

การศึกษาการหาค่ากัมมันตภาพโดยใช้เครื่องนับรังสีจากแสงวับของของเหลวด้วยวิธี

CIEMAT/NIST

Study on Activity Determination by Using Liquid Scintillation Counter via

CIEMAT/NIST Method

คำนำ

ในปัจจุบันมีวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องนับรังสีจากแสงวับของของเหลว (Liquid Scintillation Counting; LSC) หลายวิธี โดยทั่วไปเครื่องนับรังสีดังกล่าวเป็นที่นิยมและเป็นประโยชน์มากในการศึกษาด้านการแยกระอยสารรังสี เริ่มจากการแยกระอยนิวไคลด์ต่างๆ ที่สลายตัวให้อนุภาคบีตา ต่อมาวิธีการนี้สามารถใช้ได้กับการวิเคราะห์นิวไคลด์ที่สลายตัวให้อนุภาคแอลฟา รังสีแกมมาพลังงานต่ำ และรังสีเอกซ์ ความนิยมในการใช้เครื่องนับรังสี LSC เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการวัดสูง ทั้งนี้เพื่อนำค่าประสิทธิภาพของการนับที่ได้ไปใช้ในการหาค่ากัมมันตภาพรังสี ในการคำนวณหาประสิทธิภาพของแต่ละวิธีนั้นมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งกระบวนการ CIEMAT/NIST นั้นก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการคำนวณทำให้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

เครื่องนับรังสี LSC ประกอบด้วยไวแอล(vial) และหลอดตัวคูณแสงหรือเรียกสั้นๆสำหรับงานวิจัยเล่มนี้ว่า PMT ที่ภายในประกอบด้วยโฟโตแคโทด ไดโนดและแอโนด โดยในไวแอลมีสารละลายที่ประกอบด้วยสารกัมมันตรังสี ตัวถูกละลายและตัวทำละลายรวมกันอยู่เรียกว่า คอกเทล (cocktail) ทำให้เกิดแสงวับทุกทิศทางและทะลุผ่านเข้าไปในโฟโตแคโทดซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนจากโฟตอนของแสงให้เป็นโฟโตอิเล็กตรอนแล้วถูกเร่งไปยังไดโนดตัวต่าง ๆ ทำให้มีจำนวนเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงแอโนดซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนโฟโตอิเล็กตรอนให้เป็นกระแสไฟฟ้าส่งไปยังวงจรบรรจบที่ให้อาห์พุทก็ต่อเมื่อรับสัญญาณอินพุทจากหลอดตัวคูณแสงพร้อมๆกันทั้ง 2 หลอดโดยวงจรนี้จะช่วยตัดสัญญาณรบกวนต่างๆทำให้ค่าพื้นหลังต่ำ

สำหรับกระบวนการ CIEMAT/NIST ใช้ในระบบที่มีหลอดตัวคูณแสง 2 หลอดวางตรงกันข้ามไวแอลวางตรงกลางระหว่างหลอดตัวคูณแสงทั้งสอง ในการทำวิจัยนี้จะคำนวณหาประสิทธิภาพด้วยวิธี

ดังกล่าวซึ่งต้องพิจารณาเกี่ยวกับพารามิเตอร์อิสระ(free parameter), ฟิกเกอร์ออฟเมริท (figure of merit) และพารามิเตอร์การควench (quench parameter)จากการแตกตัวเป็นไอออนที่ดีที่สุด ซึ่งการหาค่าพารามิเตอร์ของการควenchดังกล่าวสามารถคำนวณได้จากสูตรของเบิร์ก(Birks formula)โดยขึ้นกับค่าของกำลังหยุดยั้ง(stopping power) และค่า kB นอกจากนี้เมื่อเกิดการกระตุ้นของการควenchเชิงเคมี (chemical quench) ก็สามารถควบคุมโดยปรับขนาดของสัญญาณพัลส์ที่ได้จากระบบของการวัดด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีผลต่อขนาดของสัญญาณพัลส์ที่สามารถปรับค่าได้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาหลักการทำงานของเครื่องนับรังสี LSC
2. ศึกษาแบบจำลอง(model)ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพโดยวิธี CIEMAT/NIST
3. ศึกษาซอฟต์แวร์CN2003 เพื่อประยุกต์ใช้ร่วมกับผลส่วนหนึ่งที่ได้จากการทดลอง สำหรับใช้ในการทำนายค่าประสิทธิภาพของเครื่องนับรังสี LSC สำหรับสารกัมมันตรังสีต่าง ๆ
4. เพื่อพัฒนาวิธีการว่าวิธี CIEMAT/NIST นั้นสามารถนำมาใช้ในการทำนายค่าประสิทธิภาพของสารกัมมันตภาพรังสี C-14 โดยมีทริเทียม (3H) เป็นสารมาตรฐานกัมมันตรังสีได้อย่างแม่นยำ
5. สามารถนำค่าประสิทธิภาพที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาค่ากัมมันตภาพของสารกัมมันตรังสีได้

ขอบเขตของงานวิจัย

ทำนาค่าประสิทธิภาพของชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C ซึ่งในงานวิจัยนี้สมมติให้เป็นชุดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่ไม่ทราบค่ากัมมันตภาพ โดยมีชุดสารมาตรฐาน ^3H เป็นตัวแกะรอย(tracer) ด้วยวิธี CIEMAT/NIST ซึ่งเป็นวิธีที่ผสมผสานระหว่างการทำารทดลองโดยใช้เครื่องนับรังสี LSC รุ่น Packard Tri-Carb® Model 2770TR/SL กับการใช้ซอฟต์แวร์ CN2003 ในการคำนวณ เมื่อทำนาค่าประสิทธิภาพของชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C แล้ว สามารถนำค่าประสิทธิภาพดังกล่าวมาใช้คำนวณค่ากัมมันตภาพได้แล้วเปรียบเทียบค่ากัมมันตภาพจากวิธี CIEMAT/NIST หรือค่ากัมมันตภาพที่คำนวณได้จากค่าประสิทธิภาพของการนับสำหรับชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C ของ Packard Instrument Company ด้วยวิธี CIEMAT/NIST และค่าอัตราการนับ(CPM) ที่ได้จากเครื่องนับรังสี LSC รุ่น Packard Tri-Carb® Model 2770TR/SL กับค่ากัมมันตภาพจริงของชุดสารมาตรฐานกัมมันตรังสี ^{14}C แล้วคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (percentage error) จากนั้นเตรียมชุดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ขึ้นมาอีกชุดหนึ่งจำนวน 6 ไร่แอลเพื่อตรวจสอบสมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากวิธี CIEMAT/NIST และเมื่อเปรียบเทียบค่ากัมมันตภาพจากสมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือค่ากัมมันตภาพที่ได้จากการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของการนับสำหรับชุดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่เตรียมขึ้นจากสมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และค่าอัตราการนับ(CPM) ที่ได้จากเครื่องนับรังสี LSC รุ่น Packard Tri-Carb® Model 2770TR/SL กับค่ากัมมันตภาพจริงของชุดสารกัมมันตรังสี ^{14}C ที่เตรียมขึ้นแล้วคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (percentage error)