



สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพอสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

5.1.1 การหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการกักขายรอยอนุภาคอัลฟา

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการกักขายรอย คือระยะเวลาที่ใช้ในการกักขายรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-220 และเรคอน-222 และกาซผสม (กาซเรคอน-220 และเรคอน-222) บนแผ่นฟิล์มเซลลูโลสไนเตรทแบบ CN-85 เมื่อมีและไม่มีแผ่นอูมินัมหนา 6.8 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร กับบนแผ่นฟิล์มแล้วให้ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟามากที่สุด

เนื่องจากรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซผสม มีทั้งรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-220 และรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-222 ปนกัน ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการกักขายรอยเท่ากัน อนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-220 มีพลังงาน 6.28 MeV ส่วนอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-222 มีพลังงาน 5.49 MeV ดังนั้น รอยของอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-222 ซึ่งมีพลังงานต่ำกว่า จะปรากฏอยู่ใกล้ผิวที่อนุภาคตกกระทบมากกว่ารอยของอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-222 ซึ่งมีพลังงานสูงกว่า ทำให้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการกักขายรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-222 สั้นกว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการกักขายรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-220 ในการวิจัยนี้ เลือกใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการกักขายรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-222 เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการกักขายรอยอนุภาคอัลฟาทั้งจากกาซเรคอน-222 กาซเรคอน-220 และกาซผสม

จากตารางที่ 4.1-ตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.1-รูปที่ 4.3 ให้ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-222 มากที่สุดเมื่อใช้ระยะเวลาในการ

กัชขยายรอยอนุภาคอัลฟาบนแผ่นฟิล์มเซลลูโลสในเทรทเมื่อกันและไม่ได้อันด้วยแผ่น-
อคูมินัมเป็น 30 และ 40 นาที ตามลำดับ

5.1.2 การหาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเกิดรอยอนุภาคอัลฟา
บนแผ่นฟิล์มเซลลูโลสในเทรทแบบ CN-85

จากตารางที่ 4.4-ตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.4-รูปที่ 4.5
จะเห็นว่าความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาทั้งจากก๊าซเรคอน-220 และก๊าซเรคอน-222
แปรผันโดยตรงกับระยะเวลาในการอาบรังสี ดังนั้นจึงสามารถเลือกใช้ระยะเวลาที่
เหมาะสมในการอาบรังสีอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 และก๊าซเรคอน-222 ได้
โดยพิจารณาจาก ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาที่เหมาะสมและสะดวกต่อการนับเมื่อ
ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

5.1.3 การหาอัตราส่วนการกัชรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220
และก๊าซเรคอน-222

จากตารางที่ 4.6-ตารางที่ 4.7 ได้อัตราส่วนการกัชรอยอนุภาค
อัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 และก๊าซเรคอน-222 ด้วยแผ่นอคูมินัมหนา 6.8 มิลลิกรัม/
ตารางเซนติเมตร เป็น 0.3074 และ 0.1815 ตามลำดับ ในการหาอัตราส่วนการ
กัชรอยอนุภาคอัลฟานี้เลือกใช้ระยะเวลาในการอาบรังสีอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 และ
ก๊าซเรคอน-222 เป็น 48 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ

5.1.4 การหาเงื่อนไขในการอาบรังสีอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220
และก๊าซเรคอน-222 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสารมาตรฐาน ThO_2
และ สารมาตรฐาน U_3O_8 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.6 แสดงความหนาแน่นรอยอนุภาค
อัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ สารมาตรฐาน ThO_2
0.10% , 0.25% , 0.50% , 0.75% และ 1.00% ThO_2 โดยน้ำหนัก
หนักอย่างละ 40 กรัม ใช้ระยะเวลาในการอาบรังสีต่าง ๆ กัน ลักษณะของกราฟดัง
รูปที่ 4.6 เป็นเส้นตรง โดยที่ สารมาตรฐาน ThO_2 ที่มีเปอร์เซ็นต์ ThO_2

สูงกว่าจะให้ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-220 มากกว่า สารมาตรฐาน ThO_2 ที่มีเปอร์เซ็นต์ ThO_2 ต่ำกว่า เมื่อใช้ระยะเวลา ในการอาบรังสีเท่ากัน

จากตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.7 แสดงความหนาแน่นรอย อนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-220 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสารมาตรฐาน ThO_2 0.10% , 0.25% , 0.50% , 0.75% และ 1.00% ThO_2 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ มีน้ำหนักต่าง ๆ กัน ระยะเวลาในการอาบรังสี 15 วัน ลักษณะของกราฟ เป็นเส้นตรงเมื่อนำหนักของสารมาตรฐาน ThO_2 มีค่าน้อย และจะเริ่มโค้งลงเมื่อ มีน้ำหนักมากขึ้น คือมีน้ำหนักประมาณมากกว่า 40 กรัม เพราะว่าเมื่อน้ำหนักของ สารมาตรฐาน ThO_2 มีค่ามากขึ้นเนื้อสารของสารมาตรฐาน ThO_2 จะเพิ่มขึ้น (ภาชนะที่บรรจุสารมาตรฐาน ThO_2 มีขนาดใกล้เคียงกัน) ดังนั้นกาซเรคอน-220 ที่เกิดขึ้นจะต้องใช้ระยะเวลาในการซึมผ่านเนื้อสารมากขึ้น โอกาสที่อนุภาคอัลฟาซึ่งเกิดจากการสลายตัวของกาซเรคอน-220 จะทำให้เกิดรอย บนแผ่นฟิล์มเซลลูโลสไนเทรทจึงเริ่มลดลง ทำให้ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาเริ่มมีค่า ลดลงด้วยคั้งนั้นจึงต้องเลือกใช้น้ำหนักของ สารมาตรฐาน ThO_2 ที่เหมาะสม ในการนำไปอาบรังสีในการวิจัยนี้ เลือกใช้น้ำหนักของ สารมาตรฐาน ThO_2 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ ThO_2 ต่าง ๆ กัน หนักอย่างละ 40 กรัม และเลือกใช้ระยะเวลาในการอาบรังสีเป็น 15 วัน ได้ขลจตารางที่ 4.12 และ รูปที่ 4.10

จากตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.8 แสดงความหนาแน่นรอยอนุภาค อัลฟาจากกาซเรคอน-222 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสารมาตรฐาน U_3O_8 0.039% 0.140% และ 0.527% U_3O_8 โดยน้ำหนัก หนักอย่างละ 40 กรัม ใช้ระยะเวลาในการอาบรังสีต่าง ๆ กัน คือ 1 , 2 , 5 , 10 , 15 และ 20 วัน ลักษณะของกราฟดังรูปที่ 4.8 เป็นเส้นตรง โดยที่สารมาตรฐาน U_3O_8 ที่มีเปอร์เซ็นต์ U_3O_8 สูงกว่าจะให้ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซ เรคอน-222 มากกว่า สารมาตรฐาน U_3O_8 ที่มีเปอร์เซ็นต์ U_3O_8 ต่ำกว่า เมื่อใช้ระยะเวลาในการอาบรังสีเท่ากัน

จากตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.9 แสดงความหนาแน่นรอย
อนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-222 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ สารมาตรฐาน Pu_{308}
0.039% 0.140% และ 0.527% Pu_{308} โดยน้ำหนัก หนัก 5,10,20,30,
40 และ 50 กรัม อาบรังสีเป็นระยะเวลา 15 วัน ลักษณะของกราฟเป็นเส้นตรงเมื่อ
น้ำหนักของสารมาตรฐาน Pu_{308} มีค่าน้อย และจะเริ่มโค้งลงเมื่อน้ำหนักมากขึ้น คือ
เมื่อน้ำหนักประมาณมากกว่า 40 กรัม เพราะว่าเมื่อน้ำหนักของสารมาตรฐาน Pu_{308}
มีค่ามากขึ้น เนื้อสารจะเพิ่มขึ้น (ภาชนะที่บรรจุมีขนาดใกล้เคียงกัน) ดังนั้นกาซเรคอน-
222 ที่เกิดขึ้นจะต้องใช้ระยะเวลาในการซึมผ่านเนื้อสารมากขึ้น โอกาสที่อนุภาคอัลฟา
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของกาซเรคอน-222 จะทำให้เกิดรอยบนแผ่นฟิล์มเซลลูโลส-
ไนเตรทจึงเริ่มลดลง ทำให้ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาเริ่มมีค่าลดลงด้วย ดังนั้นจึง
ต้องเลือกใช้น้ำหนักของสารมาตรฐาน Pu_{308} ที่เหมาะสมในการนำไปอาบรังสี
ในการวิจัยนี้เลือกใช้น้ำหนักของสารมาตรฐาน Pu_{308} ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์
สารมาตรฐาน Pu_{308} ต่าง ๆ กัน หนักอย่างละ 40 กรัม และเลือกใช้ระยะเวลา
เวลาในการอาบรังสีเป็น 15 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.11

5.1.5 การอาบรังสีอัลฟาจาก สารมาตรฐาน ThO_2
และสารมาตรฐาน Pu_{308} หนัก 40 กรัม เป็นระยะเวลา 15 วัน

จากตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์-
เซ็นต์สารมาตรฐาน ThO_2 กับความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-
220 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสารมาตรฐาน ThO_2 หนัก 40 กรัม อาบรังสี
เป็นระยะเวลา 15 วัน จะเห็นว่าความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-220
แปรผันโดยตรงกับเปอร์เซ็นต์ของสารมาตรฐาน ThO_2 โดยมีความสัมพันธ์เป็นไป
ตามสมการกำลังสองน้อยที่สุดคือ

$$y = 56.3946 x + 3.7668$$

จากตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
เปอร์เซ็นต์ สารมาตรฐาน Pu_{308} กับความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-
222 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ สารมาตรฐาน Pu_{308} หนัก 40 กรัม อาบรังสี
เป็นระยะเวลา 15 วัน จะเห็นว่าความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-222

แปรผันโดยตรงกับเปอร์เซ็นต์ของสารมาตรฐาน P_2O_5 โดยมีความสัมพันธ์เป็น
ไปตามสมการกำลังสองน้อยที่สุด คือ $Y = 113.9353X + 3.8739$

5.1.6 การอามรังสีอัลฟาจากกาซผสม (เรคอน-220 และ เรคอน-222)

อามรังสีอัลฟาจากกาซผสม (เรคอน-220 และเรคอน-222) ซึ่ง
เกิดจากการสลายตัวของแร่ตัวอย่าง ยูซีไนท์-1 ยูซีไนท์-2 โมนาไซต์-1
โมนาไซต์-2 และ คอฟไฟไนท์ หนักอย่างละ 40 กรัม เป็นระยะเวลา 15
วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.14

5.2 การวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมและธอเรียมในแร่ตัวอย่าง

ทำการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมและธอเรียมในแร่ตัวอย่าง ยูซีไนท์ -1
ยูซีไนท์-2 โมนาไซต์-1 โมนาไซต์-2 และ คอฟไฟไนท์ โดย
การเปรียบเทียบความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-222 และเรคอน-220
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของธอเรียมและยูเรเนียมในแร่ตัวอย่าง เมื่อใช้แผ่นอะลูมิเนียม
หนา 6.8 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร เป็นแผ่นดูดกลืนรังสีอัลฟา (ตารางที่ 4.14)
กับความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-220 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสาร
มาตรฐาน ThO_2 (ตารางที่ 4.12) ซึ่งมีสมการพยากรณ์โดยวิธีกำลังสอง
น้อยที่สุดเป็น $Y = 113.9353X + 3.8739$ และความหนาแน่น
รอยอนุภาคอัลฟาจากกาซเรคอน-222 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสารมาตรฐาน P_2O_5
(ตารางที่ 4.13) ซึ่งมีสมการพยากรณ์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็น
 $Y = 56.3946X + 3.7668$

5.2.1 วิธีการคำนวณหาปริมาณยูเรเนียมและธอเรียมในแร่ตัวอย่าง

สมการที่ใช้คำนวณ คือ

$$X + Y = A \quad \dots 5.1$$

$$pX + qY = B \quad \dots 5.2$$

$$X = \frac{qA - B}{q - p} \quad \dots 5.3$$

$$Y = \frac{B - pA}{q - p} \quad \dots 5.4$$

- เมื่อ
- X = ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222 (รอย/พื้นที่ 40 กรัม-15 วัน)
 - Y = ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 (รอย/พื้นที่ 40 กรัม-15 วัน)
 - P = อัตราส่วนการกั้นอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222 (ตารางที่ 4.7) = 0.1815
 - q = อัตราส่วนการกั้นอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 (ตารางที่ 4.6) = 0.3074
 - A = ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซผสม (เรคอน-222 และเรคอน-220) เมื่อไม่มีแผ่นอะลูมิเนียมกั้น (ตารางที่ 4.14) (รอย/พื้นที่-40 กรัม 15 วัน)
 - B = ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาที่เหลือจากการกั้นอนุภาคอัลฟาจากก๊าซผสมด้วยแผ่นอะลูมิเนียมหนา 6.8 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 4.14) (รอย/พื้นที่-40 กรัม-15 วัน)

หาค่า X จากสมการ 5.3 และ Y จากสมการ 5.1 แล้วเปรียบเทียบกับความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสารมาตรฐาน U_3O_8 1.000 % U_3O_8 จากสมการพยากรณ์กำลังสองน้อยที่สุด $Y = 56.3946X + 3.7668$ และความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสารมาตรฐาน ThO_2 1.00% ThO_2 จากสมการพยากรณ์กำลังสองน้อยที่สุด $Y = 113.9353X + 3.8739$ (ตารางที่ 4.13 และ ตารางที่ 4.12 ตามลำดับ) ตัวอย่างการคำนวณอยู่ในภาคผนวก

ผลการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมและธอเรียมในแร่ตัวอย่าง แสดง

ในตารางที่ 5.1 ซึ่งแสดงปริมาณยูเรเนียมและธอเรียมโดยวิธีแทรก-เอทซ์ เปรียบเทียบกับปริมาณยูเรเนียมและธอเรียมในแร่ตัวอย่างโดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมทรี จากตารางพบว่าปริมาณยูเรเนียมและธอเรียมในแร่ตัวอย่างที่วิเคราะห์โดยวิธีแทรก-เอทซ์ที่กล่าวอยู่ในลำดับ (order) เทียบเท่ากับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมทรี โดยที่แร่ตัวอย่างที่มีปริมาณยูเรเนียมมากกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณธอเรียมมากกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจะให้ผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกันมากกว่าแร่ที่มีปริมาณยูเรเนียมและธอเรียมต่ำกว่าปริมาณดังกล่าว

ดังนั้นจึงสามารถใช้วิธีแทรก-เอทซ์ ในการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมและธอเรียมในแร่ที่มีทั้งยูเรเนียมและธอเรียมปนกันได้ นอกจากนี้ยังสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายต่ำกว่า

ตารางที่ 5.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมและธอเรียมในแร่ตัวอย่างโดยวิธีแทรก-เอทซ์ (I) เปรียบเทียบกับวิธีแกมมาสเปกโตรเมทรี (II)

แร่ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ยูเรเนียมโดยน้ำหนัก		เปอร์เซ็นต์ธอเรียมโดยน้ำหนัก	
	(I)	(II)	(I)	(II)
ยูซีไนท์-1	0.315	0.415	2.27	2.082
ยูซีไนท์-2	0.248	0.216	1.31	1.007
โมนาไซต์-1	0.043	0.025	0.97	1.053
โมนาไซต์-2	0.094	0.035	1.40	1.599
คอฟฟิไนท์	0.033	0.011	0.07	0.026

สำหรับการแยกวัดรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซสม (เรคอน-220 และเรคอน-222) สามารถแยกวัดได้เป็นค่าอัตราส่วนของความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาที่เหลือจากการกั้นด้วยแผ่นอะลูมิเนียมหนา 6.8 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งหาได้ง่าย คือ ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซสมเมื่อไม่ได้กั้นด้วยแผ่นอะลูมิเนียม ค่าอัตราส่วนดังกล่าวแสดงในตารางที่ 4.14

5.3 ซักเสนอแนะ

5.3.1 ควรศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการกักตุนยาบรดยอนุภาคอัลฟา จากก๊าซผสม โดยศึกษาจากระยะเวลาที่เหมาะสมในการกักตุนยาบรดยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซ เรคอน-220 และก๊าซเรคอน-222 เพื่อให้ได้ความหนาแน่นบรดยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซผสม มากที่สุด

5.3.2 ควรศึกษาอัตราส่วนการกักตุนบรดยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 และก๊าซเรคอน-222 เมื่อใช้ระยะเวลาในการกักตุนยาบรดยตามข้อ 5.3.1

5.3.3 ควรศึกษาอัตราส่วนการกักตุนบรดยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 และเรคอน-222 เมื่อกันค้ำยแผ่นอลูมิเนียมความหนาต่าง ๆ และหาปริมาณยูเรเนียมและ ทอเรียมในแร่ที่มีทั้งยูเรเนียมและทอเรียมปนกัน เมื่อแผ่นอลูมิเนียมที่ใช้จุกกั้นอนุภาคอัลฟา มีความหนาต่าง ๆ

5.3.4 ศึกษาการหาปริมาณยูเรเนียมและทอเรียม ในแร่ที่มีทั้งยูเรเนียม และทอเรียมปนกัน เมื่อใช้แผ่นจุกกั้นอนุภาคอัลฟาชนิดอื่น ๆ และใช้วัสดุกันที่บรดยชนิด อื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย