บทที่ 4

วิจารณ์ สรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 วิจารณ์และสรุปผลการทดลองตอนที่ 1

ในการทดลองนำสารที่ภาคตัดขวางการดูดกลืนนิวตรอนสูงมาขวางกั้นนิวตรอนนั้น ได้มีการทดลองใช้สาร 2 ชนิดคือ เกลือกับกรดโบริก รายละเอียดการทดลองอยู่ในบทที่ 3 ซึ่งแสดงผลออกมาเป็นกราฟรูปที่ 3.5 และ 3.6 ซึ่งจะได้เป็นกราฟเส้นตรงมีความลาดเอียง เพราะว่าเมื่อเปอร์เซนต์ของเกลือหรือกรดโบริกน้อย การดูดกลืนนิวตรอนโดยเกลือหรือกรดโบริกมีน้อยนิวตรอนที่ทะลุผ่านเกลือหรือกรดโบริกก็จะมีมาก แต่เมื่อเปอร์เซ็นต์ของเกลือหรือกรดโบริกมากขึ้นการดูดกลืนนิวตรอนจะมีมากขึ้นนิวตรอนที่ทะลุผ่านก็จะมีน้อย

จากผลการทดลองที่ได้นั้นเส้นกราฟเมื่อใช้เกลือขวางกั้นนิวตรอน แทบจะไม่มีความลาดเอียงเลย ส่วนกราฟเมื่อใช้กรดโบริกกั้นนิวตรอน มีความลาดเอียงเล็กน้อยมองเห็นได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการทดลองครั้งนี้มีแบคกราวด์สูงมาก แม้ว่าจะได้ใช้ตะกั่วแผ่นหนา 2 นิ้ว กั้นเพื่อลดแบคกราวด์แล้วก็ตาม เมื่อมีแบคกราวด์สูงมากจะทำให้ความคลาดเคลื่อนจากการนับมีค่าสูง จากการทดลองดังตารางที่ 3.7 และ 3.8 พบว่ามีความคตลาดเคลื่อนจากการนับโดยเฉลี่ยสูงถึง 7 %

ในการทดลองนำสารที่มีภาคตัดขวางการดูดกลืนนิวตรอนสูงมาขวางกั้นนิวตรอน โดยเลือกใช้เกลือและกรดโบริกนั้นกราฟที่ได้จากการทดลองเมื่อใช้เกลือไม่สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้แต่กราฟจากการทดลองเมื่อใช้กรดโบริกสามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์

ต่อไปได้คือ สามารถนำไปคำนวณหาปริมาณโบรอน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของกรดโบริก ที่มีค่าภาคตัดขวางการดูดกลืนนิวตรอนสูงถึง 759 บาร์น ในสารที่มีโบรอนผสมอยู่ได้อย่างคร่าว ๆ ว่ามีอยู่กี่เปอร์เซ็นต์

4.2 วิจารณ์และสรุปผลการทดลองตอนที่ 2

ในการทดลองเพื่อจะวัดการแจกแจงของเทอร์มาลนิวตรอนที่ระยะต่าง ๆ นั้น ได้มีการทำการทดลอง 2 วิธี ตามที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 คือ

วิธีที่ 1 ใช้แผ่นเงินเป็นตัวอาบนิวตรอนในถังน้ำที่ระยะต่าง ๆ

วิธีที่ 2 ใช้แผ่นทองเป็นตัวอาบนิวตรอนในถังน้ำที่ระยะ 4 ซ.ม. แล้วคำนวณหาฟลักซ์ของเทอร์มาลนิวตรอน

ผลการทดลองตามวิธีที่ 1 นั้นเป็นไปตามที่คาดไว้คือ การแจกแจงของเทอร์มาลนิวตรอนจะมีค่าลดลงที่ระยะต่าง ๆ เมื่อห่างจากแหล่งกำเนิดนิวตรอนมากขึ้น ส่วนผลการทดลองตามวิธีที่ 2 ได้มีการนำไปเปรียบเทียบกับผลการคำนวณของผู้อื่น[1] พบว่ามีค่าแตกต่างกันมากคือการคำนวณหาเทอร์มาลฟลักซ์ที่ระยะ 4 ซ.ม. จากการทดลองครั้งนี้ได้ 3.58×10^{3} นิวตรอน/ตร.ซม./วินาที ซึ่งผู้อื่นคำนวณได้ 5.52×10^{3} นิวตรอน/ตร.ซม./วินาที

สาเหตุที่ผลการคำนวณแตกต่างกันมากก็เพราะว่าการทดลองวัดเทอร์มาลฟลักซ์ในครั้งนี้มีความคลาดเคลื่อนสูงมาก คือโดยเฉลี่ยสูงถึง 7 % เนื่องมาจากแบคกราวด์

---

[1] Akkaramus, Y., Neutron Measurement. p.36

มีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับอัตราการนับ เช่น เมื่อนับได้ 1469 ครั้ง/10 นาที พบว่าแบคกราวด์มีค่า 781 ครั้ง/10 นาที คิดเป็น 53 % และอีกสาเหตุหนึ่งก็คือ ในการทดลองของผู้อื่นใช้ถังใส่น้ำมีขนาดใหญ่กว่าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มาก คือ ใช้ถังรูปทรงกระบอกรัศมี 25 ซม. ส่วนการทดลองครั้งนี้ใช้ถังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 16 ซม. ยาว 22 ซม. เท่านั้น

สำหรับถังบรรจุน้ำที่มีขนาดใหญ่โอกาสที่นิวตรอนจะชนกับน้ำในถังแล้วสะท้อนกลับมีมากทำให้นิวตรอนที่ฟุ้งกระจายในน้ำมีมาก ส่วนถังบรรจุน้ำที่มีขนาดเล็ก โอกาสที่นิวตรอนจะชนกับน้ำแล้วสะท้อนกลับมีน้อย ด้วยเหตุนี้ค่าเทอร์มาลฟลักซ์ที่ได้จากการคำนวณของผู้อื่น จึงมากกว่าค่าเทอร์มาลฟลักซ์ที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ที่ระยะเดียวกัน

4.3 วิจารณ์และสรุปผลการทดลองตอนที่ 3

จากผลการทดลองดังตารางที่ 3.16 และ 3.17 พบว่าสารตัวอย่างที่ใช้ทุกชนิดสามารถหาแกมมาสเปกตรัมได้ผลชัดเจน และมีความสะดวกในการทำการทดลองมาก สารตัวอย่างที่ใช้ก็เป็นสารที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันหาได้ง่าย แม้ว่าสารบางอย่างจะใช้เวลาในการอาบนิวตรอนนาน แต่ก็สามารถที่จะเตรียมการทดลองได้โดยการนำสารอาบนิวตรอนไว้ล่วงหน้าหรือลดเวลาการอาบนิวตรอนให้น้อยลงก็จะตัดปัญหาเรื่องเวลาลงไปได้ เช่น แมงกานีสใช้เวลาในการอาบนิวตรอนนานถึง 3 วัน ได้อัตราการนับ 91277 ครั้ง/5 นาที ถ้าลดเวลาอาบนิวตรอนให้เหลือแค่ 20 นาที อัตราการนับจะลดลงเหลือเพียง 11904 ครั้ง/5 นาที ซึ่งก็ยังคงมีค่าสูงเมื่อเทียบกับแบคกราวด์ ส่วนเกลือแกงนั้นใช้เวลาในการแช่ 2 วัน ได้อัตราการนับ 5830 ครั้ง/5 นาที ถ้าลดเวลาอาบนิวตรอนลงเหลือ 20 นาที อัตราการนับจะลดลงเหลือเพียง 247 ครั้ง/5 นาที ซึ่งมีค่าน้อยกว่าแบคกราวด์ ดังนั้นสำหรับเกลือแกงไม่สามารถที่จะลดเวลาอาบนิวตรอนให้เหลือ 20 นาทีได้แต่สำหรับสารตัวอย่างอื่น ๆ สามารถที่จะลดเวลาอาบนิวตรอนให้เหลือ 20 นาทีก็หาแกมมาสเปกตรัมได้อย่างชัดเจน

การหาแกมมาสเปกตรัมของกรดโบริกนั้น ถ้านำกรดโบริกที่เป็นผงมาขวางก้นเทอร์มาลนิวตรอนโดยตรง การทดลองจะไม่ได้ผลแม้ว่าจะพยายามทุกวิถีทางแล้วก็ตาม สาเหตุเนื่องจากเทอร์มาลนิวตรอนที่มาทำปฏิกิริยากับกรดโบริกนั้นมีน้อย และกรดโบริกที่เป็นผงมีการบังตัวเองทำให้รังสีแกมมาที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับแบคกราวด์ การแก้ปัญหานี้ก็คือการนำเอากรดโบริกไปละลายน้ำ เพื่อลดการบังตัวเองและเทอร์มาลนิวตรอนที่ตรงกลางถังยังมีค่ามากอีกด้วย ทำให้สามารถหาแกมมาสเปกตรัมของกรดโบริกได้

4.4 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิธีการใช้ประโยชน์จากแหล่งกำเนิดนิวตรอนแบบอะเมริเซียม-เบริลเลียมในการทดลองนั้นพบว่า บางวิธีก็เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น การหาฟลักซ์ของนิวตรอนตามวิธีที่ 1 การหาแกมมาสเปกตรัมของสารบางชนิด ส่วนการนำสารที่ภาคตัดขวางการดูดกลืนนิวตรอนสูงมาขวางก้นนิวตรอนและการคำนวณหาเทอร์มาลฟลักซ์ที่ระยะ 4 ซม. นั้นมีความคลาดเคลื่อนสูง แต่ก็สามารถที่จะปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดีขึ้นกว่าเดิมได้อีกคือ

1) อุปกรณ์ที่ใช้วัดนิวตรอนในการทดลองครั้งนี้วัดนิวตรอนไม่ได้โดยตรง วัดนิวตรอนจากรังสีแกมมาที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างนิวตรอนกับแคดเมียม ด้วยเหตุนี้ผลการทดลอง จึงมีความคลาดเคลื่อนมากเพราะมีรังสีแกมมาจากแหล่งอื่นมากวน ซึ่งส่วนมากมาจากแหล่งกำเนิดนิวตรอนแบบอะเมริเซียม-เบริลเลียมเอง ถ้าใช้เครื่องมือที่วัดนิวตรอนได้โดยไม่วัดรังสีแกมมาเลยผลการทดลองก็จะดีขึ้น

2) เพิ่มขนาดของแผ่นทองให้ใหญ่ขึ้น อัตราการนับก็สูงขึ้นทำให้ความคลาดเคลื่อนจากการนับน้อยลง

ในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้แหล่งกำเนิดนิวตรอนแบบอะเมริเซียม-เบริลเลียมซึ่งให้นิวตรอนออกมา 1.15×10^6 ตัว/วินาที อันตรายที่ผู้ทำการทดลองจะได้รับก็คืออันตรายจากการได้รับนิวตรอนเร็วมากเกินไป และอันตรายจากการได้รับรังสีแกมมาซึ่งเกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดนิวตรอนเอง จากการคำนวณพบว่าผู้ทำการทดลองจะได้รับนิวตรอนมากที่สุดเพียง 1.5 mrem/hr และได้รับรังสีแกมมาเพียง 0.13 rem/hr ถ้าผู้ทำการทดลองไม่สัมผัสถูกแหล่งกำเนิดนิวตรอน ซึ่งปริมาณนิวตรอนและรังสีแกมมาที่ได้รับนั้นมีค่าน้อยมาก ไม่เป็นอันตรายแต่อย่างใด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย