บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่า รังสีนิวตรอนถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง ในการประยุกต์ทางด้านอุตสาหกรรม ด้านการแพทย์ และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ รังสีนิวตรอนพลังงานสูง ($\geq$ 1 MeV) ที่นำมาใช้งานนั้นจะมีอันตรกิริยากับธาตุหลักที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อ (H, C, O, N) ทำให้เกิดอนุภาคหนักที่มีประจุชนิดต่าง ๆ ปลดปล่อยออกมา (Cullen et al., 1976) ถ้านิวตรอนมีพลังงานสูงกว่า 10 MeV อันตรกิริยาแบบ Inelastic reaction จะเกิดถึง 25 % กับนิวเคลียสของธาตุซึ่งไม่ใช่ไฮโดรเจน อนุภาคที่เกิดจากปฏิกิริยาจะเป็นพวกที่มี linear energy transfer (LET) สูง ซึ่งจะมีผลทางชีววิทยาต่อเนื้อเยื่อมากกว่าอิเล็กตรอนที่เกิดจากรังสีแกมมาทำอันตรกิริยากับเนื้อเยื่อ ดังนั้นรังสีนิวตรอนจึงเป็นรังสีที่มีค่า Relative Biological Effect (RBE) สูงกว่ารังสีแกมมา จึงทำให้รังสีนิวตรอนและรังสีแกมมามีผลทางชีววิทยาต่อเนื้อเยื่อแตกต่างกันออกไป

ในการผลิตรังสีนิวตรอนจะเกิดรังสีแกมมารวมอยู่ด้วยเสมอ รังสีแกมมาเหล่านี้อาจเกิดจากเป้าผลิตรังสีนิวตรอน หรือจากปฏิกิริยาระหว่างรังสีนิวตรอนกับ Collimator และธาตุต่าง ๆ ในบริเวณใกล้เคียง (Ruback and Bichsel, 1982 ; Kudo, 1982) เนื่องจากรังสีแกมมามีผลทางชีววิทยาต่อเนื้อเยื่อที่แตกต่างไปจากรังสีนิวตรอนดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้นเพื่อให้การนำรังสีไปใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ และรวมถึงการรักษาความปลอดภัยทางรังสี จึงจำเป็นที่จะต้องทราบปริมาณที่ได้รับจากรังสีทั้งสอง ทั้งในบริเวณแหล่งกำเนิดรังสี และบริเวณใกล้เคียง

ในการวัดปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืนของนิวตรอนนั้นมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น Ionization chamber, Proportional counters, Scintillation detectors และ Thermoluminescence dosimeter (TLD) ซึ่งวิธีการวัดดังกล่าวมักจะตอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สนองต่อทั้งรังสีนิวตรอนและรังสีแกมมาด้วยพร้อมกัน ดังนั้น ในการที่จะทำการวัดปริมาณรังสีนิวตรอน และปริมาณรังสีแกมมาแยกออกมาจากสนามผสมนิวตรอน-แกมมาได้โดยการสร้างหัววัดชนิดพิเศษ หัววัดที่นิยมใช้ในการนำมาวัดปริมาณรังสีทั้งสองก็คือ ไอออนไนเซชันแชมเบอร์ (Ionization Chamber) (Kiefer et al., 1972) เพราะเทคนิคในการสร้างไม่ซับซ้อน, วัสดุในการสร้างหาได้ง่าย, ใช้เวลาในการวัดน้อยอ่านผลได้ทันที ในการวัดอาศัยหลักการพื้นฐานที่ว่ารังสีนิวตรอนที่มีพลังงานน้อยกว่า 10 MeV จะมีการถ่ายเทพลังงานโดยเกิดการชนกันแบบยืดหยุ่น (elastic Collision) กับนิวเคลียสของธาตุไฮโดรเจนในสารประกอบที่มีไฮโดรเจนปนอยู่ด้วย (Hydrocarbon) ปรากฏการณ์ดังกล่าวมีเพียงเล็กน้อยกับนิวเคลียสที่หนัก ดังนั้น ในการวัดปริมาณรังสีนิวตรอนและปริมาณรังสีแกมมา แยกออกจากสนามผสมนิวตรอน-แกมมา จึงกระทำโดยบรรจุกาซ 2 ชนิด ที่ตอบสนองต่อรังสีนิวตรอน และรังสีแกมมาไม่เหมือนกันที่ละครั้งลงในหัววัด กาซที่ใช้บรรจุภายในหัววัดนั้นจะใช้กาซหนัก เช่น กาซอาร์กอน (Ar) สำหรับตอบสนองต่อรังสีแกมมา และกาซพวกไฮโดรคาร์บอน เช่น กาซโปรเปน (C_3H_8) สำหรับตอบสนองต่อรังสีนิวตรอนและแกมมา เพื่อนำผลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณรังสีนิวตรอน และปริมาณรังสีแกมมาต่อไป

การวัดปริมาณรังสีนิวตรอนและรังสีแกมมา แยกออกจากสนามผสมนิวตรอน-แกมมานั้น Schulz (1978) ได้พัฒนาการวัดปริมาณรังสีในสนามผสมนิวตรอน-แกมมาโดยใช้ไอออนไนเซชันแชมเบอร์ที่บรรจุกาซอาร์กอนและกาซโปรเปนตรวจวัดปริมาณรังสีนิวตรอนและรังสีแกมมาที่เกิดจากเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็คตรอนแบบเชิงเส้น พลังงาน 25 MeV หลังจากนั้น Dumronggit (1983) ได้นำแนวทางของ Schulz มาสร้างไอออนไนเซชันแชมเบอร์ที่มีขนาดปริมาตรยังผล 318 ซม^3 โดยบรรจุกาซไนโตรเจนและอาเซทีลีนที่ความดัน 101, 124 และ 153 ซม. ของปรอท และทำการตรวจวัดปริมาณรังสีนิวตรอน และรังสีแกมมาที่เกิดจากสารกัมมันตรังสี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Am-Be แต่หัววัดที่ Dumronggit สร้างขึ้นมานั้น เมื่อใช้ในการทดลองนานเข้ากาซที่บรรจุภายในหัววัดเกิดการรั่วไหลออกมาภายนอก นอกจากนั้นการเลือกใช้กาซไนโตรเจนและกาซอ เซทิลีนบรรจุภายในหัววัดจะทำให้การตอบสนองต่อรังสีนิวตรอนและรังสีแกมมามีสัดส่วนที่สูงเกินไปตามลำดับ จึงทำให้การแยกองค์ประกอบของโดสขาดความแม่นยำไป

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบสร้างและปรับปรุงไอออนไนเซชันแชมเบอร์ขนาดใหญ่ แบบปิด (Sealed tube) ที่มีผนังสมมูลย์กับอากาศตามแนวทางจากผลงานของ Dumronggit (1983) โดยปรับปรุงไม่ให้มีการรั่วไหลของกาซที่บรรจุภายในหัววัด และพิจารณาใช้กาซอาร์กอนซึ่งหนักกว่ากาซไนโตรเจน ส่วนกาซไฮโดรคาร์บอนจะพิจารณากาซที่มีสัดส่วนของไฮโดรเจนมากกว่าที่มีอยู่ในกาซอ เซทิลีน (C_2H_2) ได้แก่กาซโปรเปน (C_3H_8) ทำการวัดปริมาณรังสีนิวตรอนและรังสีแกมมาจากสนามรังสีผสมนิวตรอน-แกมมา ที่เกิดจากสารกัมมันตรังสี Am-Be จากผลงานวิจัยนี้คาดว่าจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงหัววัดไอออนไนเซชันแชมเบอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งใช้สำหรับวัดปริมาณรังสีตามพื้นที่ เพื่อนำไปติดตั้งใช้ในห้องปฏิบัติการทางนิวเคลียร์ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved