หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

<u>ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา</u>

การขาดแคลนพลังงานในปัจจุบันนับว่าสำคัญ จึงต้องทำการศึกษาค้นคว้าและวิจัยเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อเป็นการนำเอาพลังงานมาใช้ให้พอเพียงแก่ความต้องการทั้งด้านอุปโภคและบริโภค พลังงานนิวเคลียร์ก็เป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยพลังงานความร้อน ที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ และธาตุที่สำคัญในการใช้เป็นเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ในเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์นั้น คือ ยูเรเนียม

ยูเรเนียม เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติ ประกอบด้วย ยูเรเนียม-235 เพียงร้อยละ 0.72 ของยูเรเนียมทั้งหมดเท่านั้น ที่เหลือเป็นยูเรเนียม-238 ร้อยละ 99.27 และยูเรเนียม-234 ร้อยละ 0.005 ยูเรเนียม-235 เป็นไอโซโทปฟิสไซล์ (fissile isotope) กล่าวคือเป็นไอโซโทปที่สามารถเกิดปฏิกิริยาแตกตัว (fission)กับนิวตรอนช้าได้โดยตรงและเป็นไอโซโทปฟิสไซล์ชนิดเดียวที่มีอยู่ในธรรมชาติ ยูเรเนียม-235 จึงมีความสำคัญที่สุดสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่ใช้กันอยู่ปัจจุบัน เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ประเภทที่ใช้น้ำมวลหนัก เป็นตัวหน่วงนิวตรอน (neutron modulator) สามารถใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียม-235 ตามธรรมชาติ (0.72% โดยอะตอม) ได้ แต่เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์บางประเภทที่ใช้น้ำธรรมดาเป็นตัวหน่วงนิวตรอน ต้องมีการเพิ่มความเข้มข้นของไอโซโทปยูเรเนียม-235 ขึ้นมาประมาณ 3% เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์วิจัย อาจมีการเพิ่มความเข้มข้นของไอโซโทปยูเรเนียม-235 สูงขึ้นไปอีก เช่น เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์วิจัยTRIGA MARK III ที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ มีการเพิ่มความเข้มข้นของไอโซโทปยูเรเนียม-235 สูง ถึงประมาณ 20%(กระบวนการเพิ่มความเข้มข้นของยูเรเนียม-235 ให้สูงขึ้นกว่าความเข้มข้นตามธรรมชาตินั้นเรียกว่า “กระบวนการเสริมสมรรถนะ : enrichment”)การวัดปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม-235 ในสารประกอบยูเรเนียมและในเชื้อเพลิงนิวเคลียร์มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตและตรวจสอบเชื้อเพลิงนิวเคลียร์อย่างมาก การวิเคราะห์หาปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม- 235 ไม่สามารถใช้วิธีทางเคมีวิเคราะห์ได้ เนื่องจากยูเรเนียมต่างไอโซโทปกันจะมีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกัน และวิธีวิเคราะห์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีหลายวิธี เช่น แมสสเปกโตรเมตรี (mass spectrometry)ที่มีราคาแพงและอัลฟาสเปกโตรเมตรี(alpha spectrometry)

ที่มีขั้นตอนในการเตรียมตัวอย่างที่ยุ่งยาก ส่วนวิธีนิวตรอนแอกติเวชัน(neutron activation)นั้น ต้องอาศัยเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูในการอาบรังสีตัวอย่างด้วยนิวตรอน ก่อนนำไปวัดรังสีแกมมา วิธีแกมมาสเปกโตรเมตรี (gamma spectrometry) ก็อีกเป็นวิธีหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ แล้ว เป็นวิธีที่มีขั้นตอนในการเตรียมตัวอย่างน้อย และใช้อุปกรณ์ที่มีราคาถูกกว่าให้ผลรวดเร็ว และสามารถออกแบบเป็นเครื่องขนาดเล็ก สำหรับใช้ในการตรวจสอบไอโซโทปยูเรเนียม-235 ได้ แต่มีข้อเสียที่ใช้ปริมาณสารตัวอย่างมาก และใช้ได้ดีกับสารตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของยูเรเนียมสูง ๆเท่านั้น เช่นเค้กเหลือง (yellow cake) โลหะยูเรเนียม ยูเรเนียมออกไซด์ เป็นต้น

การวิจัยในเรื่องนี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม-235 โดยการวัดรังสีแกมมาที่แผ่ออกมาจากสารตัวอย่างด้วยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตรีในสารประกอบยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นไอโซโทปยูเรเนียม-235 ไว้สำหรับสนับสนุนงานวิจัยในอนาคต ที่อาจมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเสริมสมรรถนะ ยูเรเนียม-235 วัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ และการตรวจสอบเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ในอนาคต

<u>วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์</u>

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม-235 โดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตรี
2. เพื่อใช้วิธีนี้ทดลองวิเคราะห์ยูเรเนียม-235 ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆกันในสารตัวอย่างยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นสูง

<u>ขอบเขตการวิจัย</u>

1. งานวิจัยนี้มุ่งศึกษา และพัฒนาเทคนิคที่เหมาะสม ในการวิเคราะห์หาปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม-235 ในสารประกอบยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นสูง โดยการวัดรังสีแกมมาโดยตรงจากยูเรเนียม-235 ด้วยหัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (hyperpure germanium detector)

2. สารประกอบยูเรเนียมความเข้มข้นสูงที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นสารประกอบยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นของไอโซโทปยูเรเนียม-235 ตามธรรมชาติ และต่ำกว่าธรรมชาติ

3. ศึกษาและทดลองแก้ค่าจำนวนนับรังสีที่วัดได้อันเนื่องมาจากการดูดกลืนโดยตัวเอง (self absorption) ของสารตัวอย่าง

4. ทดลองใช้วิธีการเรืองรังสีเอกซ์ (X-ray fluorescence, XRF)ในการหาปริมาณยูเรเนียมรวม (total uranium) ในตัวอย่างยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นสูง

2. ศึกษาสเปกตรัมของยูเรเนียม-235 และคัดเลือกพลังงานที่เหมาะสมในการวัดหาปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม-235 จากสารประกอบยูเรเนียมที่มีปริมาณยูเรเนียม-235ตามธรรมชาติ(0.72% โดยอะตอม) และต่ำกว่าธรรมชาติ ด้วยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตรี

3. ศึกษาและพัฒนาเทคนิคการแก้ค่าจำนวนนับรังสีอันเนื่องมาจากการดูดกลืนโดยตัวเอง(self absorption) ของรังสีแกมมาจากสารตัวอย่าง

4. ศึกษาและพัฒนาวิธีการเตรียมสารตัวอย่าง และหาเงื่อนไขที่เหมาะสมรวมทั้งจัดระบบวัดรังสีแกมมา

5. ทดลองหาปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม-235ที่ทราบค่าความเข้มข้นยูเรเนียม

6. ทดลองหาปริมาณยูเรเนียมรวมในสารตัวอย่างด้วยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์

7. ทดสอบหาปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม-235 จากสารตัวอย่างของสารประกอบยูเรเนียมที่มียูเรเนียม-235 ความเข้มข้นต่ำกว่าธรรมชาติ(depleted uranium) และตามธรรมชาติ (natural uranium)

8. สรุปและประเมินผลการวิจัย

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้</u>

1.ได้ข้อมูลและเทคนิคในภาคปฏิบัติเกี่ยวกับการหาปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม-235 โดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตรี ซึ่งสามารถใช้ในการตรวจหาปริมาณการวิเคราะห์หาปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม-235 โดยสะดวก และให้ผลรวดเร็วมีประสิทธิภาพสูง โดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่หาได้ไม่ยาก

2.สามารถนำไปประยุกต์ในการออกแบบเป็นเครื่องวัดขนาดเล็ก สำหรับใช้ในการตรวจสอบยูเรเนียม-235 ในสารประกอบยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นสูง และในโลหะยูเรเนียม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย