

การคำนวณและผลการทดลอง

5.1 ผลการทดลองเลือกต้นกำเนิดรังสี

ผลการทดลองสำหรับหัววัดรังสีแต่ละแบบได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.1, 5.2 และ 5.3

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองเลือกต้นกำเนิดรังสีสำหรับหัววัดรังสีชนิดนอน

ต้นกำเนิดรังสี	จำนวนนับได้พีค ต่อนาที	แมกกราวน์ ต่อนาที	จำนวนนับสุทธิ ต่อแมกกราวน์
แคดเมียม-109	1,230,663	47,280	25.0
พลูโตเนียม-238	351,367	64,805	4.4
โปรมิเทียม-147/ อูมิเนียม	85,117	21,032	3.1

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองเลือกต้นกำเนิดรังสีสำหรับหัววัดรังสีอาร์กอน

ต้นกำเนิดรังสี	จำนวนนับที่พีค ต่อนาที	แมคกราวน์ ต่อนาที	จำนวนนับสุทธิ ต่อแมคกราวน์
แคคเมียม-109	768,866	25,490	29.2
พลูโทเนียม-238	155,634	22,187	6.0
โปรมิเทียม-147/ อคูมิเนียม	39,429	7,307	4.4

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองเลือกต้นกำเนิดรังสีสำหรับหัววัดรังสี Si(Li)

ต้นกำเนิดรังสี	จำนวนนับที่พีค ต่อ 100 วินาที	แมคกราวน์ ต่อ 100 วินาที	จำนวนนับสุทธิ ต่อแมคกราวน์
แคคเมียม-109	207,889	9,027	22.03
พลูโทเนียม-238	28,171	2,160	12.04
โปรมิเทียม-147/ อคูมิเนียม	8,686	1,369	5.34

จากตารางทั้งสามจะเห็นได้ว่าคนกำเนิครังสีที่ให้จำนวนนับสุทธิต่อแมคกราวน์สูงที่สุดคือ แคนเมียม-109 รองลงมาได้แก่ พลูโตเนียม-238 และ โพรมิเทียม-147/อคูมิเนียมตามลำดับ ทั้งนี้จากผลที่ได้นักกำเนิครังสีที่จะใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณโบรมีนในสารตัวอย่างได้แก่ แคนเมียม-109 ในรูปที่ 5.1, 5.2 และ 5.3 แสดงสเปกตรัมของโปแคสเชียมโบรมไค์เมื่อใช้คนกำเนิครังสีแคนเมียม-109 เป็นตัวกระตุ้น

## 5.2 ผลการทดลองเลือกขนาดของวินโดว์

5.2.1 ตัวอย่างการตั้งเบสจากสเปกตรัมของโบรมีนเมื่อวัดด้วยหัววัดรังสีซีนอน ตำแหน่งของพีคจะอยู่ตรงกับเบสที่ 410 เพราะฉะนั้นถ้าต้องการจัดวินโดว์เท่ากับ 0.2 โวลต์ ตำแหน่งของเบสที่เลือกก็คือ 400 ถ้าต้องการจัดวินโดว์เท่ากับ 0.3 โวลต์ตำแหน่งของเบสที่เลือกก็คือ 395

5.2.2 ตัวอย่างการคำนวณกราฟมาตรฐานปริมาณและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

จากข้อมูลการวัดสารมาตรฐานซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 5.4 เมื่อใช้หัววัดรังสีซีนอนขนาดวินโดว์ 0.3 โวลต์ เบส 395

โดยการวัดแมลงค์ 3 ครั้งหาค่าเฉลี่ยของแมคกราวน์ได้เท่ากับ  $8206 \pm 60.7$  จำนวนนับ ต่อ 2 นาที

นำค่าแมคกราวน์ไปลบออกจากจำนวนนับได้พีคจะได้จำนวนนับสุทธิได้พีคดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.4 ช่องที่ 3

นำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแมคกราวน์แทนค่าในสมการที่ 4.6  
จะได้

$$L_D = 3.29 \times 60.7 = 199.7 \text{ จำนวนนับ ต่อ 2 นาที}$$

ตารางที่ 5.4 แสดงข้อมูลการวัดสารมาตรฐานเมื่อใช้หัววัดรังสีชนิด

ความเข้มข้น พีพีเอม	จำนวนนับไตฟิค ต่อ 2 นาที	จำนวนนับสุทธิไตฟิค ต่อ 2 นาที
10	8,598	392
20	8,814	608
40	9,346	1,140
80	10,246	2,040
100	10,779	2,573
150	11,829	3,623
200	12,955	4,749
250	14,900	6,694
300	16,239	8,033
400	19,039	10,833

จากตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าสารมาตรฐานทุกตัวให้จำนวนนับสุทธิใต้พีคมากกว่า  $L_D$  ที่ทำได้ เพราะฉะนั้นในการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 N &= 10 \\
 \Sigma x_i &= (10+20+\dots+400) = 1,550 \\
 \Sigma y_i &= (392+608+\dots+10,833) = 40,685 \\
 \Sigma x_i^2 &= [(10)^2+(20)^2+\dots+(400)^2] = 393,500 \\
 \Sigma y_i^2 &= [(392)^2+(608)^2+\dots+(10,833)^2] \\
 &= 274,976,601 \\
 \Sigma x_i y_i &= [(10)(392)+(20)(608)+\dots+(400)(10,833)] \\
 &= 10,392,300
 \end{aligned}$$

แทนค่าลงในสมการที่ 4.2

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{\Sigma x_i \Sigma y_i - \Sigma x_i \cdot \Sigma x_i y_i}{N \Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2} \\
 &= \frac{(393,500)(40,685) - (1,550)(10,392,300)}{(10)(393,500) - (1,550)^2} \\
 &= \frac{-98,518,000}{1,532,500} \\
 &= -64.28
 \end{aligned}$$

แทนค่าลงในสมการที่ 4.3

$$m = \frac{N \Sigma x_i y_i - \Sigma x_i \Sigma y_i}{N \Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{(10)(10,392,300) - (1,550)(40,685)}{10(393,500) - (1,550)} \\
 &= \frac{40,861,250}{1,532,500} \\
 &= 26.66
 \end{aligned}$$

แทนค่า  $b$  และ  $m$  ลงในสมการ 4.1 จะได้สมการกราฟมาตรฐาน  
 ปริมาณดังนี้

$$y = -64.28 + 26.66 x$$

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาได้จากสมการ 4.4 ดังนี้

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{N\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\left[ \left( N\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 \right) \left( N\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2 \right) \right]^{\frac{1}{2}}} \\
 &= \frac{(10)(10,392,300) - (1,550)(40,685)}{\left[ \left( (10)(393,500) - (393,500)^2 \right) \left( (10)(40,685) - (40,685)^2 \right) \right]^{\frac{1}{2}}} \\
 &= \frac{40,858,550}{\left[ (1,532,550)(1,094,496,785) \right]^{\frac{1}{2}}} \\
 &= 0.9976
 \end{aligned}$$

จากสเปกตรัมของโบรมีนในข้อที่ 5.1 จะได้ตำแหน่งของพีคเมื่อใช้หัววัด  
 ริงส์ซีนอนอยู่ที่เบส 410 และตำแหน่งของพีคเมื่อใช้หัววัดริงส์อาร์กอนอยู่ที่เบส 510  
 สำหรับผลการทดลองเลือกขนาดวินโดว์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.5 และ 5.6

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการทดลองเลือกขนาดวินโดว์สำหรับ  
หัววัดรังสีซีซันอน

	เบส 405 วินโดว์ 0.1 โวลต์	เบส 400 วินโดว์ 0.2 โวลต์	เบส 395 วินโดว์ 0.3 โวลต์	เบส 390 วินโดว์ 0.4 โวลต์	เบส 385 วินโดว์ 0.5 โวลต์
r	0.9934	0.9936	0.9976	0.9951	0.9964
r <sup>2</sup>	0.9868	0.9872	0.9952	0.9902	0.9928

ตารางที่ 5.6 แสดงผลการทดลองเลือกขนาดวินโดว์สำหรับ  
หัววัดรังสีอาร์กอน

	เบส 505 วินโดว์ 0.1 โวลต์	เบส 500 วินโดว์ 0.2 โวลต์	เบส 495 วินโดว์ 0.3 โวลต์	เบส 490 วินโดว์ 0.4 โวลต์	เบส 485 วินโดว์ 0.5 โวลต์
r	0.9828	0.9987	0.9934	0.9951	0.9913
r <sup>2</sup>	0.9659	0.9974	0.9868	0.9902	0.9827

จากการพิจารณาค่า  $r^2$  ในตารางที่ 5.5 และ 5.6 จะได้

1. สำหรับหัววัดรังสีซีซันอน ขนาดของวินโดว์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณเท่ากับ 0.3 โวลต์
2. สำหรับหัววัดรังสีอาร์กอน ขนาดของวินโดว์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณเท่ากับ 0.2 โวลต์

### 5.3 ผลการหาขีดจำกัดในการวัดและการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.7 ค่าของแมคกราวน์ได้จากการนำแมลงค์มาวัดหลายๆ ครั้ง สำหรับค่า  $L_D$  และ  $L_Q$  ได้มาจากการแทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานลงในสมการ 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 5.7 แสดงขีดจำกัดในการวัดและการวิเคราะห์เชิงปริมาณ สำหรับหัววัดรังสีแต่ละชนิด

	$L_D$ (พีพีเอ็ม)	$L_Q$ (พีพีเอ็ม)
หัววัดรังสีซีซันอน	10	30
หัววัดรังสีอาร์กอน	39	110
หัววัดรังสี Si(Li)	24	75



#### 5.4 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโบรมีนในสารตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโบรมีนในสารตัวอย่างสำหรับหัววักรังสีแต่ละชนิด  
ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโบรมีนในสารตัวอย่างเกลือหิน  
และแสดงความผิดพลาดเป็นพีพีเอ็ม

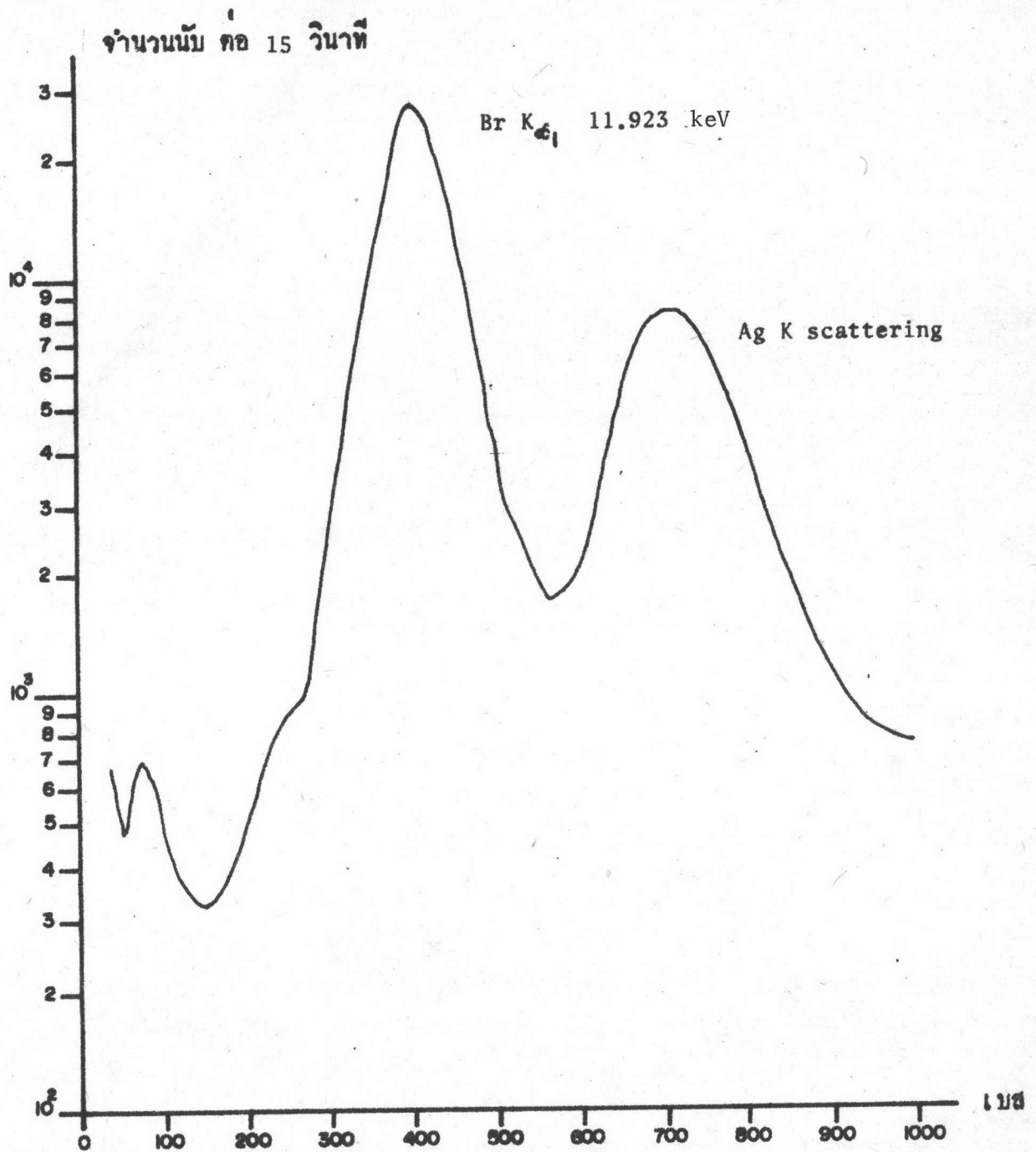
ความลึก ฟุต	ปริมาณโบรมีนเมื่อ ใช้หัววักรังสีชนิดอน พีพีเอ็ม	ปริมาณโบรมีนเมื่อ ใช้หัววักรังสีอาร์กอน พีพีเอ็ม	ปริมาณโบรมีนเมื่อ ใช้หัววักรังสี Si(Li) พีพีเอ็ม
708-713	407 ± 9.5	395 ± 9.5	416 ± 8.7
713-718	389 ± 2.3	385 ± 15.3	382 ± 9.1
718-723	416 ± 6.9	390 ± 7.5	394 ± 12.5
723-728	393 ± 10.1	385 ± 16.9	390 ± 12.9
728-733	376 ± 4.0	371 ± 11.0	370 ± 6.5
758-763	260 ± 4.0	247 ± 9.5	264 ± 17.7
763-768	301 ± 2.3	291 ± 17.5	291 ± 6.1
768-773	277 ± 7.6	258 ± 16.0	267 ± 10.4
773-778	316 ± 14.4	304 ± 13.2	305 ± 13.9
788-793	292 ± 7.9	289 ± 10.4	289 ± 2.2
793-798	259 ± 5.0	246 ± 13.1	248 ± 13.4
798-803	269 ± 6.4	250 ± 10.2	288 ± 9.1
803-808	269 ± 2.3	278 ± 9.2	270 ± 4.4

ตารางที่ 5.8 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโบรมีนในสารตัวอย่าง เกล็ดหิน  
และแสดงความผิดพลาดเป็นพีพีเอ็ม

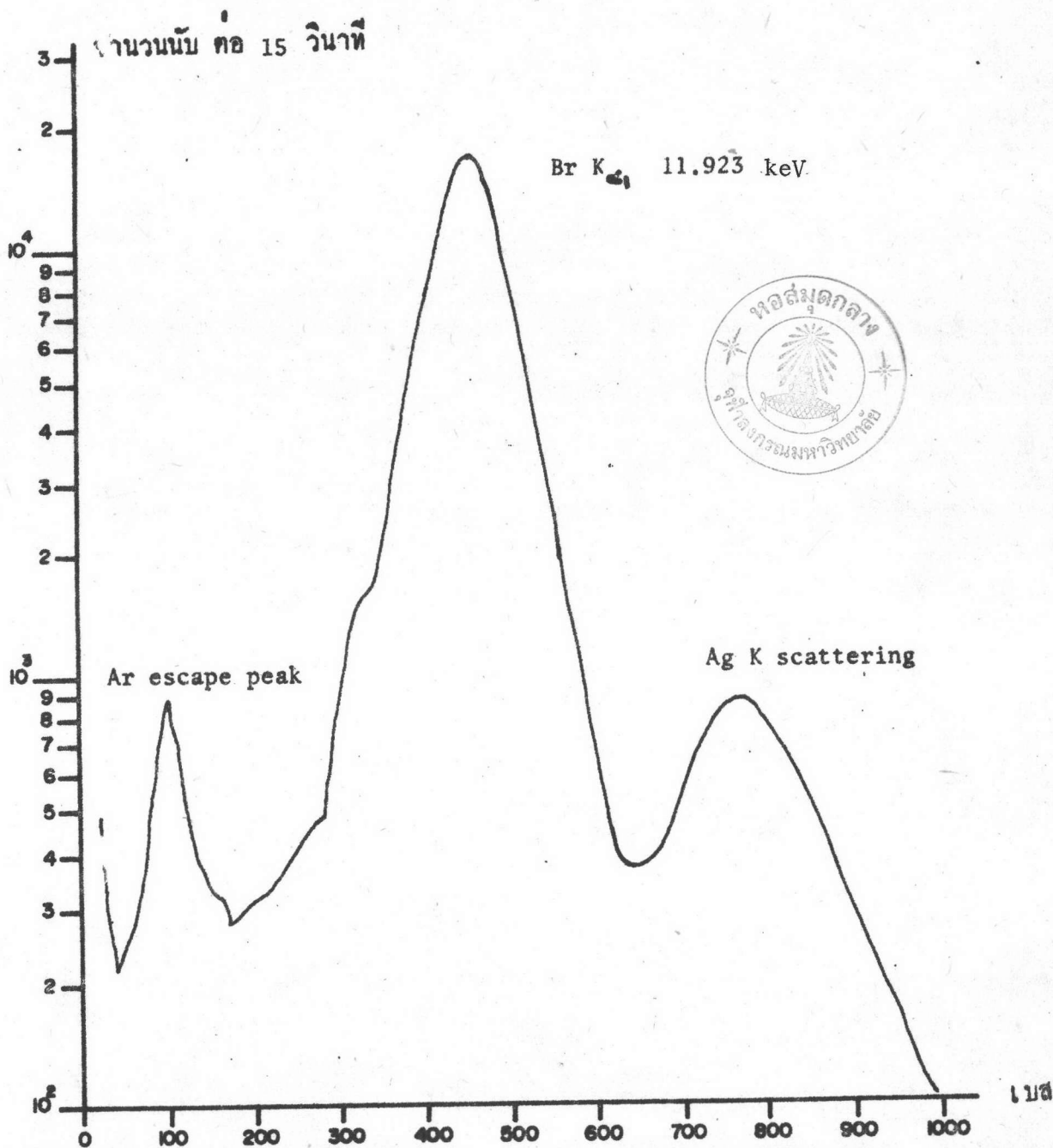
ความลึก ฟุต	ปริมาณโบรมีนเมื่อ ใช้หัววัดรังสีซีซีนอน พีพีเอ็ม	ปริมาณโบรมีนเมื่อ ใช้หัววัดรังสีอาร์กอน พีพีเอ็ม	ปริมาณโบรมีนเมื่อ ใช้หัววัดรังสี Si (Li) พีพีเอ็ม
798-803	269 ± 6.4	250 ± 10.2	288 ± 9.1
803-808	269 ± 2.3	278 ± 9.2	270 ± 4.4
808-813	277 ± 4.6	259 ± 11.5	264 ± 5.4
823-828	273 ± 3.6	267 ± 16.8	258 ± 8.2
828-833	247 ± 8.1	232 ± 9.5	246 ± 16.5
833-838	259 ± 2.5	250 ± 6.1	269 ± 5.1
838-843	258 ± 8.7	240 ± 1.7	255 ± 4.5
843-848	255 ± 7.6	261 ± 8.1	257 ± 8.4
848-853	264 ± 4.0	254 ± 8.6	261 ± 12.7
1103-1108	186 ± 6.0	176 ± 10.8	183 ± 6.2
1108-1113	173 ± 10.3	177 ± 3.1	172 ± 6.5
1113-1118	193 ± 7.0	188 ± 2.9	189 ± 16.3
1118-1123	181 ± 1.1	181 ± 14.4	198 ± 8.4
1123-1128	187 ± 3.1	183 ± 4.6	194 ± 8.2
1128-1132	189 ± 9.5	179 ± 5.9	181 ± 8.2
1132-1137	197 ± 11.0	187 ± 2.5	183 ± 8.7
1137-1142	201 ± 10.1	188 ± 9.0	184 ± 11.5

ตารางที่ 5.8 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโบรมีนในสารตัวอย่าง เกล็ดหิน และแสดง ความผิดพลาดเป็นพีพีเอม

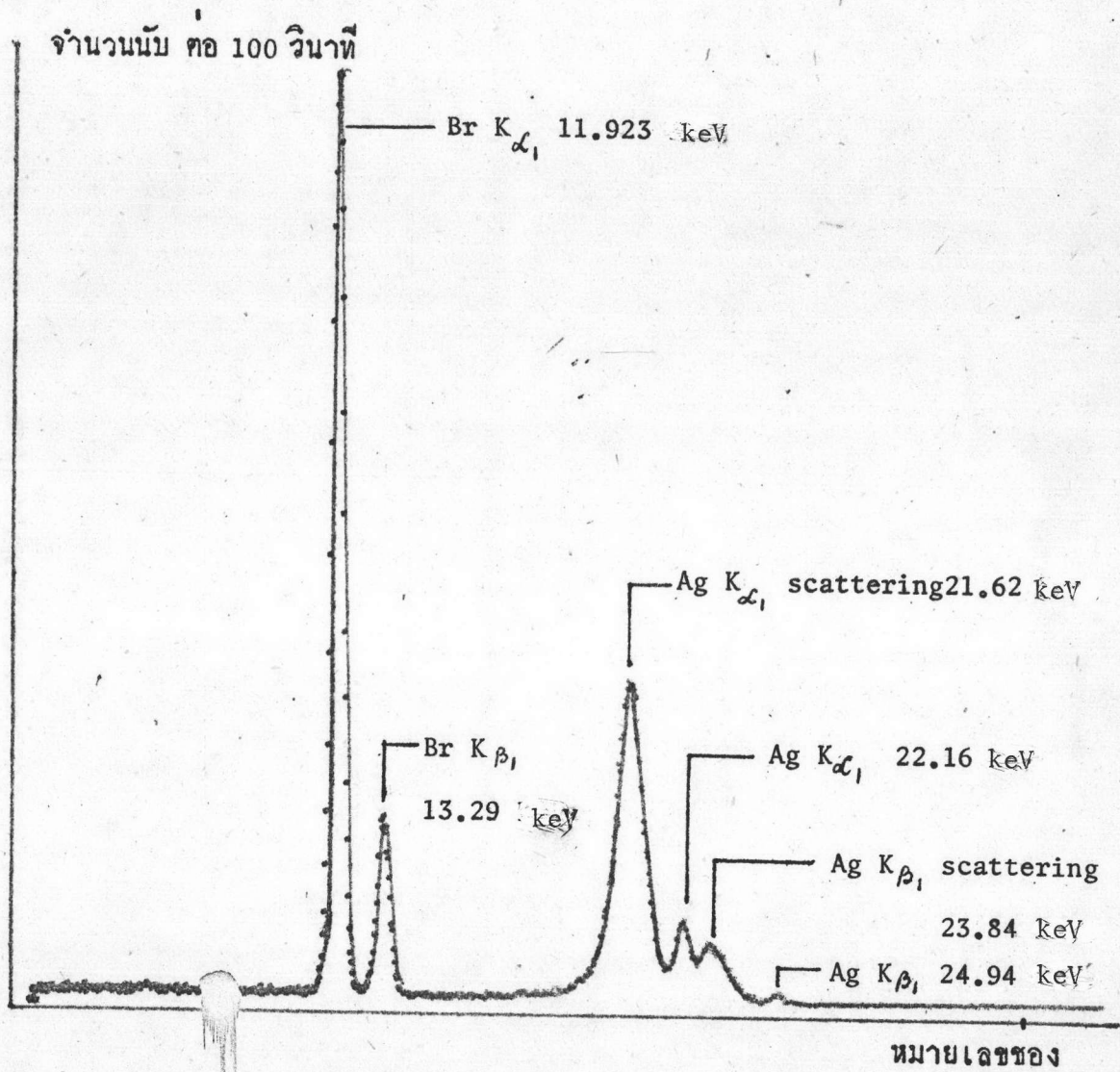
ความลึก ฟุต	ปริมาณโบรมีนเมื่อ ใช้หัววัดรังสีซีซันอน พีพีเอม	ปริมาณโบรมีนเมื่อ ใช้หัววัดรังสีอาร์กอน พีพีเอม	ปริมาณโบรมีนเมื่อ ใช้หัววัดรังสี Si(Li) พีพีเอม
1132-1137	197 ± 11.0	187 ± 2.5	183 ± 8.7
1137-1142	201 ± 10.1	188 ± 9.0	184 ± 11.5
1142-1147	211 ± 12.2	186 ± 3.6	189 ± 11.8
1147-1152	198 ± 9.7	186 ± 9.5	190 ± 6.0
1326-1330	87 ± 6.4	71 ± 17.2	74 ± 8.1
1330-1334	79 ± 5.0	78 ± 10.7	78 ± 12.5
1334-1339	75 ± 5.0	61 ± 12.2	75 ± 9.1
1339-1344	79 ± 6.4	66 ± 22.7	79 ± 14.5
1344-1349	88 ± 8.7	79 ± 17.2	71 ± 9.3
1414-1419	87 ± 4.6	65 ± 9.5	75 ± 7.8
1423-1428	75 ± 4.6	58 ± 11.7	72 ± 19.2
1428-1432	62 ± 6.0	57 ± 15.5	77 ± 8.0
1432-1438	63 ± 4.2	63 ± 13.2	74 ± 7.8
1438-1443	68 ± 6.0	62 ± 8.5	63 ± 7.1



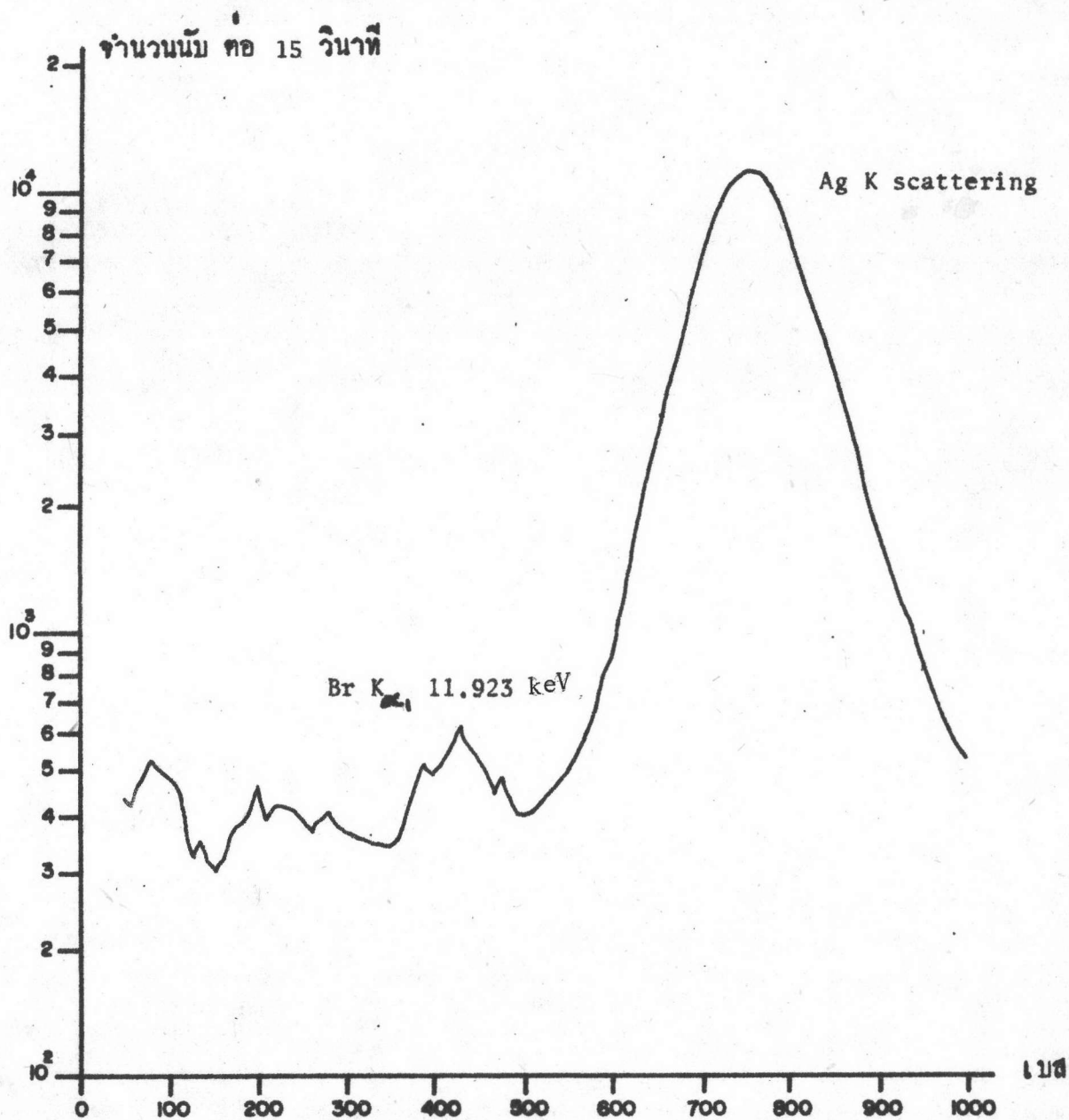
รูปที่ 5.1 สเปกตรัมของโปแตสเซียมโบรไมด์เมื่อใช้หัววัดรังสีซินอน  
ต้นกำเนิดรังสีแคทเมียม-109



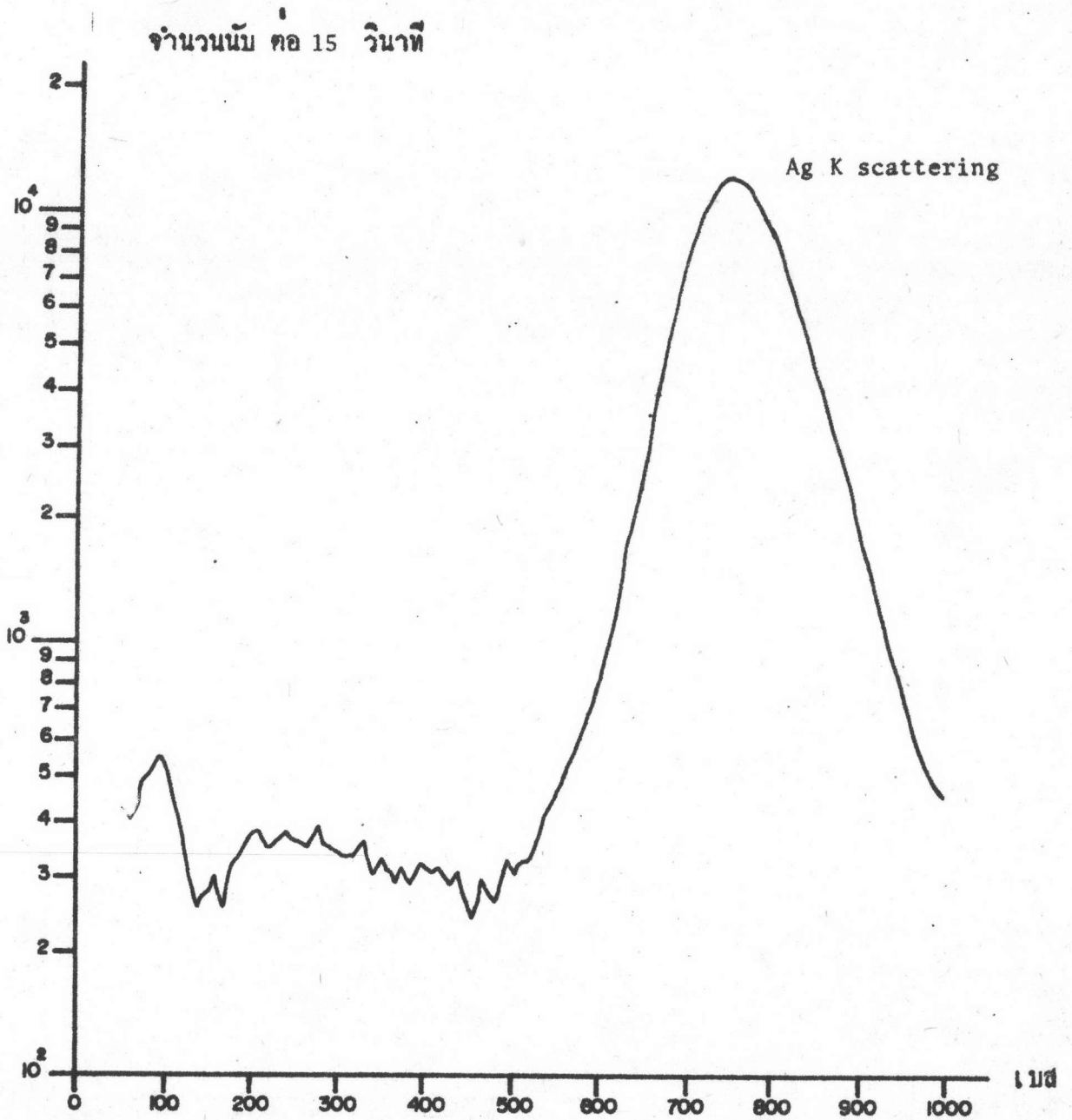
รูปที่ 5.2 สเปกตรัมของโปแตสเซียมโบรไมด์เมื่อใช้หัววัดรังสีอาร์กอน  
ต้นกำเนิดรังสีแคดเมียม-109



รูปที่ 5.3 สเปกตรัมของโปแตสเซียมโบรไมด์เมื่อใช้หัววัดรังสี Si(Li) ที่กำเนิดรังสีแคทอเดียม-109

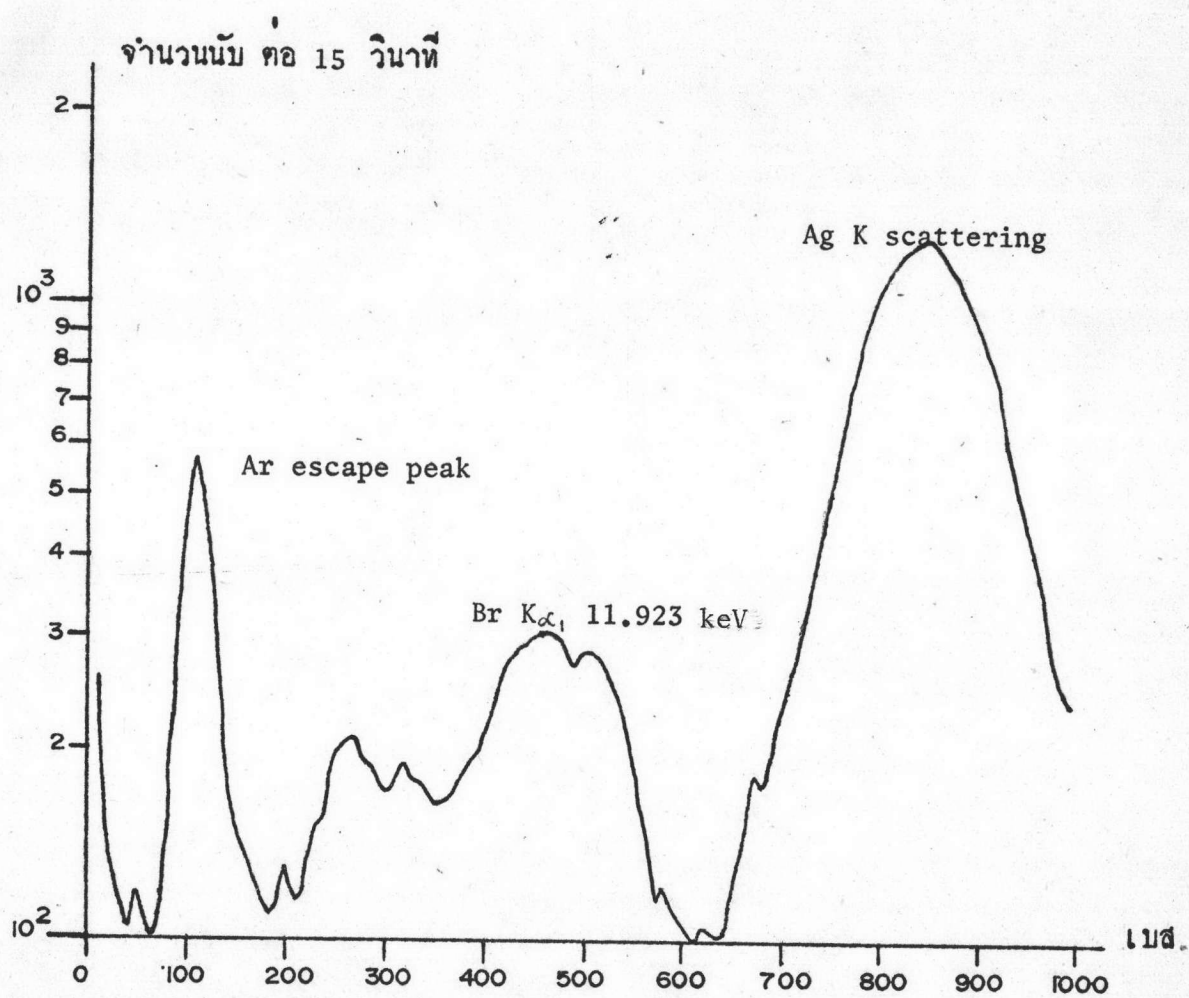


รูปที่ 5.4 สเปกตรัมของสารตัวอย่างเมื่อใช้หัววัดรังสีซินอน  
 ทนกำเนิตรงสีนคคเมียม-109

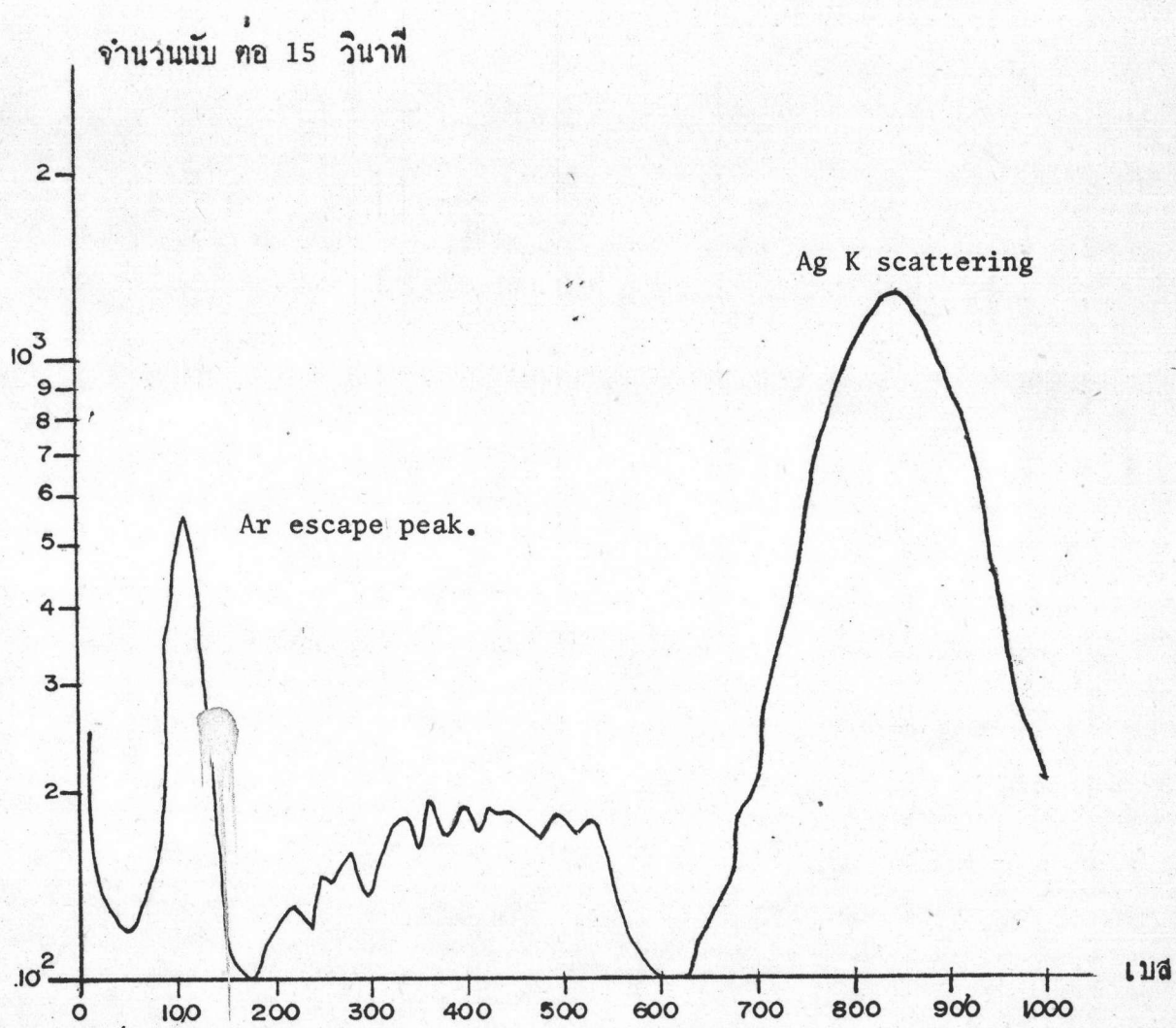


รูปที่ 5.5 สเปกตรัมของแบบกราวน์เมื่อใช้หัววัดรังสีซินอน  
 ทนกว่าเน็กรังสีแคคเมียม-109

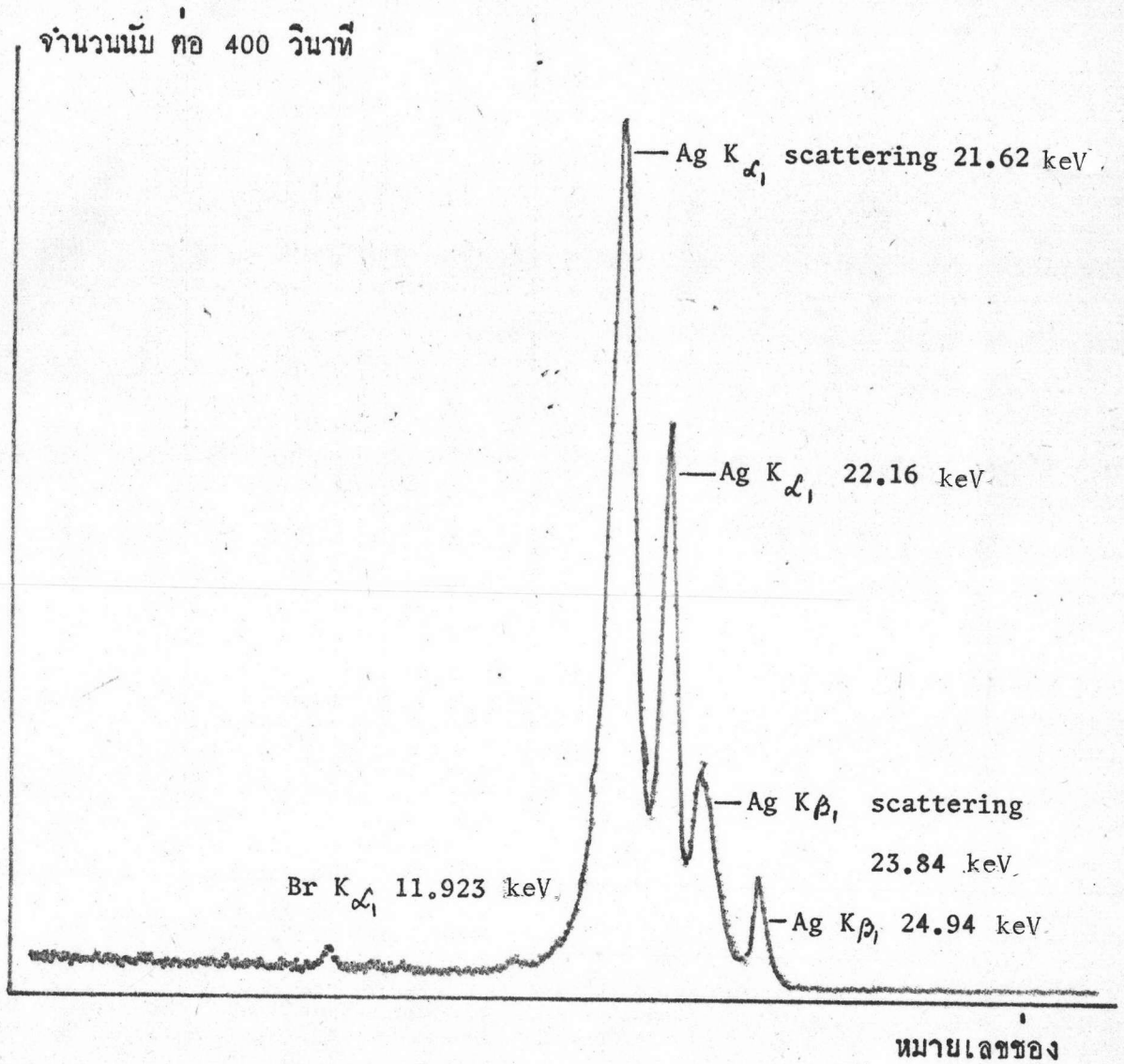




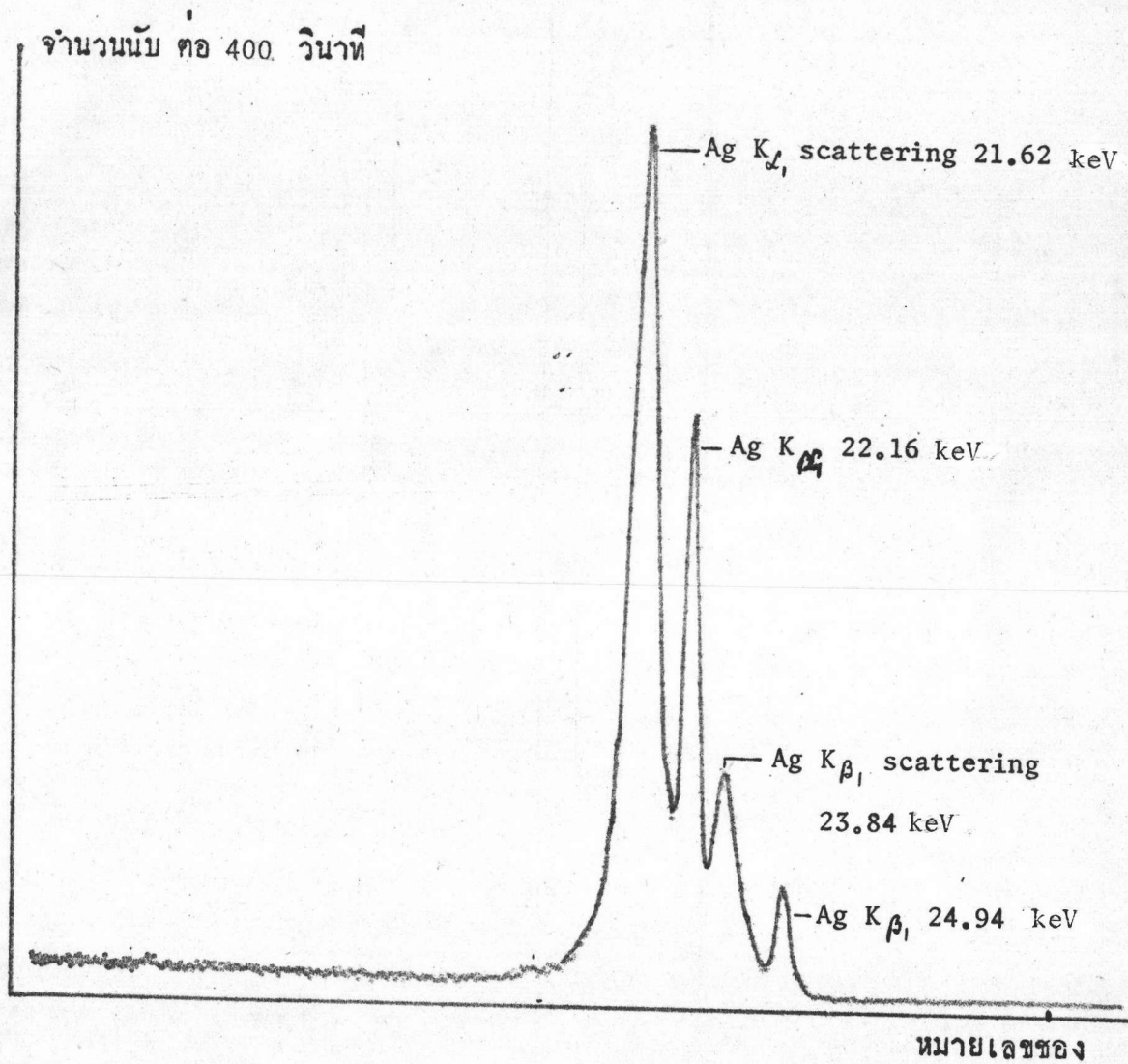
รูปที่ 5.6 สเปกตรัมของสารตัวอย่างเมื่อใช้หัววัดรังสีอาร์กอน  
 ต้นกำเนิดรังสีแคดเมียม-109



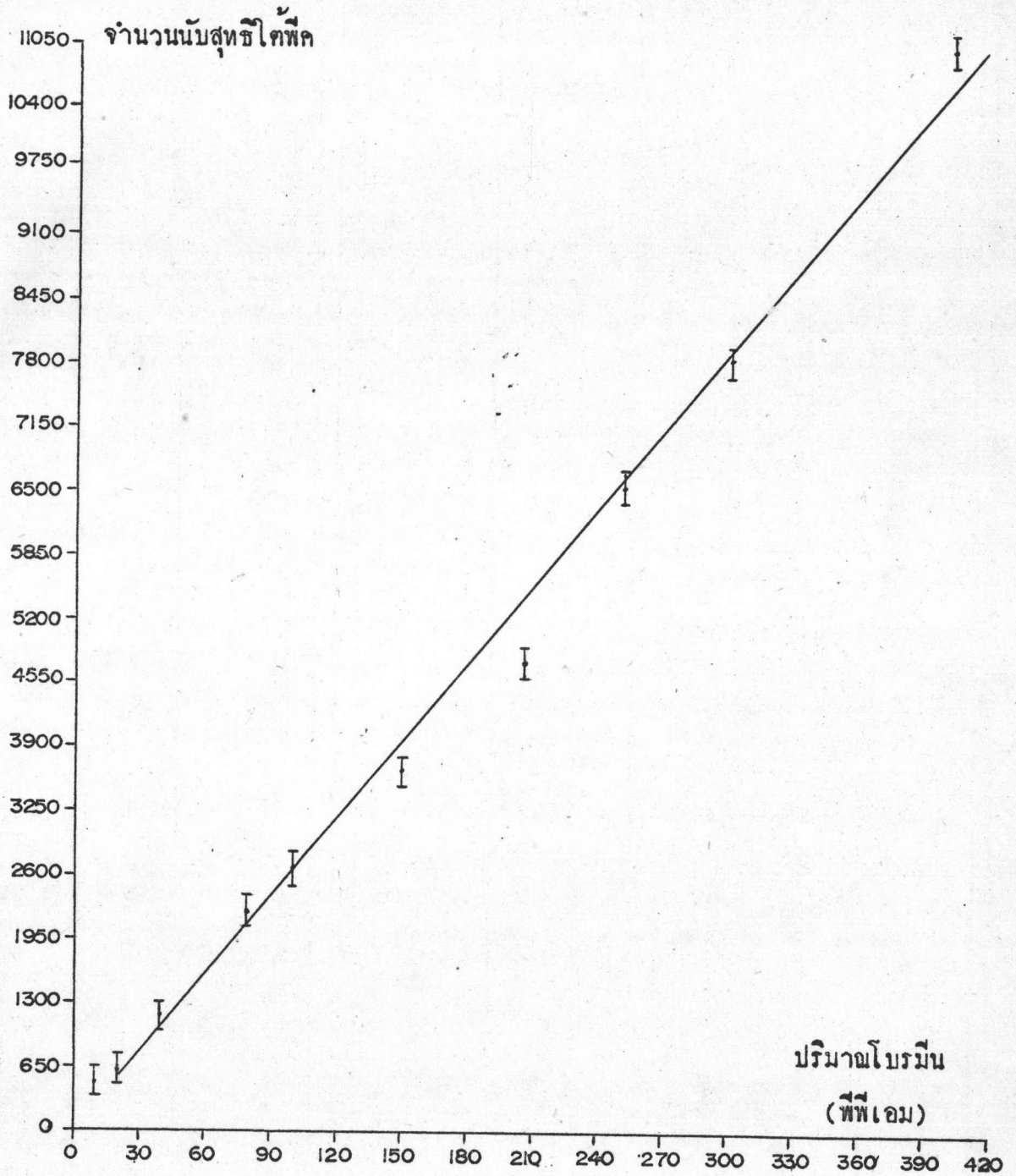
รูปที่ 5.7 สเปกตรัมของแบคกราวด์เมื่อใช้หัววัดรังสีอาร์กอน  
 ต้นกำเนิดรังสีแคดเมียม-109



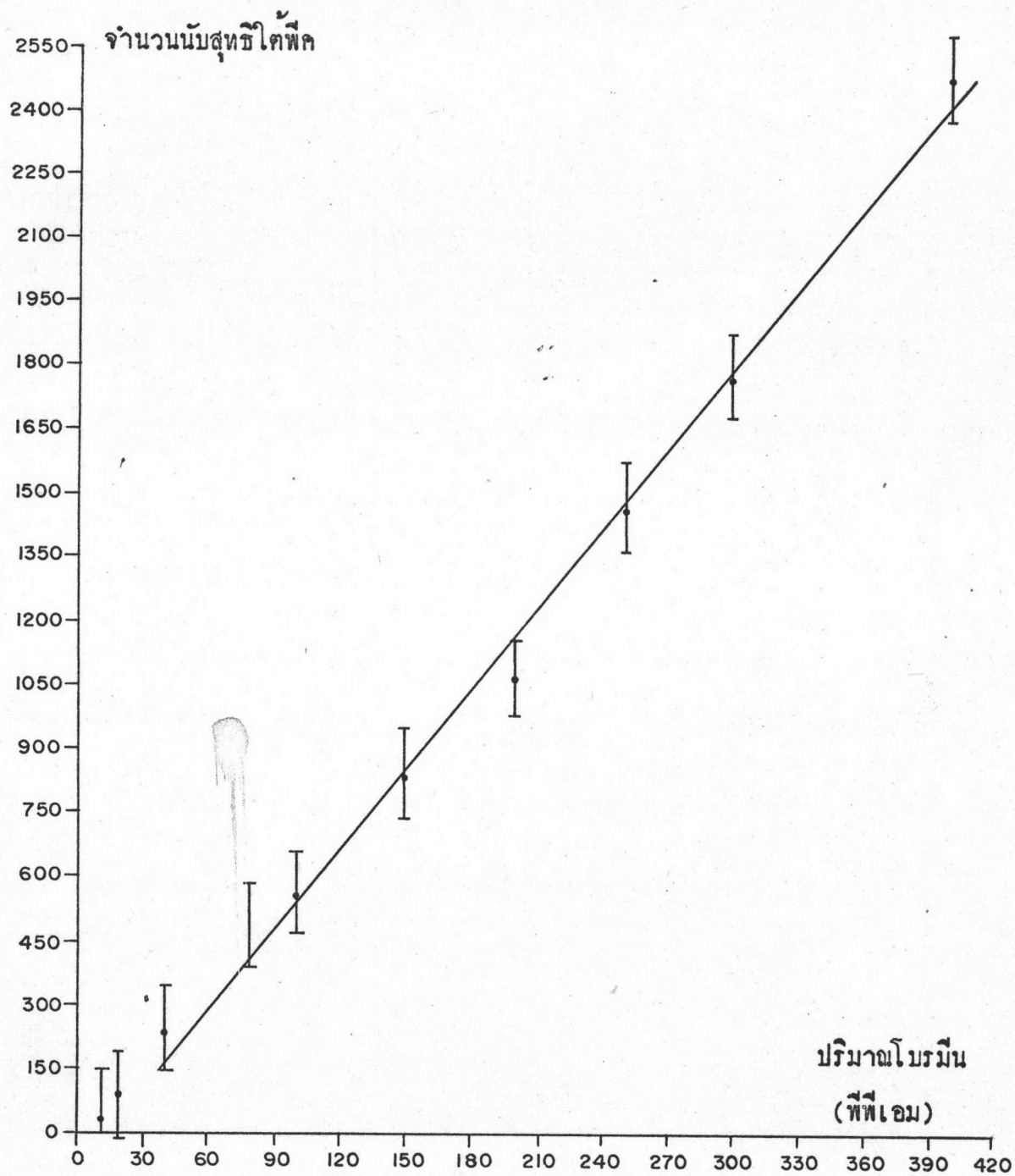
รูปที่ 5.8 สเปกตรัมของสารตัวอย่างเมื่อใช้หัววัดรังสี Si(Li)  
ต้นกำเนิดรังสีแคคเมียม-109



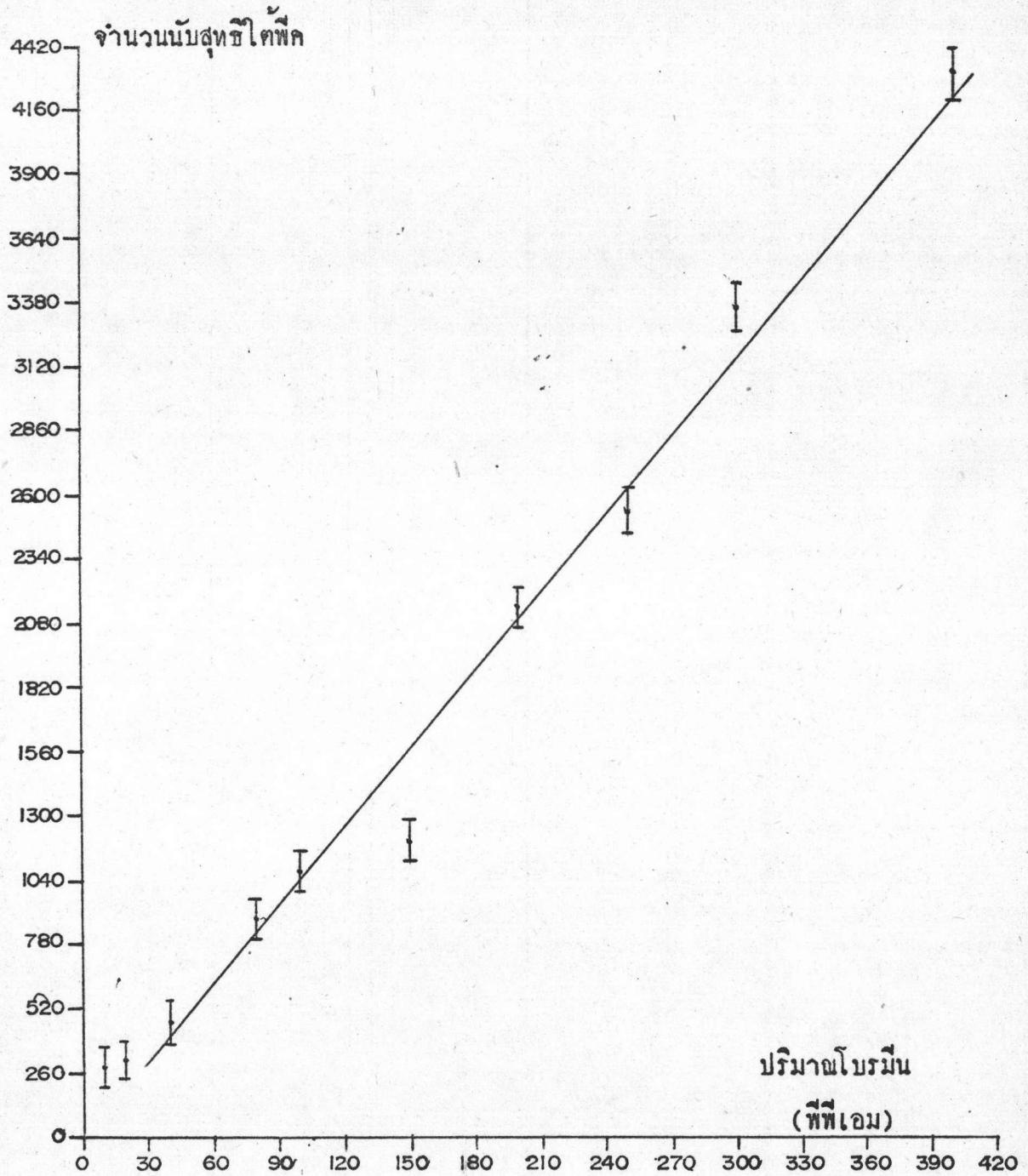
รูปที่ 5.9 สเปกตรัมของแมคกรานเมื่อใช้หัววัดรังสี Si(Li)  
ต้นกำเนิดรังสีแคดเมียม-109



รูปที่ 5.10 กราฟมาตรฐานปริมาณ สำหรับหัววัดรังสีซีซียม



รูปที่ 5.11 กราฟมาตรฐานปริมาณสำหรับหัววัดรังสีอาร์กอน



ที่ 5.12 กราฟมาตรฐานปริมาณ สำหรับหัววัดรังสี Si(Li)