บทที่ 1

บทนำ

1.1 ปัญหาในการวัดความหนาแน่นของสาร

การวัดความหนาแน่นของสารสามารถทำได้หลายวิธี โดยใช้หลักที่ว่า "ความหนาแน่นของสารใดคือมวลสารต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของสารนั้น" ดังนั้น การวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นจึงจำเป็นต้องทราบค่ามวลสารและปริมาตรของสารหรือวัตถุเสียก่อน ถ้าวัตถุหรือสารมีขนาดเล็กค่ามวลและปริมาตรจะหาได้ง่าย แต่ถ้าวัตถุหรือสารมีขนาดใหญ่ไม่สามารถจะวัดมวลสารหรือปริมาตรได้โดยตรง จะวัดความหนาแน่นได้โดยการตัดหรือแบ่งชิ้นส่วนของวัตถุ หรือสารนั้นออกมาทำการวัดมวลและปริมาตรก็จะทราบค่าความหนาแน่นของวัตถุ หรือสารชนิดนั้นได้เช่นเดียวกัน แต่วิธีการนี้เป็นการทำลายเนื้อหรือรูปร่างเดิมของวัตถุ

เนื่องจากคุณสมบัติประการหนึ่งของรังสีที่มีการสะท้อนต่อวัตถุที่มาขวางนั้น โดยที่การสะท้อนของรังสีจะขึ้นกับความหนาแน่นของสาร จึงใช้คุณสมบัติดังกล่าวศึกษาและออกแบบเป็นเครื่องมือวัดความหนาแน่นของสารขึ้นอีกชนิดหนึ่ง เครื่องมือชนิดนี้จะบอกค่าความหนาแน่นของวัตถุหรือสารได้เลย โดยไม่ต้องทำลายเนื้อสารเดิม **(Non Destructive)** ทั้งยังสะดวกและใช้เวลาในการตรวจสอบน้อย

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

"เพื่อจะศึกษาและออกแบบเครื่องมือที่ใช้วัดความหนาแน่นของสาร โดยวิธีทางนิวเคลียร์" **(To study and design a surface density gauge by nuclear method)**

สำหรับการวิจัยนี้จะใช้รังสีแกมมา จากต้นกำเนิดรังสีซีเซียม-137 วิ่งเข้าชนสารที่จะหาความหนาแน่นแล้ววัดรังสีสะท้อน โดยใช้หัววัดรังสีแกมมาและสร้าง

ภูปแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่สะท้อน กับค่าความหนาแน่นต่าง ๆ เมื่อได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่สะท้อน กับค่าความหนาแน่นของสารแล้ว จึงออกแบบเครื่องมือที่ใช้วัดความหนาแน่นของสารทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนาม

1.3 ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัยนี้

จากผลการวิจัยจะได้ประโยชน์ ดังนี้คือ

1.3.1 ใช้เป็นเครื่องมืออีกชนิดหนึ่งในการหาความหนาแน่นของสาร

1.3.2 ในการสร้างถนนการตรวจสอบสภาพความหนาแน่นของดินที่ทำถนน หรือความหนาแน่นของพื้นคอนกรีต เครื่องมือชนิดนี้จะอ่านค่าความหนาแน่นได้เลย โดยไม่ต้องทำลายผิวหน้าดินที่บดอัดแล้ว และสามารถเก็บข้อมูลตรวจสอบตามจุดต่าง ๆ ได้มาก เพราะสะดวกและใช้เวลาในการตรวจสอบน้อย

1.4 วิธีที่จะดำเนินการวิจัย

1.4.1 ใช้ต้นกำเนิดรังสีซีเซียม–137 ซึ่งมีความแรง 10 มิลลิคูรี ทดลองหาว่าหัววัดรังสีชนิดใดจะให้การวัดรังสีแบบสะท้อนกลับได้ดีที่สุด โดยการจัดระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีที่เหมาะสม

1.4.2 สร้างภาชนะเป็นไม้ที่ความจุขนาดต่าง ๆ กัน โดยเริ่มจากขนาดความจุ 8657.58 ซม.^{3} 14379.80 ซม.^{3} 20860.61 ซม.^{3} 26065.63 ซม.^{3} 34081.51 ซม.^{3} ตามลำดับ เพื่อใส่สารตัวอย่างที่มีความหนาแน่นต่าง ๆ กัน

1.4.3 เตรียมสารตัวอย่างหลายชนิดที่มีความหนาแน่นต่างกัน เช่น น้ำ ทราย ปุ๋ยอินทรีย์ กรวด หินเกร็ด ปูนซิเมนต์ ดินลูกรัง ผงเหล็กและคอนกรีต ฯลฯ และศึกษาการสะท้อนของรังสีในสภาพของสารที่มีความหนาแน่นต่างกัน ทำให้แน่นโดยการสั่นและในสภาพความชื้นที่เปลี่ยนไป

1.4.4 หาค่าความจุของภาชนะที่เหมาะสมที่จะใช้กับการหาความหนาแน่นของสารต่าง ๆ

1.4.5 หาค่าความสัมพันธ์ของการสะท้อนของรังสีกับความหนาแน่นของสารชนิดต่าง ๆ

1.4.6 ออกแบบรูปร่างเครื่องมือที่เหมาะสมที่จะใช้ในการวัดความหนาแน่นในห้องปฏิบัติการและในสนาม

1.5 นิยามของคำต่าง ๆ ที่ใช้เป็นภาษาเทคนิค

1.5.1 คูรี (Curie)

คือหน่วยที่ใช้บอกถึงความแรงของต้นกำเนิดรังสี ต้นกำเนิดรังสีใดที่มีการสลายตัวในอัตรา 3.7×10^{10} การสลายตัว/วินาที (Disintegration per second ใช้ตัวย่อว่า dps) เราเรียกกันว่าต้นกำเนิดรังสีนั้นมีความแรงรังสี 1 คูรี หน่วยคูรีนี้มีอักษรย่อภาษาอังกฤษว่า Ci และเป็นหน่วยใหญ่จึงมีการแบ่งเป็นหน่วยย่อยลงไปอีก เช่น

$$1\ Ci = 10^3\ mCi = 10^6\ \mu Ci = 10^{12}\ pCi$$

เมื่อ mCi คือ มิลลิคูรี

μCi คือ ไมโครคูรี

pCi คือ พิโคคูรี

1.5.2 ครั้งต่อนาที (Count per min)

คืออัตราการนับปริมาณรังสีใช้ตัวย่อว่า cpm ซึ่งบางครั้งก็นับเป็นครั้งต่อวินาที (cps, Count per second)

กำหนดว่า

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องวัดรังสี } (\%) = \frac{cps}{dps} \times 100$$

1.5.3 แบคกราวน์ (Background)

หมายถึงรังสีที่มีในธรรมชาติ หรือรังสีจากต้นกำเนิดรังสีอื่นที่มีผลทำให้ปริมาณรังสีที่วัดได้ในห้องปฏิบัติการทางนิวเคลียร์เพิ่มขึ้น ดังนั้นในการวัดปริมาณรังสีในห้องปฏิบัติการทุกครั้งจะต้องวัดค่าแบคกราวน์ของรังสีที่มีอยู่บริเวณใกล้เคียงเสียก่อน จึงจะหาปริมาณรังสีสุทธิในห้องปฏิบัติการได้

1.5.4 ภาคตัดขวาง (Cross section)

ภาคตัดขวางจุลภาค (σ, microscopic cross section) คือบริเวณหรือพื้นที่ของนิวเคลียสเมื่อมีอนุภาควิ่งไปชนแล้วเกิดปฏิกิริยามีหน่วยเป็น บาร์น (barn)

$$1 \text{ บาร์น} = 10^{-24} \text{ ซม.}^2$$

ถ้าวัสดุที่ใช้เป็นเป้า มีจำนวนนิวเคลียส N ตัวใน 1 ซม.^{3} ผลคูณระหว่าง N กับ σ เรียกว่าภาคตัดขวางมหภาค (Σ, macroscopic cross section) มีหน่วยเป็น ซม.$^{-1}$

ภาคตัดขวางนี้สำหรับธาตุหนึ่ง ๆ จะมีค่าเปลี่ยนไปตามพลังงานของอนุภาคที่วิ่งเข้าชน ดังนั้นสำหรับอนุภาคที่มีพลังงานค่าหนึ่งจะมีค่าภาคตัดขวางค่าหนึ่งสำหรับธาตุหนึ่ง

สำหรับในการชนของรังสีแกมมาต่อวัตถุ นิยมใช้สัญญลักษณ์ μ (Linear Attenuation Coefficient) แทนภาคตัดขวางมหภาค (Σ) เพราะโดยความหมายเดียวกัน $\mu = N\sigma$