

บทที่ 4

การวิเคราะห์โดยวิธีขวางรังสีแกมมา

ทั้งสะท้อนเป็นธาตุหนัก มีภาคตัดขวางในการดูดกลืนรังสีแกมมาสูง ดังนั้น ถ้าทั้งสะท้อนอยู่ในสารตัวอย่างที่ประกอบด้วยธาตุเบาซึ่งมีภาคตัดขวางต่ำ การดูดกลืนรังสีแกมมาของสารตัวอย่างจะขึ้นกับปริมาณทั้งสะท้อนที่ปนอยู่

การดูดกลืนรังสีแบบโฟโตอิเล็กทริกเอฟเฟกต์มีประโยชน์มากที่สุดในการวิเคราะห์ธาตุ เพราะโฟตอนหายไปในตัวอย่างแท้จริง และภาคตัดขวางไวต่อการเปลี่ยนแปลงเลขอะตอมของธาตุ กล่าวคือเปลี่ยนแปลงกับ Z^5 ทำให้ธาตุหนักมีภาคตัดขวางสำหรับการดูดกลืนรังสีสูงกว่าธาตุเบามาก นอกจากนี้ยังเกิดที่พลังงานของรังสีแกมมาต่ำ ๆ สะดวกในการหาต้นกำเนิดรังสีแกมมา ส่วนคอมพตันเอฟเฟกต์และการเกิดอนุภาคคู่ที่เปลี่ยนแปลงกับ Z และ Z^2 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเกิดที่แกมมาพลังงานสูง จึงไม่เหมาะที่จะใช้ในการวิเคราะห์ธาตุ

รังสีแกมมาจากการสลายตัวของ Am^{241} มีพลังงานประมาณ 0.059 MeV . เป็นพลังงานต่ำ เมื่อผ่านวัตถุจะเกิดการดูดกลืนแบบโฟโตอิเล็กทริกเอฟเฟกต์ จึงเหมาะในการวิเคราะห์ธาตุ

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- ก. ถ้วยพลาสติกสำหรับบรรจุสารมาตรฐานและสารตัวอย่าง
- ข. ต้นกำเนิดรังสีแกมมา Am^{241}
- ค. หัววัดชนิด เลชันที่ไวต่อรังสีแกมมา

4.2 สารตัวอย่างในการทดลอง

- ก. แร่ซีไลต์จากคอกหมอก
- ข. แร่ซีไลต์จากลำปาง

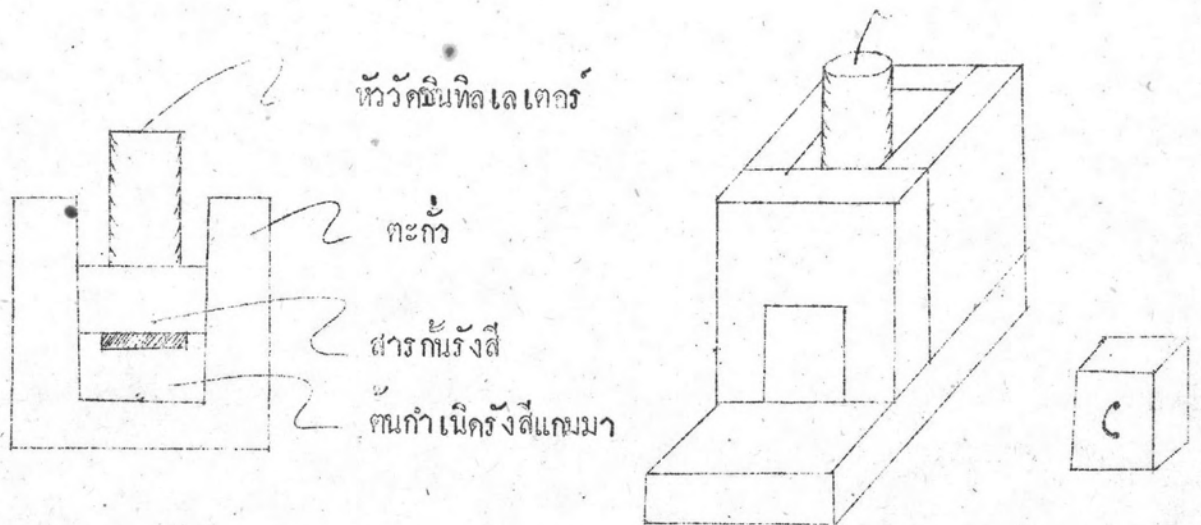
4.3 การเตรียมสารมาตรฐาน

ก. นำ $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ มาผสมปูนขาว โดยให้หนักทั้งสี่เตนในสารผสม เป็นร้อยละ 55.7 , 50 , 45 , 40 , 35 , 30 , 25 , 20 , 15 และ 10 ตามลำดับ

ข. นำ $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ อีกส่วนหนึ่งมาผสมทราย โดยให้หนักทั้งสี่เตนในสารผสมเป็นร้อยละ 55.7 , 50 , 45 , 40 , 35 , 30 , 25 , 20 , 15 , 10 และ 5 ตามลำดับ

4.4 การจัดเครื่องมือ

ให้สารที่จะทำรังสีอยู่ระหว่างตะกั่ว เนโครจีดีแกมมาและหัววัดซินทิลเลเตอร์ อุปกรณ์ทั้งหมดล้อมรอบด้วยแท่งตะกั่ว เพื่อป้องกันการรบกวนของรังสีจากภายนอก มีหน้าต่างเปิดปิดสำหรับเปลี่ยนสารที่จะรังสี ดังรูป 4 - 1



รูป 4 - 1 การจัดเครื่องมือทดลองการวางกัมมันตรังสีแกมมา

4.5 การทดลองหาปริมาณรังสีแกมมาในสารตัวอย่าง

4.5.1 ไซควอยพลาสติกสูง 1.5 เซนติเมตรบรรจุสารตัวอย่าง และ $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ผสมทรายเป็นสารมาตรฐาน โดยดำเนินการทดลองดังนี้

ก. ใช้สารมาตรฐานบรรจุควยพลาสติก ปากหน้าตัดให้เรียบและไคระคัมปากควยนำไปวางกั้นรังสีแกมมา โดยให้สารกัมมันตรังสีอยู่ห่างจากต้นกำเนิดรังสีแกมมาและหัววัด 1 เซนติเมตร เท่ากัน อ่านอัตราการนับจากเครื่องวัดซินทิลเลเตอร์และหักแบคกราวนด์ทำเช่นนี้กับทุก ๆ ระยะเวลาของสารมาตรฐานที่เตรียมไว้ เริ่มจาก 55.7 , 50 , 45 , 40 , 35 , 30 , 25 , 20 , 15 , 10 และ 5 ตามลำดับ

ข. สร้างกราฟมาตรฐานโดยเขียนกราฟระหว่างอัตราการนับกับน้ำหนักทั้งสี่เตนในสารมาตรฐานในภาคราส่วนเคมี - ล็อก โดยให้อัตราการนับอยู่บนแกนล็อก ซึ่งจะได้อกราฟเส้นตรง

ค. นำแร่ซีไลต์จากคอกหมอกและลำปางบรรจุควยพลาสติกอันเดียวกันกับที่ใช้กับสารมาตรฐาน กัมมันตรังสีแกมมาและอ่านอัตราการนับ แต่เนื่องจากปริมาณทั้งสี่เตนในแร่ซีไลต์มากกว่าในสารมาตรฐาน เมื่อนำอัตราการนับของสารตัวอย่างไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน อัตราการนับของสารตัวอย่างจะน้อยกว่า จำเป็นต้องต่อเส้นกราฟที่คอกออกไป (extrapolation) ทำให้เกิดการผิดพลาดได้ ดังนั้นเพื่อตัดปัญหาจึงนำแร่ซีไลต์มาผสมกับทราย โดยอัตราส่วน 1:1 แล้วจึงนำไปทำการทดลอง

ง. เปรียบเทียบหาน้ำหนักของทั้งสี่เตนในแร่ซีไลต์โดยลากเส้นตรงจากอัตราการนับของแร่ซีไลต์ขนานกับแกนน้ำหนักทั้งสี่เตนไปตัดเส้นกราฟมาตรฐาน และจากจุดตัดลากเส้นตรงขนานกับแกนอัตราการนับไปตัดแกนน้ำหนักทั้งสี่เตน ณ จุดใดเป็นน้ำหนักทั้งสี่เตนในแร่ซีไลต์

จ. คำนวณหา ระยะเวลาโดยน้ำหนักของทั้งสี่เตนในแร่ซีไลต์

ผลการทดลองแสดงในตาราง 4 - 1 และรูป 4 - 2 แสดงการหาน้ำหนักทั้งสี่เตนในแร่ซีไลต์ ซึ่งปรากฏว่าเมื่อไซควอยหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตร ไคระคัมโดยน้ำหนักของทั้งสี่เตนในแร่คอกหมอกเป็น 61.9 และในแร่ลำปางเป็น 60.2

ตาราง 4 - 1 น้ำหนักทั้งสะเทินกับอัตราการนับ
(แบบกรวามีค่าประมาณ 1000 ครั้งต่อนาที)

สารกันรังสี	น้ำหนักสาร (กรัม)	น้ำหนักทั้งสะเทินในสาร (กรัม)	อัตราการนับต่อ 2 นาที (หักแบบกรวามีแล้ว)
สารมาตรฐาน 55.75 %	11.585	6.459	4337 ± 91
สารมาตรฐาน 50 %	11.060	5.530	5460 ± 97
สารมาตรฐาน 45 %	11.125	5.006	6791 ± 103
สารมาตรฐาน 40 %	10.905	4.362	8575 ± 112
สารมาตรฐาน 35 %	10.635	3.722	11453 ± 124
สารมาตรฐาน 30 %	10.585	3.175	14521 ± 136
สารมาตรฐาน 25 %	10.370	2.592	19098 ± 152
สารมาตรฐาน 20 %	10.100	2.020	24781 ± 169
สารมาตรฐาน 15 %	9.945	1.492	31854 ± 189
สารมาตรฐาน 10 %	9.755	0.975	39515 ± 208
สารมาตรฐาน 5 %	9.685	0.484	48998 ± 230
แรคดอยหมอก 50 %	12.915	4.000	9891 ± 117
แรล่ำปาง 50 %	12.960	3.900	10486 ± 120

อัตราการนับต่อ 2 นาที ($\times 10^4$)

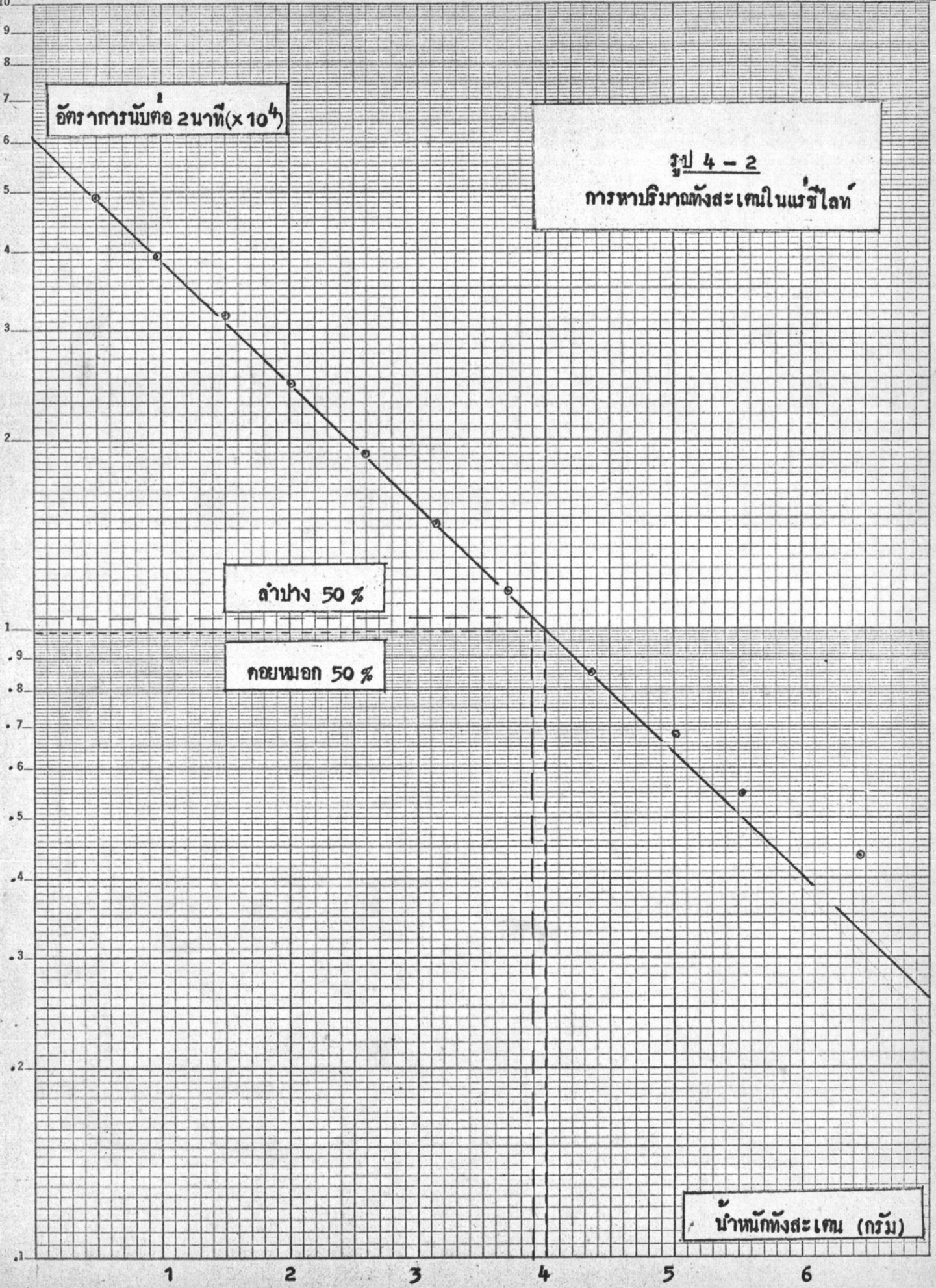
รูป 4-2
การหาปริมาณรังสีในแร่ซีไลต์

ค่าคง 50 %

กดยกออก 50 %

น้ำหนักแห้ง (กรัม)

SEMI-LOGARITHMIC
2 CYCLES X 70 DIVISIONS



4.5.2 เพื่อตรวจสอบว่าร้อยละของทั้งตะเภาในแร่ซีไลต์เปลี่ยนไปตามความหนาของถวยที่ไซทอลงหรือไม ไซทอลงพลาสติกสูง 0.15 เซนติเมตร ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4.5.1 ปรากฏว่าแร่ซีไลต์จากคอกหมอกมีทั้งตะเภาร้อยละ 62.1 โดยน้ำหนัก และแร่ซีไลต์จากลำปางมีทั้งตะเภาร้อยละ 59.8 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลการทดลองเกือบเท่ากับในข้อ 4.5.1 แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงความหนาของสารที่กั้นรังสีแกมมาไม่ทำให้ผลการวิเคราะห์เปลี่ยนไปแต่อย่างใด

4.5.3 เพื่อตรวจสอบว่าถ้าเปลี่ยนแปลงชนิดของสารมาตรฐานจะทำให้ผลการวิเคราะห์เปลี่ยนไปหรือไม่ ใช้ $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ผสมปูนขาวเป็นสารมาตรฐาน และไซทอลงบางในการทดลอง สารตัวอย่างในคอกเจือจาง ปรากฏว่าแร่ซีไลต์จากคอกหมอกมีทั้งตะเภาร้อยละ 62.5 โดยน้ำหนัก และแร่ซีไลต์จากลำปางมีทั้งตะเภาร้อยละ 61.0 โดยน้ำหนัก มีค่าเกือบเท่ากับผลการทดลองในข้อ 4.5.1 และ 4.5.2 แสดงว่าการเปลี่ยนสารมาตรฐานไม่ทำให้ผลการวิเคราะห์เปลี่ยนไป

4.5.4 ในการทดลองตามข้อ 4.5.1 , 4.5.2 และ 4.5.3 ปรากฏว่าตะกั่วเนโครังสีแกมมาอยู่ห่างจากสารกั้นรังสีถึง 1 เซนติเมตร ทำให้รังสีแกมมาบางส่วนไปเข้าหัววัดซินทิลเลเตอร์ โดยการสะท้อนที่ผนังตะกั่วได้ นอกจากนี้สารตัวอย่างที่ไซทอลงผสมแร่ซีไลต์กับทรายเพื่อผลการทดลองถูกต้อง ซึ่งเป็นการไม่สะดวก ดังนั้นจึงได้มีการปรับปรุงการทดลองดังนี้

- ก. นำตะกั่วเนโครังสีแกมมาติดไว้ที่ถวยพลาสติก
- ข. นำแร่ซีไลต์ที่ต้องการหาปริมาณทั้งตะเภาบรรจุไม่เต็มถวยและเกลี่ยหน้าตัดให้เรียบ ส่วนสารมาตรฐานนั้นยังคงบรรจุเต็มถวยเช่นเดิม และดำเนินการทดลองหาปริมาณทั้งตะเภาเช่นเดียวกับข้อ 4.5.1 ครั้งแรกก็ให้ระยะระหว่างสารกับหัววัดห่างกัน 1 เซนติเมตร ปรากฏว่าแร่ซีไลต์จากคอกหมอกมีทั้งตะเภาร้อยละ 61.9 โดยน้ำหนัก แร่ซีไลต์จากลำปางมีทั้งตะเภาร้อยละ 60.6 โดยน้ำหนัก และเมื่อเปลี่ยนระยะระหว่างสารกับหัววัดซินทิลเลเตอร์ให้เป็น 2 เซนติเมตร ก็ไม่ทำให้ผลการวิเคราะห์เปลี่ยนไป คือโคแคคอกหมอกมีทั้งตะเภาร้อยละ 61.7 โดยน้ำหนัก แร่ลำปางมีทั้งตะเภาร้อยละ 60.5 โดยน้ำหนัก

4.5.5 ใช้คนทำเน็กรังสีแกมมาติดกันด้วยเซนเดียวกับข้อ 4.5.4 แต่ใช้สาร
ตัวอย่างเป็นแร่ซีไลต์ผสมกับทรายควอตซ์ส่วน 1:1 ครั้งแรกให้ระยะระหว่างสารกับ
หัววัดทางกัน 1 เซนติเมตร ปรากฏว่าแรคอยหมอกมีทั้งสะเตนร้อยละ 64.3 โดยน้ำหนัก
แรล่ำปางมีทั้งสะเตนร้อยละ 62.1 โดยน้ำหนัก ต่อมาให้ระยะระหว่างสารกับหัววัดเป็น
2 เซนติเมตร ปรากฏว่าแรคอยหมอกมีทั้งสะเตนร้อยละ 63.4 โดยน้ำหนัก และแรล่ำปาง
มีทั้งสะเตนร้อยละ 63.3 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลการทดลองในข้อ 4.5.5 นี้ให้ผลไม่ดีเท่าที่ควร
และเสียเวลาในการผสมสารตัวอย่างจึงไม่เหมาะที่จะใช้วิเคราะห์

อันึ่งผลการวิเคราะห์โดยการขวางกันรังสีแกมมา ได้รวบรวมแสดงไว้ใน

ตาราง 4 - 2

ตาราง 4 - 2 ร้อยละโดยน้ำหนักของทั้งสะเตนในแร่ซีไลต์ที่ได้จากการวิเคราะห์
โดยการขวางกันรังสีแกมมาตามหัวข้อต่าง ๆ

แ	ผลการทดลอง (ร้อยละโดยน้ำหนักของทั้งสะเตน) ในหัวข้อ						
	4.5.1	4.5.2	4.5.3	4.5.4		4.5.5.	
				1 ซ.ม.	2 ซ.ม.	1 ซ.ม.	2 ซ.ม.
คอยหมอก	61.9	62.1	62.5	61.7	61.9	64.3	63.4
ล่ำปาง	60.2	59.8	61.0	60.5	60.6	62.1	63.3