

การแยกย่อยของอนุภาคอัลฟาที่เกิดจากเรคอน-220 และเรคอน-222
บนฟิล์มเซลลูโลสในเครื่องโคโยใช้แผ่นถุกกลืนรังสีอัลฟา



นายสมชาติ เลิกบางพลัด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิเวศลิยร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-315-8

013680

11767931x

DIFFERENTIATION OF Rn - 220 AND Rn-222 ALPHA TRACKS
ON CELLULOSE NITRATE FILM BY USING ALPHA ABSORBERS



Mr.Somchat Lergbangplad

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University

1986

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การแยกย่อยของอนุภาคอัลฟาที่เกิดจากรีคอน-220 และ
รีคอน-222 บนฟิล์มเซลลูโลสในเกรทโคโยใช้แผ่นดุกกลืน
รังสีอัลฟา

โดย

นายสมชาติ เล็กบางพลัด

ภาควิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อบรมคิรินทร์บัณฑิตวิทยาลัย
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิตศึกษา

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย พิศาลบุตร)

รักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. รัชชัย สุมิตร)

.....

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

.....

กรรมการ

(อาจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การแยกรอยของอนุภาคอัลฟาที่เกิดจากเรคอน-220 และ
 เรคอน-222 บนฟิล์มเซลลูโลสในเทรทโดยโซ้แผ่นอุกถลิน
 รังสีอัลฟา

ชื่อนิติกร นายสมชาติ เลิกบางพลัด

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ อนุณตัยยะ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทนชาว

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2528



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อแยกวักอนุภาคอัลฟาที่เกิดจากเรคอน-222 กับ
 เรคอน-220 ด้วยวิธีแทรก-เอทซ์ โดยโซ้แผ่นอุกถลินรังสีอัลฟา และเพื่อใช้วิธีแทรก-เอทซ์
 แยกหาเปอร์เซ็นต์ยูเรเนียมและธอเรียมในแร่ที่มีทั้งยูเรเนียมและธอเรียมปนกัน โดยการ
 ใช้แผ่นฟิล์มเซลลูโลสในเทรท แบบ CN-85 เป็นวัสดุบันทึกรอย และใช้สารละลาย
 โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็น
 สารละลายเคมีที่เหมาะสมในการกัดขยายรอย โซ้แผ่นอะลูมิเนียมหนา 6.8 มิลลิกรัม/ตาราง
 เซนติเมตร ซึ่งหาได้ง่าย เป็นแผ่นอุกถลินรังสีอัลฟา จากการวิจัยพบว่าระยะเวลา
 ที่เหมาะสมในการกัดขยายรอยอนุภาคอัลฟาจากเรคอน-222 และเรคอน-220 บนแผ่น
 ฟิล์มเซลลูโลสในเทรท แบบ CN-85 เมื่อมีแผ่นอะลูมิเนียมกันเป็น 30 นาที และเมื่อไม่มี
 แผ่นอะลูมิเนียมกัน เป็น 40 นาที อัตราส่วนความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากเรคอน-222
 เมื่อมีแผ่นอะลูมิเนียมกัน คือ ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากเรคอน-222 เมื่อไม่มีแผ่น
 อะลูมิเนียมกันเป็น 0.1815 อัตราส่วนความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากเรคอน-220
 เมื่อมีแผ่นอะลูมิเนียมกัน คือ ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากเรคอน-220 เมื่อไม่มีแผ่น
 อะลูมิเนียมกันเป็น 0.3074 สามารถแยกรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซผสมที่ปรากฏบนแผ่นฟิล์ม
 เซลลูโลสในเทรทเมื่อกันและไม่ไ้กันด้วยแผ่นอะลูมิเนียมหนา 6.8 มิลลิกรัม/ตารางเซน-
 ทิเมตร โดยมีค่าอัตราส่วนความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซผสมซึ่งเหลือจากการกัน
 คือ ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากกาซผสม เมื่อไม่มีแผ่นอะลูมิเนียมกันอยู่ระหว่าง
 0.2468 ถึง 0.2971 และจากการวิจัยพบว่าการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมและธอเรียม

ในกรณีที่ผู้เรียนและขอเรียนปนกันโดยวิธีแทรก-เอาต์ ได้ขอลงในลำดับ (order)
เดียวกันกับผลจากการวิเคราะห์โดยวิธีแกมมาสเปคโตรเมทรี



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Differentiation of Rn-220 and Rn-222
 Alpha Tracks on Cellulose Nitrate Film
 by Using Alpha Absorbers

Name Mr.Somchat Lergbangplad

Thesis Adviser Assitant Professor Suvit Punnachaiya
 Assitant Professor Nares Chankow

Department Nuclear Technology

Academic Year 1985



ABSTRACT

The objects of this experiment is to study the differentiation of Rn-220 and Rn-222 Alpha tracks on cellulose nitrate film type CN-85 by using track-etch method with alpha absorber and to determine weight percentages of uranium and thorium in minerals which have both of uranium and thorium . Sodium hydroxide solution (NaOH-solution) with concentration of 10 % weight at temperature of 60 degree celcius is used for being the suitable etchant. Aluminum-foil with thickness of 6.8 mg/cm^2 , which can be available, is used for being the alpha absorber. It was found that the optimum time intervals for etching Rn-222 and Rn-220 alpha tracks on cellulose nitrate film type CN-85 with aluminum absorber is 30 minutes and without aluminum absorber is 40 minutes, the ratio of Rn-222 alpha tracks density when using aluminum absorber to Rn-222 alpha tracks density without aluminum absorber is 0.1815 , the ratio of Rn-220 alpha tracks density when using aluminum - absorber to Rn-220 alpha tracks density without aluminum absorber is 0.3074. Alpha tracks from mixed gas, appeared on cellulose nitrate

film with aluminum and without aluminum absorber thickness of 6.8 mg/cm^2 , can be differed by the ratio of alpha tracks density remainder to alpha tracks density without aluminum absorber are between 0.2468 and 0.2971 . And it was found that the results of weight percentage of uranium and thorium which was analysed by track-etch method is the same order of the results from being analysed by gamma spectrometre method.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กิติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว ที่ช่วยให้คำปรึกษา คำแนะนำ จักหาเอกสาร อุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้ งานวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำตลอดจนแก้ไขข้ออุปสรรคในเรื่องเครื่องมือในการวิจัยนี้

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนให้ทุนสำหรับ งานวิจัยนี้

และท้ายที่สุด ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้ทุนอุดหนุนและคอยให้กำลังใจ ตลอดมา และคุณละออง พวงน้อย ที่ช่วยให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือเรื่องการจัดพิมพ์ งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ



๗

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
รายการตารางประกอบ	ฅ
รายการรูปประกอบ	ฉ

บทที่

1. บทนำ	1
2. อนุภาคอัลฟาและทฤษฎีแทรก-เอทซ์	5
3. วิธีดำเนินการวิจัย	22
4. ผลการวิจัย	36
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	62
เอกสารอ้างอิง	70
ภาคผนวก	74
ประวัติการศึกษา	79

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่า Excitation Potential เฉลี่ย (I) ของทิวกลางบางชนิด	7
4.1	ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222 เนื่องจากการสลายตัวของ Ra-226 0.1 mCi บนแผ่นฟิล์มเซลลูโลสในเทรทแบบ CN-85 เมื่อระยะเวลาในการออามรังสีเป็น 1 ชั่วโมง	37
4.2	ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222 เนื่องจากการสลายตัวของ Ra-226 0.1 mCi บนแผ่นฟิล์มเซลลูโลสในเทรทแบบ CN-85 เมื่อระยะเวลาในการออามรังสีเป็น 1.5 ชั่วโมง	38
4.3	ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222 เนื่องจากการสลายตัวของ Ra-226 0.1 mCi บนแผ่นฟิล์มเซลลูโลสในเทรทแบบ CN-85 เมื่อระยะเวลาในการออามรังสีเป็น 2 ชั่วโมง	39
4.4	ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ ThO ₂ 0.1mCi 100 เปอร์เซ็นต์ อะตอมหนัก 19.4 กรัม ระยะเวลาในการกักขायรอยอนุภาคอัลฟานบนแผ่นฟิล์มเซลลูโลสในเทรทแบบ CN-85 เมื่อมีและไม่มีแผ่นอะลูมิเนียมหนา 6.8 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร กัน เป็น 30 และ 40 นาที ตามลำดับ	40
4.5	ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222 ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ Ra-226 0.1mCi ระยะเวลาในการกักขायรอยอนุภาคอัลฟานบนแผ่นฟิล์มเซลลูโลสในเทรทแบบ CN-85 เมื่อมีและไม่มีแผ่นอะลูมิเนียมหนา 6.8 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตรกัน เป็น 30 และ 40 นาทีตามลำดับ	41

ตารางที่

หน้า

4.6	ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 บนแผ่นฟิล์ม เซลลูโลสในเตรทแบบ CN-85 เมื่อมีและไม่มีแผ่นอะลูมิเนียมหนา 6.8 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตรกัน โดยทำการกักขยายรอย 30 และ 40 นาทีตามลำดับ และใช้เวลาในการอบรังสี 48 ชั่วโมง และ แสดงอัตราส่วนความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาที่เหลือจากการกัน ก้อ ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟา เมื่อไม่ได้กันด้วยแผ่นอะลูมิเนียม	42
4.7	แสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222 บนแผ่น ฟิล์มเซลลูโลสในเตรทแบบ CN-85 เมื่อมีและไม่มีแผ่นอะลูมิเนียมหนา 6.8 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร กัน โดยทำการกักขยายรอย 30 และ 40 นาที ตามลำดับ ใช้เวลาในการอบรังสี 2 ชั่วโมง และแสดงอัตราส่วนความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาที่เหลือ จากการกัน ก้อ ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาเมื่อไม่ได้กันด้วย แผ่นอะลูมิเนียม	43
4.8	ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 ซึ่งเกิดจาก การสลายตัวของสารมาตรฐาน ThO_2 หนัก 40 กรัม	44
4.9	ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220 ซึ่งเกิดจาก การสลายตัวของสารมาตรฐาน ThO_2 เมื่อใช้ระยะเวลาในการ อบรังสี 15 วัน	45
4.10	ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222 ซึ่งเกิดจาก การสลายตัวของสารมาตรฐาน Pu_{308} หนัก 40 กรัม	46
4.11	ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222 ซึ่งเกิดจาก การสลายตัวของสารมาตรฐาน Pu_{308} เมื่อใช้ระยะเวลาในการ อบรังสี 15 วัน	47

รายการรูปประกอบ

รูปที่

หน้า

- 2.1 กราฟของแบรกก แสดงการเกิดไอออนจำเพาะโดยอนุภาคอัลฟา ในอากาศ ที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน 10
- 2.2 แสดงอัตราการสูญเสียพลังงานของอนุภาคอัลฟาในเซลล์ลูอิส-ไนเทรท 10
- 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของอนุภาคอัลฟา กับ ฟิสัยในอากาศ แห่ง ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ 11
- 2.4 ฟิสัยของอนุภาคอัลฟาในเซลล์ลูอิสไนเทรท 12
- 2.5 ฟิสัยของ ^3He และ ^4He ในเซลล์ลูอิสไนเทรท 12
- 2.6 แสดงการเกิดรอยอนุภาคในของแข็งอนินทรีย์ ตามกระบวนการ ไอออนเอกซ์โพลชันสไปค์ 15
- รูป ก. เมื่อมีอนุภาคมีประจุวิ่งผ่านเข้าไปในของแข็ง ทำให้เกิดไอออน
- รูป ข. เมื่ออิเล็กตรอนหลุดไปจากวงโคจรของอะตอม ทำให้เกิดช่องว่าง
- รูป ค. ช่องว่างนี้จะยังคงปรากฏอยู่ ทำให้เกิดเป็นรอยของอนุภาค
- 2.7 แสดงกลไกการเกิดรอยของอนุภาคอัลฟาในโพลีเมอร์เมื่อมีอนุภาคมีประจุวิ่งผ่านเข้าไปในโพลีเมอร์ อนุภาคดังกล่าวจะไปกระตุ้นให้อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงขึ้น และจะไปทำลายแขน (bond) ระหว่างโครงสร้างของโพลีเมอร์ตัน ทำให้ปรากฏเป็นรอยเกิดขึ้น 16

- 2.8 แสดงรอยของอนุภาคอัลฟาในเซลดูโลสในเกรท เมื่ออนุภาคอัลฟามีพลังงานเท่ากัน 16
- 2.9 แสดงแทรกจีโอเมทรี (Track geometre) ของการกักรอย ความรอยอนุภาคและบริเวณทั่วไป มีค่าคงที่ (ก) เมื่ออนุภาคตกกระทบในแนวตั้งฉาก และ (ข) เมื่ออนุภาคตกกระทบเป็นมุมเฉียง θ (dip angle) 18
- 2.10 แสดงขบวนการบันทึกรอย 20
- (ก) รอยที่เกิดขึ้นหาได้โดยค่า v_G และ v_T
 - (ข) ถ้ามุมที่อนุภาคตกกระทบมีค่าน้อยกว่า $\arcsin(v_G/v_T)$ ผิวของวัสดุตัวกลางจะถูกกัดด้วยอัตราเร็วที่มากกว่า v_T ในแนวตั้งฉาก ดังนั้นจึงไม่มีรอยเกิดขึ้น
 - (ค) เมื่อ $\arcsin(v_G/v_T)$ เป็นค่ามุมวิกฤต รอยจะเริ่มปรากฏ
- 2.11 แสดงลักษณะรอยอนุภาคอัลฟาบนฟิล์มเซลดูโลสในเกรท 21
- 3.1 แสดงลักษณะของกรอบสี่เหลี่ยมจตุรัสเล็ก ๆ เมื่อมองผ่านเลนส์ใกล้ตาของกล้องจุลทรรศน์ 22
- 3.2 แสดงลักษณะของฟิล์มที่เตรียมสำหรับอาบรังสี 24
- 3.3 แสดงลักษณะการอาบรังสีจากต้นกำเนิดอนุภาคอัลฟา 25

- 3.4 แสดงลักษณะการจับรูปกรรมในการกักขายรอยอนุภาคอัลฟา
บนแผ่นฟิล์มเซลลูโลสในเทรทแบบ CN-85 สารละลายเคมี
ที่ใช้ในการกักขายรอยอนุภาคอัลฟา คือ สารละลายโซเดียม-
ไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60
องศาเซลเซียส 27
- 4.1 กราฟแสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ Ra-226 0.1 mCi เมื่อใช้ระยะ
เวลาในการกักขายรอยต่าง ๆ และระยะเวลาในการอาบรังสี
เป็น 1 ชั่วโมง 51
- 4.2 กราฟแสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ Ra-226 0.1 mCi เมื่อใช้ระยะ-
เวลาในการกักขายรอยต่าง ๆ และระยะเวลาในการอาบรังสี
เป็น 1.5 ชั่วโมง 52
- 4.3 กราฟแสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ Ra-226 0.1 mCi เมื่อใช้ระยะ-
เวลาในการกักขายรอยต่าง ๆ และใช้ระยะเวลาในการอาบรังสี
2 ชั่วโมง 53
- 4.4 กราฟแสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-220
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ สารมาตรฐาน ThO_2 0.1 mCi
100 เปอร์เซ็นต์อะตอม หนัก 19.4 กรัม เมื่อใช้ระยะเวลา
ในการอาบรังสีต่าง ๆ 54
- 4.5 กราฟแสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรคอน-222
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ Ra-226 0.1 mCi
เมื่อใช้ระยะเวลาในการอาบรังสีต่าง ๆ 55

- 4.6 กราฟแสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรดอน-220 56
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสารมาตรฐาน ThO_2 0.10,
0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ThO_2 โดย
น้ำหนัก หนัก 40 กรัม เมื่อใช้ระยะเวลาในการอาบรังสีต่าง ๆ
- 4.7 กราฟแสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรดอน-220 57
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสารมาตรฐาน ThO_2 น้ำหนักต่าง ๆ
อาบรังสีเป็นระยะเวลา 15 วัน
- 4.8 กราฟแสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรดอน-222 58
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสารมาตรฐาน U_3O_8 ความเข้มข้น
เป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่าง ๆ หนัก 40 กรัม เมื่ออาบรังสี
เป็นระยะเวลาต่างๆ
- 4.9 กราฟแสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรดอน-222 59
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ สารมาตรฐาน U_3O_8 ความเข้มข้น
เป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่าง ๆ อาบรังสีเป็นระยะเวลา 15 วัน
เมื่อมีน้ำหนักต่าง ๆ
- 4.10 กราฟแสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรดอน-220 60
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ สารมาตรฐาน ThO_2 หนัก 40 กรัม
อาบรังสีเป็นเวลา 15 วัน เมื่อมีเปอร์เซ็นต์ ThO_2 โดยน้ำหนัก
ต่าง ๆ
- 4.11 กราฟแสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรดอน-222 61
ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ สารมาตรฐาน U_3O_8 ความเข้มข้น
เป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่าง ๆ หนัก 40 กรัม ระยะเวลา
ในการอาบรังสีเป็น 15 วัน

ตารางที่

หน้า

- 4.12 ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรดอน-220 ซึ่งเกิดจาก 48
การสลายตัวของสารมาตรฐาน Tl^{202} หนัก 40 กรัม ระยะเวลา
เวลาในการอาบรังสี 15 วัน
- 4.13 ความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซเรดอน-222 ซึ่งเกิดจาก 49
การสลายตัวของสารมาตรฐาน Po^{210} หนัก 40 กรัม ระยะเวลา
เวลาในการอาบรังสี 15 วัน
- 4.14 แสดงความหนาแน่นรอยอนุภาคอัลฟาจากก๊าซผสม(เรดอน-220 50
และเรดอน-222) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของซอเรียมและ
ยูเรเนียมในแร่ตัวอย่าง หนัก 40 กรัม ระยะเวลาในการอาบ
รังสี 15 วัน
- 5.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมและซอเรียมในแร่ตัวอย่าง 68
โดยวิธีแทรก-เอทซ์(I) เปรียบเทียบกับวิธีแกมมาสเปคโตร
เมทรี(II)