หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

คำนำ

นับตั้งแต่ เจมส์ แชดวิค (James Chadwick) ค้นพบนิวตรอนเมื่อปี ค.ศ. 1932 ที่มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์เป็นต้นมา นิวตรอนก็เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างกว้างขวางในงานด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ทางรังสี (radioactivity) นอกจากนี้นิวตรอนยังเข้าไปมีบทบาทในงานด้านต่าง ๆ อีกมากมาย เช่น ในด้านการแพทย์ การเกษตร การศึกษา การสำรวจแหล่งน้ำมัน การวัดความชื้นในดินและด้านการค้นคว้างานด้านวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ เป็นต้น นิวตรอนมีทั้งประโยชน์และอันตราย สำหรับอันตรายที่จะเกิดแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับนิวตรอนนี้เกิดจากการที่นิวตรอนวิ่งเข้ามาถูกร่างกายเกินขีดจำกัดที่ร่างกายจะรับได้ ดังนั้น จำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงวิธีการวัดปริมาณนิวตรอนเพื่อเป็นการป้องกันอันตราย การวัดนิวตรอนโดยวิธีเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ก็เป็นวิธีหนึ่ง

นิวตรอนที่เกิดจากแหล่งกำเนิดนิวตรอนต่าง ๆ ทั่ว ๆ ไปเป็นนิวตรอนที่มีพลังงานสูง หรือบางทีเรียกว่า นิวตรอนเร็ว (fast neutron) ซึ่งมีพลังงานอยู่ในช่วงของเมกกะอิเล็กตรอนโวลต์ (MeV) นิวตรอนเร็วนี้จะไม่ค่อยทำปฏิกิริยากับนิวเคลียสของธาตุที่วิ่งเข้าชน (ไม่ถูกดูดกลืน) เป็นแต่เพียงถ่ายทอดพลังงานที่มีอยู่ในตัวให้กับนิวเคลียสที่ถูกชน แล้วตัวเองมีพลังงานลดลงกลายเป็นนิวตรอนช้า (thermal neutron) นิวตรอนช้ามีอันตรายน้อยกว่านิวตรอนเร็วเนื่องจากมีพลังงานต่ำกว่า สำหรับวัสดุที่ใช้สำหรับลดความเร็วของนิวตรอนให้กลายไปเป็นนิวตรอนช้าที่ใช้กันส่วนมากได้แก่ น้ำ (H_2O), น้ำชนิดหนัก (D_2O), คาร์บอน เบอริลเลียมและพาราฟิน วิทยานิพนธ์นี้จะแสดงถึงเทคนิคการวัดนิวตรอนเร็วโดยวิธีเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ (thermoluminescence; TL) รวมทั้งการประยุกต์เทคนิคการวัดนิวตรอนแบบนี้ในการศึกษาลักษณะของการแจกแจง (distribution) ของนิวตรอนช้าในน้ำ

1.1 จุดมุ่งหมาย

เพื่อศึกษาและหาความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากสาเหตุต่าง ๆ ในการใช้เทคนิคการวัดนิวตรอนแบบเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

เพื่อวัดโดสของนิวตรอนเร็วโดยใช้การวัดนิวตรอนแบบเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

เพื่อศึกษาหาการแจกแจงของนิวตรอนช้าในน้ำ โดยถือว่า นิวตรอนเร็ววิ่งเข้ามาเกือบเป็นลำขนาน และเพื่อเรียนรู้ถึงเทคนิคและวิธีการคำนวณแบบต่าง ๆ

เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับผลการคำนวณทางทฤษฎี

เพื่อดูว่าแต่ละทฤษฎีที่นำมาคำนวณการแจกแจงของนิวตรอนช้าในน้ำให้ผลแตกต่างกันอย่างไร

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการทดลองนี้แบ่งขั้นตอนออกได้เป็น 2 ขั้นตอนคือ

1.2.1 ขั้นตอนการทดลองที่เกี่ยวข้องกับนิวตรอนเร็ว

ในขั้นตอนแรกนี้เป็นการใช้เทคนิคการวัดนิวตรอนแบบเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์เพื่อวัดโดสของนิวตรอนเร็ว โดยการทำกราฟ Calibration curve ระหว่างค่าโดสของนิวตรอนเร็วกับปริมาณของแสงที่อ่านได้จากผลึกลิเธียม ฟลูออไรด์ (LiF) ที่ใช้เป็นเครื่องบันทึกนิวตรอน

โดสของนิวตรอนเร็วนี้สามารถคำนวณได้จากระยะทาง เวลา และความแรงของแหล่งกำเนิดนิวตรอนที่ใช้ ส่วนปริมาณแสงนั้นอ่านได้จากเครื่องอ่านรังสีแบบเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ (thermoluminescence dosimeter; TLD)

ในการทดลองนี้ได้ใช้ "ถังน้ำ" แทนตัวคนโดยติด LiF กับถังน้ำให้เหมือนกับที่คนใช้จริง ๆ แล้วนำไปรับนิวตรอนจากแหล่งกำเนิดนิวตรอน โดยถือว่าน้ำมีคุณสมบัติทำให้นิวตรอนเร็วกลายไปเป็นนิวตรอนช้า คล้ายกันกับของเหลวในร่างกายของคน

สำหรับถังน้ำนั้นจะใช้ถังที่มีฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสและสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งมีขนาดและลักษณะใกล้เคียงกับร่างกายของคน

การทดลองในขั้นตอนแรกนี้ ต้องการที่จะศึกษาและหาความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากสาเหตุต่าง ๆ ในการใช้เทคนิคการวัดนิวตรอนแบบเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ รวมทั้งต้องการทำกราฟ calibration curve เพื่อวัดโดสของนิวตรอนเร็ว รายละเอียดในการทำการทดลองในขั้นตอนนี้อยู่ในบทที่ 3

1.2.2 ขั้นตอนการทดลองที่เกี่ยวข้องกับนิวตรอนช้า

ในขั้นตอนนี้เป็นการทดลองเพื่อที่จะศึกษาการแจกแจงของนิวตรอนช้าในน้ำ

ทำการทดลองวัดนิวตรอนช้าในถังน้ำ ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดนิวตรอนเป็นระยะทาง 1.42 เมตร โดยถือว่า นิวตรอนเร็วจากแหล่งกำเนิดวิ่งเข้ามาเป็นลำขนาน แล้วเปรียบเทียบผลการแจกแจงของนิวตรอนช้าในน้ำจากการทดลองนี้กับผลการคำนวณทางทฤษฎีต่าง ๆ

ในการทดลองทั้งหมดนี้จะใช้เทคนิคการวัดนิวตรอนโดยวิธีเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

รายละเอียดในการทำการทดลองในขั้นตอนนี้รวมทั้งทฤษฎีต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองได้กล่าวไว้ในบทที่ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย