บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในการวัดสเปคตรัมของรังสีเบตา (β-spectrum) และคอนเวอชั่น อีเลคตรอนไลน์ (conversion electron line) แต่เดิมใช้เครื่องแยกด้วยระบบแม่เหล็ก (magnetic spectrometer) ซึ่งสามารถแยกพลังงานของอี่เลคตรอนในสเปคตรัมและคอนเวอชั่นไลน์ได้ดี แต่มีลักษณะเป็นซิงเกิลแชนเนลสเปคโตรมิเตอร์ (single channel spectrometer) ต้องใช้เวลาในการวัดมาก จึงไม่สะดวกที่จะนำมาใช้วัดสารกัมมันตรังสีที่ให้รังสีเบตา (β-emitter) ที่มีความแรง (activity) น้อย ๆ หรือมีครึ่งชีวิต (half-life) สั้น

ต่อมามีการพัฒนาหัววัดแบบพร็อบพอชั่นนัล (proportional counter) และซินติเลเตอร์อินทรีย์ (organic scintillator) ซึ่งได้แก่ แอนทราซีน (anthracene), พลาสติคซินติเลเตอร์ (plastic scintillator) เป็นต้น เมื่อนำเอาหัววัดแบบพร็อบพอชั่นนัล หรือซินติเลเตอร์อินทรีย์ที่ประกอบกับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ (photomultiplier tube) มาใช้ร่วมกับมัลติแชนเนลพัลส์ไฮต์อนาไลเซอร์ (multichannel pulse height analyzer) หรือ MCA ก็จะสามารถวัดสเปคตรัมของรังสีเบตา และคอนเวอชั่น อีเลคตรอนไลน์ได้เช่นเดียวกัน นอกจากนั้น อันตรกริยา (interaction) ระหว่างรังสีแกมมา และซินติเลเตอร์อินทรีย์จะทำให้เกิดคอมพ์ตันรีคอยล์อีเลคตรอน (Compton recoil electron)ขึ้นภายในซินติเลเตอร์เอง ดังนั้น นอกจากซินติเลเตอร์อินทรีย์จะวัดสเปคตรัมของรังสีเบตาและคอนเวอชั่น อีเลคตรอนไลน์ได้แล้ว ยังวัดสเปคตรัมของคอมพ์ตันรีคอยล์อีเลคตรอนได้อีกด้วย

พลาสติคซินติเลเตอร์มีคุณสมบัติดีกว่าซินติเลเตอร์อินทรีย์อื่น ๆ หลายประการ เช่น ราคาถูก ช่วงเวลาที่ความเข้มของแสงลดลงสั้น[1] ทำให้ใช้วัดสารรังสีที่มีความแรงมาก ๆ หรือนำไปประกอบเป็นระบบวัดแบบโคอินซิเดนซ์ (coincidence) ที่ใช้ความเร็วสูงได้ ด้วยเหตุที่พลาสติคซินติเลเตอร์มีข้อดีดังกล่าวแล้ว ประกอบกับทางแผนกนิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย มีพลาสติคซินติเลเตอร์, หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ และ MCA อยู่แล้ว ความคิดที่จะนำพลาสติคซินติเลเตอร์มาทดลองใช้วัดสเปคตรัมของรังสีเบตา, คอนเวอชั่นอีเลคตรอนไลน์ และสเปคตรัมของคอมพ์ตันรีคอยล์อีเลคตรอนจึงเกิดขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาอันตรกริยาระหว่างรังสีเบตาและรังสีแกมมากับหัววัด

1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของรังสีทั้งสองชนิดกับขนาดของสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากหัววัด เมื่อรังสีทั้งสองชนิดวิ่งผ่านเข้าไป

1.2.3 เพื่อสร้างสมการเทียบปรับ (calibration equation) ระหว่างพลังงานของรังสีเบตา และคอมพ์ตันรีคอยล์อีเลคตรอนกับหมายเลขช่อง (channel number) ของ MCA

1.2.4 เพื่อวัดสเปคตรัมของรังสีเบตาและสเปคตรัมของคอมพ์ตันรีคอยล์อีเลคตรอนจากสารตัวอย่าง

1.3 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ศึกษาวิธีใช้เครื่องมือ เช่น หัววัดรังสี, MCA , แผ่นดูดกลืนรังสี (absorber) เป็นต้น ตลอดจนจัดหาต้นกำเนิดรังสีเบตา, คอนเวอชั่น อีเลคตรอน และรังสีแกมมา

1.3.2 ศึกษาทดลองจากต้นกำเนิดรังสีเบตาบริสุทธิ์ เช่น $Sr^{90} \rightarrow Y^{90}$, P^{32}, Cl^{36} ฯลฯ ต้นกำเนิดรังสีที่ให้รังสีเบตา, แกมมา เช่น Cs^{137}, Na^{24} ฯลฯ และต้นกำเนิดรังสีแกมมา และคอนเวอชั่น อีเลคตรอน คือ Bi^{207}

1.3.3 จัดหาตำแหน่งระหว่างหัววัด, แผ่นดูดกลืนรังสี และต้นกำเนิดรังสี ให้วัดสเปคตรัมได้ดีที่สุด

1.3.4 หาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของอีเลคตรอน และหมายเลขช่องที่อ่านได้จาก MCA นำผลที่ได้มาสร้างสมการเทียบปรับ และเส้นเทียบปรับ (calibration curve)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้

1.4.1 ทำให้ทราบถึงคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของหัววัดรังสีชนิดนี้ เช่น รีโซลูชั่น (resolution), พลังงานสูงสุดที่จะวัดได้เป็นต้น

1.4.2 วิเคราะห์ธาตุที่เป็นต้นกำเนิดรังสีเบตาบริสุทธิ์ได้

1.4.3 เป็นแนวทางในการศึกษา ค้นคว้า คุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของหัววัด พลาสติคซินติเลเตอร์แบบอื่น ๆ

1.4.4 เพื่อประโยชน์ในการใช้หัววัดรังสีชนิดนี้ ร่วมกับหัววัดชนิดอื่น ๆ ประกอบเป็นระบบวัดแบบโคอินซิเดนซ์

1.5 การสำรวจงานวิจัยอื่นที่ได้กระทำมาแล้ว

ในปี ค.ศ.1960 โครอมท์ และบูเช[2] ได้ใช้พลาสติคซินติเลเตอร์แบบแยกส่วน (split plastic scintillator) ประกอบกับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์สองหลอด แล้ววัดสเปคตรัมของอนุภาคเบตาจาก P^{32}, Sr^{90} — Y^{90} และ S^{35} ที่อุณหภูมิ -20° C และในปีเดียวกันนั้นเอง เบอโตลินีและผู้ร่วมงาน[1] ใช้พลาสติคซินติเลเตอร์แบบทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว หนา $\frac{1}{2}$ นิ้ว ประกอบกับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ และ MCA ขนาด 256 ช่อง พบว่าเมื่อวัดคอนเวอชั่น อีเลคตรอนไลน์ จาก In^{114m}, In^{113m}, Pb^{207}, Ba^{137m} และ Pb^{207m} แล้วได้ฟีค (peak) เป็นรูปเกาส์เซียน (Gaussian) ที่มีเบส (base) ต่อออกไปทางด้านพลังงานต่ำ

ค.ศ.1962 แครมเมอร์และผู้ร่วมงาน[3] ใช้พลาสติคซินติเลเตอร์แบบทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 ซ.ม. หนา 9 ซ.ม. ประกอบกับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ และ MCA 256 ช่อง ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์ของอนุภาคเบตา, คอนเวอชั่น อีเลคตรอน และคอมพ์ตันรีคอยล์อีเลคตรอน กับความสูงของพัลส์ที่ได้จากหัววัดจะเป็นเส้นตรงจนกระทั่งถึง 13 MeV

ค.ศ.1972 วอห์นและผู้ร่วมงาน[4] ใช้พลาสติคซินติเลเตอร์แบบหลุม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.1, 6.5 และ 7.7 ซ.ม. ความหนาวัดจากก้นหลุมลงไปเป็น 2.2, 3.5 และ

4.6 ช.ม. วัดพลังงานจลน์ของอีเลคตรอนได้สูงสุดเป็น 4, 6 และ 8 MeV ตามลำดับ ประกอบกับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ 2 ขนาด ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์ของอนุภาคเบตา และคอมพ์ตันรีคอยล์อีเลคตรอนกับความสูงของพัลส์ เป็นเส้นตรงเป็นช่วง ๆ

จากผลงานวิจัยดังกล่าวมาแล้วช่วยให้ได้แนวความคิดทางด้านทฤษฎีและการทดลอง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยนี้เป็นอย่างมาก