผ่านการศึกษารายละเอียดของรังสีเสียก่อน

แหล่งกำเนิดรังสีมีหลายลักษณะ อาจเป็นแหล่งกำเนิดที่มีการเปลี่ยนแปลงสร้างรังสีเพิ่มขึ้นได้ เช่น เตาปฏิกรณ์ปรมาณู เครื่องเร่งอนุภาคเป็นต้น หรืออาจเป็นแหล่งกำเนิดชนิดที่มีแต่การสลายตัวเพียงอย่างเดียว

รังสีจากแหล่งกำเนิดมีหลายชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติและอำนาจการทะลุทะลวงในสสารต่างกัน

ก. แอลฟา เป็นนิวเคลียสของฮีเลียมที่มีพลังงานสูง ประกอบด้วยโปรตอน 2

ตัวและนิวตรอน 2 ตัว นิวเคลียสที่เป็นสารรังสีของธาตุหนักจะปล่อยอนุภาคนี้ออกมา เนื่องจากเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ สามารถถ่ายเทพลังงานจลน์ในตัวเองขณะเคลื่อนที่ในตัวกลางได้เร็ว จึงหยุดได้เร็ว

ข. โปรตอน อนุภาคประจุไฟฟ้าบวก เป็นส่วนประกอบของนิวเคลียส มีมวล 1.00759 a.m.u. (Atomic Mass Unit)

ค. นิวตรอน เป็นอนุภาคที่เป็นกลาง เป็นส่วนประกอบของนิวเคลียสเช่นกัน จะถูกปล่อยออกมาในระหว่างปฏิกิริยาฟิวชั่น สามารถถูกดูดกลืนไปในนิวเคลียสอื่น แล้วอาจทำให้นิวเคลียสนั้นเป็นสารรังสีได้ มีมวล 1.00898 a.m.u.

ง. เบต้า อิเลคตรอนพลังงานสูงที่นิวเคลียสที่เป็นสารรังสีปล่อยออกมา ถ้าอยู่อิสระจะรวมกับนิวเคลียสอื่นอย่างรวดเร็ว

จ. แกมมา คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพลังงานสูงที่ออกจากนิวเคลียส มีอำนาจการทะลุทะลวงในสสารสูงมาก

ฉ. รังสีเอ็กซ์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากการแทนที่ของอิเลคตรอนระหว่างชั้นต่างๆ ที่ล้อมรอบนิวเคลียส มีอำนาจในการทะลุผ่านสสารได้สูงเช่นเดียวกับแกมมา

อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้ามีมวลมาก มีสนามคูลอมบ์ จะผ่านไปในเนื้อสารได้น้อย ป้องกันง่าย ส่วนแกมมาและนิวตรอนพลังงานสูงเป็นปัญหาใหญ่ในการป้องกัน นอกจากจะมีอำนาจทะลุทะลวงไปในตัวกลางได้สูงแล้ว แกมมาและนิวตรอนยังก่อให้เกิดรังสีทุติยภูมิเพิ่มอีก ดังนั้นจึงต้องศึกษาการลดลงของรังสีทั้งสองชนิดนี้ในเกราะกำบังรังสี จากลักษณะของเหตุการณ์ที่เกิดเมื่อแกมมาและนิวตรอนผ่านเข้าไปในเนื้อเกราะ ความถูกต้องและความรวดเร็วในการคำนวนการลดลงของรังสีดังกล่าว จึงเป็นสิ่งจำเป็นและไม่สามารถคำนวนได้ละเอียดโดยใช้การคำนวนแบบธรรมดา จึงได้มีผู้พัฒนาการคำนวนโดยใช้คอมพิวเตอร์ วิธีการคำนวนที่ให้ผลถูกต้องมีหลายวิธี เช่น วิธีมอนติ คาร์โล วิธีโมเมนต์ วิธีการแพร่กระจายโดยใช้พลังงานหลายกลุ่ม เป็นต้น แต่วิธีที่นิยมใช้กันพอสมควรเนื่องจากให้ผลถูกต้องพอสมควรและประหยัดค่าเวลาการใช้คอมพิวเตอร์คือ วิธี Removal-Diffusion ซึ่งเสนอโดยสปินเนย์[1] และมีผู้ประดิษฐ์โปรแกรมสำเร็จหลายโปรแกรมด้วยกัน หลังจากศึกษาขั้นต้นแล้วได้พิจารณาเลือกโปรแกรม SABINE -3 โดยปอนติเป็นผู้ประดิษฐ์ (ศึกษาวิธีคำนวนการลดลงของนิวตรอนและแกมมาในเกราะ

กำบังรังสี ซึ่งใช้กันอย่างกว้างขวางในยุโรปตั้งแต่ปีคศ.1967 เป็นโปรแกรมในภาษาโฟรแทรนและคำนวนปัญหาได้หลายลักษณะ)

1.2 วัตถุประสงค์

การทำวิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์สำคัญ 3 ประการ ดังต่อไปนี้

1.2.1 ศึกษาวิธีคำนวนการลดลงของนิวตรอนและแกมมาในเกราะกำบังรังสี

1.2.2 ใช้วิธีดังกล่าวคำนวนเกราะกำบังรังสีแบบต่างๆ

1.2.3 ใช้วิธีดังกล่าวคำนวนความร้อนหรือปริมาณรังสีที่ได้รับเนื่องจากแกมมาและนิวตรอน หลังจากผ่านเกราะกำบังรังสี

1.2.4 ศึกษาวิธีดัดแปลงโปรแกรมให้ใช้ในงานเฉพาะอย่างที่จำเป็นได้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษานี้มีขอบเขต ดังต่อไปนี้

1.3.1 ศึกษาการคำนวนเกราะกำบังรังสีที่ใช้วิธี Removal Attenuation

1.3.2 ศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปชื่อ SABINE-3 ในการแก้ปัญหาการคำนวนการลดลงของนิวตรอนและแกมมาในเกราะกำบังรังสี

1.3.3 รูปทรงของแหล่งกำเนิดที่พิจารณาในการคำนวน มีดังนี้

ก. ระนาบ (Plane Geometry)

ข. ทรงกระบอก (Cylindrical Geometry)

ค. ทรงกลม (Spherical Geometry)

ง. จาน (Disk Geometry)

1.3.4 รูปทรงของเกราะกำบังรังสี (คำนวนฟลักซ์เนื่องจากแหล่งกำเนิด) ที่พิจารณา มีดังนี้

ก. แผ่นระนาบ (Plane Slabs)

ข. ชั้นรูปทรงกระบอก (Cylindrical Shells)

ค. ชั้นรูปทรงกลม (Spherical Shells)

1.3.5 รูปทรงของเกราะกำบังรังสี (คำนวนฟลักซ์จากสมการการฟุ้งกระจายของนิวตรอน) ที่พิจารณาเช่นเดียวกับหัวข้อ 1.3.3

1.3.6 รูปทรงของเกราะกำบังรังสี (คำนวนฟลักซ์เนื่องจากแกมมาทุติยภูมิ)

ที่พิจารณา มีดังนี้

ก. แผ่นระนาบใหญ่ (Infinite Plane Slabs)

ข. ชั้นทรงกระบอก (Cylindrical Shells)

ค. ชั้นทรงกลม (Spherical Shells)

ง. จาน (Disks)

1.3.7 ศึกษาปริมาณรังสีที่ได้รับหลังเกราะกำบังรังสีและความร้อนที่เกิดขึ้นในเกราะนั้น

1.3.8 ทดสอบโปรแกรมสำเร็จรูปนี้ ให้คำนวนเกราะกำบังรังสีและสิ่งต่างๆ ตามต้องการ

1.4 วิธีดำเนินงานการศึกษา

การดำเนินงานในการศึกษา มีขั้นตอนปฏิบัติดังต่อไปนี้

1.4.1 ศึกษาแนวทฤษฎีและวิธีการที่นำมาใช้ในการคำนวน

1.4.2 ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปนี้ พร้อมหลักการคำนวนตามลักษณะรูปทรงของแหล่งกำเนิดและเกราะกำบังรังสี

1.4.3 จัดโปรแกรมนั้นให้เหมาะสมและสามารถคำนวนได้

1.4.4 ทดสอบโปรแกรมและผลการคำนวน

1.4.5 ทำการคำนวนเกราะกำบังรังสีสำหรับเครื่องปฏิกรณ์บางชนิดและต้นกำเนิดรังสีบางชนิด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

1.5.1 ทำให้ทราบหลักการและวิธีคำนวนการลดของนิวตรอนและแกมมาอย่างละเอียดในเกราะกำบังรังสี ในหลายลักษณะของแหล่งกำเนิดและเกราะกำบังรังสี

1.5.2 สามารถนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปนี้ ไปคำนวนปัญหาที่มีเงื่อนไขต่างๆเหมาะสมกับโปรแกรม และศึกษารายละเอียดต่างๆได้อย่างกว้างขวางและถูกต้องพอสมควร

1.5.3 สามารถดัดแปลงโปรแกรมให้ใช้กับงานเฉพาะบางอย่างได้ตามต้องการ