หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

การวัดความแรงสัมบูรณ์ของสารกัมมันตรังสี มีความจำเป็นในงานบางอย่าง เช่น การวัดค่าคงที่ ทางนิวเคลียร์ครอสเซคชัน (Cross section) ของปฏิกริยานิวเคลียร์ และการวัดนิวตรอนฟลักซ์ โดยวิธีแอคติเวทฟอยล์ (Foil activation) เป็นต้น การวัดความแรงสัมบูรณ์นี้ Allen[10] ได้แบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ ด้วยวิธีวัดรังสีโดยตรง และด้วยวิธีทางอ้อม โดยไม่ต้องวัดรังสีได้แก่วิธี คาลอริเมตรี (Calorimetry) ซึ่งไม่ได้กล่าวไว้ในการทดลองนี้

การวัดความแรงสัมบูรณ์ของสารกัมมันตรังสี โดยวิธีวัดรังสีนี้ แบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ วิธีนับโดยตรง (Direct counting methods) และวิธีโคอินซิเดนซ์ (Coincidence methods) วิธีนับโดยตรงเป็นวิธีที่การตรวจวัดรังสี ทำในสภาพที่ต้องจัดตั้งเครื่องวัดรังสีซึ่งทราบ โซลิด แองเกิล (Solid angle) และทราบการกระเจิงของรังสีที่กำลังวัดอย่างแน่นอน และข้อมูลอื่น ๆ วิธีนับโดยตรงมีความจำเป็นในการวัดความแรงสัมบูรณ์ของสารกัมมันตรังสีที่ให้รังสี แอลฟา (Alpha-emitters) ที่ให้รังสีเบต้า (Beta-emitters) และนิวไคลด์ที่ให้รังสี โดยขบวนการจับอิเลคตรอน (Electron capture) ได้มีการพัฒนาวิธีนับโดยตรงนี้ต่าง ๆ เพื่อให้ได้การวัดที่แม่นยำ เช่น วิธีนับ-4π (4π - counting) ลิควิด ซิลทิลเลชัน (Liquid scintillation counting) และ อินเทอนัลแกส (Internal gas) เป็นต้น

วิธีโคอินซิเดนซ์ ใช้วัดความแรงสัมบูรณ์ของสารกัมมันตรังสี ประเภทที่ให้รังสีเบต้า-แกมมา (β-γ) สารกัมมันตรังสีที่อะตอมมิคนัมเบอร์สูงที่สลายตัวแบบจับอิเลคตรอนและให้รังสีแกมมาเป็นต้น วิธีนี้จะวัดความแรงได้สะดวกเนื่องจากไม่ต้องมีปัญหาของข้อมูลในการจัดตั้งเครื่องวัดรังสีที่ให้รังสีแกมมามากกว่าสองขนาดขึ้นไปต่อเนื่องกัน

อาจวัดความแรงสัมบูรณ์ได้โดยวิธีแกมมา-แกมมาโคอินซิเดนซ์ สำหรับสารกัมมันตรังสีที่มีการสลายตัวที่ค่อนข้างง่าย เช่นให้รังสีเบต้าแล้วตามด้วยรังสีแกมมาเพียงตัวเดียวไม่อาจวัดความแรงสัมบูรณ์ได้ด้วยวิธีแกมมา-แกมมาโคอินซิเดนซ์ แต่อาจวัดความแรงสัมบูรณ์ได้ดีด้วยระบบเบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ ระบบการวัดความแรงสัมบูรณ์ โดยนำเอาหัววัดแบบ ไกเกอร์ (GM Counter) เป็นเครื่องวัดรังสีเบต้า และแกมมา ซึ่งถูกปลดปล่อยต่อเนื่องกันในช่วงเวลาอันสั้น จะใช้กับต้นกำเนิดรังสีที่ปลดปล่อยรังสีเบต้า แล้วตามด้วยรังสีแกมมา ตั้งแต่หนึ่งค่าเป็นต้น ความสัมพันธ์ของอัตรานับรังสีเบต้า (N_β) แกมมา (N_γ) และโคอินซิเดนซ์ ($N_{\beta\gamma}$) จะมีความสัมพันธ์กันกับความแรงสัมบูรณ์ ดังสมการ

$$N_\beta = N_o E_\beta \, , N_\gamma = N_o E_\gamma \, , \quad N_{\beta\gamma} = N_o E_\beta E_\gamma$$

N_o = ความแรงสัมบูรณ์ของต้นกำเนิดรังสี

E_β = ประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเบต้า

E_γ = ประสิทธิภาพของหัววัดรังสีแกมมา

ดังนั้น จากค่าความสัมพันธ์ของอัตราการนับรังสีต่อหน่วยเวลานี้จะทำให้ทราบค่าความแรงสัมบูรณ์ ได้จากสมการข้างบนนี้ จะได้ว่า

$$N_o = \frac{N_\beta \cdot N_\gamma}{N_{\beta\gamma}}$$

N_o = ในที่นี้ จะเป็นค่าความแรงสัมบูรณ์ที่แท้จริงของต้นกำเนิดรังสี

ความแรงสัมบูรณ์ที่แท้จริงของต้นกำเนิดรังสี จะต้องนำอัตรานับรังสีนี้มาแก้ความผิดพลาดเสียก่อน จึงจะเป็นค่าที่ถูกต้อง ความผิดพลาดที่จำเป็นต้องคำนึงถึงมากที่สุด คือ ความผิดพลาดของอัตรานับรังสีเบต้า เพราะในกรณีที่หัววัดรังสีเบต้าเป็นแบบ-ไกเกอร์ จะมีความผิดพลาดเนื่องมาจากรังสีแกมมาที่วัดได้ในหัววัดรังสีเบต้า ทำให้อัตรานับรังสีเบต้า มีผลของรังสีแกมมาเข้าไปด้วย จึงต้องแก้หาค่าอัตรานับรังสีเบต้าที่แท้จริงเสียก่อน ก่อนที่จะนำไปคำนวณหาความแรงสัมบูรณ์

ในอัตรานับโคอินซิเดนซ์ ต้องแก้ค่า ชานซ์ โคอินซิเดนซ์ (Chance

coincidence) ค่า ชานซ์ โคอินซิเดนซ์ มีค่าดังสมการ

$$C_c = 2\tau N_\beta N_\gamma$$

τ = ค่ารีโซลวิง ไทม์ ของ โคอินซิเดนซ์ (Resolving time of coincidence)

นอกจากนั้นยังต้องหักลบค่าแบคกราวนด์ (Background) ออกเสียก่อน จึงจะเป็นอัตรานับที่แท้จริง แล้วจึงนำค่าอัตรานับนี้ไปหาความแรงสัมบูรณ์ดังสมการข้างบน

1.1 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

1. จัดประกอบชุดเครื่องวัดระบบเบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ โดยใช้หัววัดแบบไกเกอร์ 2 หัว เป็นเครื่องวัดรังสีเบต้า และแกมมา และใช้เครื่องมือชุดนี้วัดความแรงสัมบูรณ์ของสารกัมมันตรังสีต่าง ๆ ที่ให้รังสีเบต้า แล้วตามด้วยรังสีแกมมา

2. วัดความแรงสัมบูรณ์ของต้นกำเนิดรังสี ทอง-198 ไอโอดีน-131 และโคบอลท์-60 โดยใช้วิธี เบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์

1.2 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. จัดประกอบเครื่องมือชุดเบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ ประกอบด้วย หัววัดไกเกอร์ 2 หัว ไฮท์ โวลท์เตจ เพาเวอร์ ซัพพลาย (High voltage power supply) 1 เครื่อง อินทีกัล ดิสคริมิเนเตอร์ (Integral discriminator) 2 เครื่อง แอมพลีไฟเออร์ (Amplifier) 2 เครื่อง โคอินซิเดนซ์ยูนิต (Coincidence unit) 1 เครื่อง และ สเกลเลอร์ (Scaler) 3 เครื่อง

2. ทดสอบการเกิดโคอินซิเดนซ์ โดยใช้ พัลส์ เยนเนอเรเตอร์ (Pulse generator) และออสซิโลสโคป (Oscilloscope)

3. หาค่า รีโซลวิง ไทม์ ของระบบโคอินซิเดนซ์

4. ศึกษาถึงผลของ ชานซ์ โคอินซิเดนซ์ ซึ่งมีต่อการวัดโคอินซิเดนซ์ที่แท้จริง

5. ใช้เครื่องมือที่ประกอบขึ้นนี้วัดความแรงสัมบูรณ์ของต้นกำเนิดรังสี ทอง-198 ไอโอดีน-131 และโคบอลท์-60

1.3 ความสำคัญและประโยชน์ของการวิจัย

1. จัดสร้างระบบการวัดความแรงสัมบูรณ์ ของสารกัมมันตรังสีโดยไม่ต้องใช้ต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน ซึ่งต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศและมีราคาแพง

2. เครื่องมือนี้สามารถใช้หานิวตรอน ฟลักซ์ (Neutron flux) ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู และต้นกำเนิดรังสีนิวตรอนต่าง ๆ

3. ทำให้มีประสบการณ์กับระบบการวัดแบบโคอินซิเดนซ์ ซึ่งเป็นเทคนิคที่สำคัญในงานวิจัยด้านนิวเคลียร์ สเปคโตรสโคปี (Nuclear spectroscopy)

4. ได้พื้นฐาน เพื่อพัฒนาระบบเบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ เพื่อใช้ประยุกต์งานด้านนิวตรอน แอคติเวชัน (Neutron activation)

5. เป็นเบื้องต้นของการศึกษาระบบการวัดแบบโคอินซิเดนซ์ เพื่อเป็นแนวทางที่จะศึกษาระบบการวัดแบบโคอินซิเดนซ์ ขั้นสูง ๆ ขึ้นต่อไป ทำให้เกิดความรู้ความชำนาญและคุ้นเคยกับระบบการวัดโคอินซิเดนซ์ ยิ่งขึ้น