หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการทดลอง

5.1 ได้ทำการทดลองเพื่อจัดหาตำแหน่งสารตัวอย่าง, ต้นกำเนิดรังสีและหัววัดรังสีที่เหมาะสม โดยกำหนดให้ระยะระหว่างสารตัวอย่างและหัววัดรังสีที่แล้ววัดอัตราการแผ่รังสีเอกซ์เรือง โดยการแปรระยะระหว่างต้นกำเนิดกับสารตัวอย่าง สำหรับต้นกำเนิดรังสีอเมริเซียม-241 และธูเลียม-170 เนื่องจากมีความแรงสูง จึงกำหนดระยะห่างดังกล่าว 3 ซม. ส่วนต้นกำเนิดรังสีพลูโตเนียม-238 และโปรมีเธียม-147/อลูมิเนียมมีความแรงต่ำจึงกำหนดระยะห่าง 1 ซม. ซึ่งอยู่ในขอบเขตของหัววัดที่จะสามารถนับได้ ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงลักษณะการจัดวางสารต้นกำเนิดและหัววัดที่เหมาะสม

ก. ต้นกำเนิดอเมริเซียม-241
กระตุนธาตุไนโอเบียม

X (cm)	P (C/100sec)	B (C/100sec)
0.2	34358	15388
0.3	32164	11631
0.4	30145	11793
0.5	24333	11984
0.6	21972	12100

ข. ต้นกำเนิดธูเลียม-170
กระตุนธาตุดีบุก

X (cm)	P (C/100sec)	B (C/100sec)
0.2	30463	16167
0.3	28007	15304
0.4	27312	12428
0.5	25422	12462
0.6	21468	13522

ค. ต้นกำเนิดโปรมีเธียม-147 /อลูมิเนียม
กระตุนธาตุดีบุก

X (cm)	P (C/100sec)	B (C/100sec)
0.2	19531	5874
0.3	17426	5970
0.4	16534	5442
0.5	14233	5427
0.6	12158	5574

ง. ต้นกำเนิดพลูโตเนียม-238
กระตุนธาตุซอเรียม

X (cm)	P (C/100sec)	B (C/100sec)
0.2	7412	2202
0.3	7423	2233
0.4	7284	2017
0.5	6421	2218
0.6	6533	2184

กำหนดให้ X = ระยะจากต้นกำเนิดรังสีถึงสารตัวอย่าง (cm)

P = ความสูงของพีค (Counts/100 sec)

B = ระดับฐานพีค (Counts/100 sec)

5.2 ได้ทำการทดลองเพื่อหาธาตุในแร่โมนาไซท์ที่สามารถวิเคราะห์ได้โดยต้นกำเนิดรังสีต่างๆ ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเมื่อใช้ต้นกำเนิดรังสีชนิดต่างๆ

ต้นกำเนิดรังสี	ธาตุที่สามารถวิเคราะห์ได้ในแร่โมนาไซท์											
	Y	Nb	Sn	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy	Ta	Th
อเมริเซียม-241	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
โปรมีเธียม-147/ อลูมิเนียม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
พลูโตเนียม-238	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	✓
ธูเลียม-170	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ธาตุไนโอเบียมซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้โดยต้นกำเนิดพลูโตเนียม-238 และโปรมีเธียม-147 /อลูมิเนียม แต่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้โดยต้นกำเนิดอเมริเซียม-241 และธูเลียม- 170 เนื่องจากสาเหตุสองประการ คือ สเปคตรัมของไนโอเบียมถูกทับซ้อน (Interference) โดยสเปคตรัมของธอเรียม ซึ่งมีปริมาณสูงกว่า และอีกประการหนึ่งคือต้นกำเนิดอเมริเซียม-241 และ ธูเลียม-170 ให้พลังงานสูง ความสามารถในการกระตุ้นธาตุไนโอเบียมจึงต่ำกว่าต้นกำเนิดทั้งสองดังกลาว

ธาตุยูเรเนียมไม่สามารถวิเคราะห์ด้วยต้นกำเนิดรังสีทั้ง 4 ชนิดได้ในแร่โมนาไซท์ เนื่องจากปริมาณยูเรเนียมเมื่อเปรียบเทียบกับธอเรียม จึงถูกสเปคตรัมของธอเรียมทับซ้อนจนหมด

5.3 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณของธาตุต่างๆ ในแร่โมนาไซท์ 16 ตัวอย่าง จากเหมืองเจ้าฟ้าได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.3

Sample	ThO_2	Y_2O_5	SnO_2	La_2O_3	Ce_2O_3
C - 3	3.90 ± 0.24	1.30 ± 0.16	1.02 ± 0.04	15.32 ± 0.66	27.20 ± 0.48
C - 4	5.15 ± 0.32	1.45 ± 0.08	0.49 ± 0.03	15.30 ± 0.38	27.80 ± 0.71
C - 5	3.90 ± 0.16	1.28 ± 0.11	0.31 ± 0.05	14.10 ± 0.72	27.51 ± 0.23
C - 6	5.60 ± 0.17	1.48 ± 0.17	0.16 ± 0.01	16.40 ± 0.35	31.22 ± 0.37
C - 7	3.75 ± 0.09	1.34 ± 0.20	0.92 ± 0.03	12.55 ± 0.16	23,50 ± 0.19
C - 8	4.45 ± 0.22	1.36 ± 0.09	1.06 ± 0.02	12.92 ± 0.27	25.17 ± 0.40
C - 12	4.75 ± 0.07	1.48 ± 0.03	0.38 ± 0.04	14.89 ± 0.25	29.83 ± 0.07
C - 13	5.12 ± 0.14	1.52 ± 0.23	0.32 ± 0.06	15.60 ± 0.82	31.23 ± 0.33
C - 14	5.08 ± 0.15	1.57 ± 0.16	0.83 ± 0.07	15.69 ± 0.44	29.73 ± 0.61
C - 15	4.40 ± 0.08	1.46 ± 0.17	0.39 ± 0.04	12.65 ± 0.71	25.18 ± 0.81
C - 16	4.45 ± 0.25	1.48 ± 0.31	0.12 ± 0.03	14.65 ± 0.19	26.33 ± 0.27
C - 17	4.67 ± 0.34	1.43 ± 0.14	0.21 ± 0.03	16.33 ± 0.84	31.00 ± 0.95
C - 18	5.23 ± 0.11	1.60 ± 0.09	0.37 ± 0.02	16.42 ± 0.53	31.00 ± 0.50
C - 20	4.81 ± 0.26	1.53 ± 0.05	1.08 ± 0.05	15.41 ± 0.57	28.01 ± 0.38
C - 23	5.00 ± 0.17	1.52 ± 0.14	0.26 ± 0.07	16.08 ± 0.47	31.53 ± 0.26
C - 24	4.66 ± 0.03	1.52 ± 0.11	0.28 ± 0.04	12.98 ± 0.78	30.08 ± 0.66

ตารางที่ 5.3.1 ปริมาณร้อยละของสารประกอบออกไซด์ในแร่โมนาไซท์โดยใช้ต้นกำเนิดอเมริเซียม-241

Sample	Nd_2O_3	Gd_2O_3	Dy_2O_3	Pr_2O_3
C - 3	5.94 ± 0.44	1.29 ± 0.32	0.38 ± 0.03	4.13 ± 0.27
C - 4	6.57 ± 0.37	1.34 ± 0.17	0.36 ± 0.08	4.41 ± 0.51
C - 5	5.83 ± 0.10	1.16 ± 0.06	0.33 ± 0.01	3.94 ± 0.13
C - 6	6.32 ± 0.15	1.40 ± 0.17	0.35 ± 0.03	4.20 ± 0.18
C - 7	5.64 ± 0.41	1.19 ± 0.38	0.36 ± 0.05	3.96 ± 0.55
C - 8	6.07 ± 0.04	1.32 ± 0.12	0.37 ± 0.01	4.05 ± 0.36
C - 12	5.37 ± 0.16	1.28 ± 0.20	0.38 ± 0.04	4.13 ± 0.08
C - 13	5.52 ± 0.22	1.32 ± 0.11	0.35 ± 0.07	4.14 ± 0.52
C - 14	5.10 ± 0.21	1.25 ± 0.08	0.33 ± 0.06	4.09 ± 0.19
C - 15	5.42 ± 0.09	1.14 ± 0.01	0.34 ± 0.03	3.96 ± 0.12
C - 16	5.70 ± 0.17	1.23 ± 0.26	0.35 ± 0.01	4.07 ± 0.04
C - 17	6.08 ± 0.32	1.26 ± 0.13	0.33 ± 0.02	4.55 ± 0.46
C - 18	6.14 ± 0.18	1.47 ± 0.18	0.29 ± 0.03	4.20 ± 0.29
C - 20	5.81 ± 0.07	1.36 ± 0.04	0.31 ± 0.01	4.00 ± 0.17
C - 23	6.39 ± 0.15	1.41 ± 0.07	0.36 ± 0.03	4.48 ± 0.33
C - 24	6.07 ± 0.31	1.35 ± 0.20	0.34 ± 0.02	4.05 ± 0.18

ตารางที่ 5.3.1 ปริมาณร้อยละของสารประกอบออกไซด์ในแร่โมนาไซท์ โดยใช้นกำเนิด อเมริเซียม-241

Sample	TaO_2	ThO_2	Y_2O_5	SnO_2	La_2O_3	Ce_2O_3
C - 3	1.46 ± 0.14	3.56 ± 0.36	1.28 ± 0.18	1.22 ± 0.11	15.22 ± 0.34	27.53 ± 0.58
C - 4	1.25 ± 0.06	5.03 ± 0.45	1.47 ± 0.07	0.48 ± 0.05	15.95 ± 0.62	28.30 ± 0.83
C - 5	0.95 ± 0.09	4.01 ± 0.17	1.24 ± 0.12	0.26 ± 0.02	14.12 ± 0.15	27.36 ± 0.16
C - 6	1.07 ± 0.03	5.20 ± 0.02	1.43 ± 0.15	0.18 ± 0.04	16.65 ± 0.47	31.11 ± 0.64
C - 7	0.97 ± 0.07	3.69 ± 0.18	1.41 ± 0.03	1.07 ± 0.06	12.50 ± 0.19	23.80 ± 0.29
C - 8	0.08 ± 0.04	4.35 ± 0.32	1.34 ± 0.04	1.13 ± 0.03	13.00 ± 0.05	25.90 ± 0.74
C - 12	1.73 ± 0.12	4.44 ± 0.09	1.52 ± 0.17	0.39 ± 0.03	15.09 ± 0.73	29.20 ± 0.31
C - 13	1.27 ± 0.08	4.36 ± 0.04	1.55 ± 0.20	0.32 ± 0.10	15.80 ± 0.26	31.30 ± 0.58
C - 14	1.62 ± 0.05	5.15 ± 0.06	1.53 ± 0.16	0.80 ± 0.07	15.72 ± 0.41	29.27 ± 0.72
C - 15	0.42 ± 0.09	4.49 ± 0.13	1.42 ± 0.14	0.33 ± 0.04	12.46 ± 0.14	24.96 ± 0.75
C - 16	0.35 ± 0.03	4.27 ± 0.14	1.54 ± 0.05	0.14 ± 0.02	14.62 ± 0.35	26.00 ± 0.46
C 1 17	1.30 ± 0.10	4.64 ± 0.31	1.48 ± 0.18	0.23 ± 0.05	16.27 ± 0.32	31.12 ± 0.31
C - 18	1.28 ± 0.07	5.20 ± 0.35	1.60 ± 0.07	0.80 ± 0.01	16.50 ± 0.33	31.20 ± 0.57
C - 20	1.53 ± 0.03	4.77 ± 0.13	1.53 ± 0.19	1.10 ± 0.04	15.44 ± 0.18	27.88 ± 0.38
C - 23	1.00 ± 0.02	5.14 ± 0.28	1.50 ± 0.21	0.25 ± 0.01	16.03 ± 0.44	31.34 ± 0.46
C - 24	1.59 ± 0.04	4.77 ± 0.07	1.51 ± 0.14	0.30 ± 0.06	14.10 ± 0.72	30.02 ± 0.62

ตารางที่ 5.3.2 ปริมาณรอยละของสารประกอบออกไซด์ในแร่โมนาไซท์โดยใช้นิวตรอนกำเนิดโปรตีเซียม-147

Sample	Nd_2O3	Gd_2O_3	Dy_2O_3	Pr_2O_3	Nb_2O_5	Sm_2O_3
C - 3	6.02 ± 0.26	1.30 ± 0.12	0.36 ± 0.02	4.21 ± 0.23	1.13 ± 0.03	0.88 ± 0.02
C - 4	6.53 ± 0.12	1.40 ± 0.06	0.35 ± 0.04	4.38 ± 0.39	0.76 ± 0.08	0.91 ± 0.04
C - 5	5.84 ± 0.21	1.21 ± 0.03	0.33 ± 0.03	4.00 ± 0.17	1.57 ± 0.10	0.82 ± 0.13
C - 6	6.40 ± 0.09	1.43 ± 0.11	0.35 ± 0.03	4.17 ± 0.02	0.52 ± 0.05	0.90 ± 0.03
C - 7	5.77 ± 0.14	1.21 ± 0.04	0.34 ± 0.04	4.01 ± 0.21	2.84 ± 0.17	0.80 ± 0.06
C - 8	6.02 ± 0.17	1.35 ± 0.01	0.38 ± 0.02	4.12 ± 0.23	1.33 ± 0.15	0.82 ± 0.08
C - 12	5.14 ± 0.18	1.31 ± 0.06	0.38 ± 0.01	4.11 ± 0.14	1.08 ± 0.04	0.80 ± 0.03
C - 13	5.55 ± 0.23	1.36 ± 0.13	0.34 ± 0.05	4.20 ± 0.08	0.75 ± 0.06	0.81 ± 0.07
C - 14	5.08 ± 0.05	1.22 ± 0.02	0.32 ± 0.04	4.03 ± 0.07	1.12 ± 0.04	0.79 ± 0.01
C - 15	5.44 ± 0.12	1.30 ± 0.07	0.34 ± 0.02	3.87 ± 0.30	1.78 ± 0.05	0.76 ± 0.06
C - 16	5.80 ± 0.11	1.25 ± 0.05	0.36 ± 0.01	3.92 ± 0.14	0.52 ± 0.07	0.85 ± 0.04
C - 17	6.10 ± 0.16	1.30 ± 0.05	0.33 ± 0.02	4.52 ± 0.25	1.28 ± 0.07	0.90 ± 0.03
C - 18	6.15 ± 0.30	1.47 ± 0.06	0.30 ± 0.01	4.17 ± 0.08	0.69 ± 0.03	0.91 ± 0.06
C - 20	5.80 ± 0.24	1.35 ± 0.11	0.31 ± 0.03	3.95 ± 0.11	0.92 ± 0.02	0.78 ± 0.05
C - 23	6.41 ± 0.19	1.42 ± 0.16	0.35 ± 0.02	4.44 ± 0.20	0.50 ± 0.04	0.89 ± 0.03
C - 24	6.10 ± 0.08	1.30 ± 0,10	0.34 ± 0.03	4.07 ± 0.14	1.00 ± 0.11	0.77 ± 0.04

ตารางที่ 5.3.2 ปริมาณร้อยละของสารประกอบออกไซด์ในแร่โมนาไซท์โดยใช้ตนกำเนิดโปรมีเธียม-147/อลูมิเนียม

Sample	Y_2O_5	ThO_2	Nb_2O_5	TaO_2
C -3	1.28 ± 0.11	3.48 ± 0.21	1.03 ± 0.02	1.46 ± 0.09
C - 4	1.44 ± 0.08	4.98 ± 0.36	0.72 ± 0.03	1.28 ± 0.04
C - 5	1.24 ± 0.06	3.82 ± 0.20	1.56 ± 0.06	0.91 ± 0.05
C - 6	1.44 ± 0.12	5.12 ± 0.17	0.57 ± 0.05	0.99 ± 0.08
C - 7	1.42 ± 0.03	3.34 ± 0.24	2.74 ± 0.08	0.94 ± 0.08
C - 8	1.37 ± 0.08	4.23 ± 0.22	1.39 ± 0.10	0.62 ± 0.13
C - 12	1.52 ± 0.11	4.55 ± 0.30	1.02 ± 0.04	1.69 ± 0.04
C - 13	1.57 ± 0.09	4.92 ± 0.15	0.72 ± 0.07	1.26 ± 0.07
C - 14	1.58 ± 0.02	5.03 ± 0.27	1.18 ± 0.04	1.58 ± 0.10
C - 15	1.49 ± 0.03	4.25 ± 0.19	1.81 ± 0.12	0.50 ± 0.03
C - 16	1.54 ± 0.12	4.85 ± 0.16	0.55 ± 0.03	0.35 ± 0.06
C - 17	1.46 ± 0.14	4.66 ± 0.03	1.33 ± 0.09	1.27 ± 0.06
C - 18	1.57 ± 0.07	5.23 ± 08	0.62 ± 0.06	1.29 ± 0.11
C - 20	1.50 ± 0.09	4.69 ± 0.25	0.94 ± 0.08	1.55 ± 0.03
C - 23	1.51 ± 0.11	5.22 ± 0.41	0.46 ± 0.05	1.00 ± 0.05
C - 24	1.53 ± 0.03	4.81 ± 0.37	1.02 ± 0.05	1.56 ± 0.12

ตารางที่ 5.3.3 ปริมาณร้อยละของสารประกอบออกไซด์ในแร่โมนาไซท์ โดยใช้นกำเนิดพลูโตเนียม-238

Sample	Y_2O_3	ThO_2	SnO_2	La_2O_3	Ce_2O_3	Nd_2O_3
C - 3	1.31 ± 0.11	3.66 ± 0.21	0.98 ± 0.07	15.21 ± 0.85	27.44 ± 0.66	5.92 ± 0.23
C - 4	1.50 ± 0.05	5.09 ± 0.07	0.48 ± 0.01	16.01 ± 0 42	28.10 ± 0.52	6.86 ± 0.37
C - 5	1.30 ± 0.06	3.95 ± 0.25	0.30 ± 0.05	14.11 ± 0.34	27.85 ± 0.60	5.98 ± 0.54
C - 6	1.43 ± 0.10	5.20 ± 0.14	0.22 ± 0.03	16.20 ± 0.70	31.22 ± 0.48	6.36 ± 0.41
C - 7	1.44 ± 0.10	3.70 ± 0.17	1.00 ± 0.07	12.33 ± 0.33	24.00 ± 0.31	5.89 ± 0.71
C - 8	1.37 ± 0.06	4.47 ± 0.12	1.10 ± 0.03	12.86 ± 0.62	25.41 ± 0.74	6.01 ± 0.08
C - 12	1.51 ± 0.08	4.71 ± 0.27	0.39 ± 0.02	14.82 ± 0.50	29.78 ± 0.12	5.67 ± 0.16
C - 13	1.54 ± 0.06	4.86 ± 0.21	0.52 ± 0.04	15.87 ± 0.31	31.02 ± 0.81	5.69 ± 0.32
C - 14	1.58 ± 0.08	5.15 ± 0.08	0.88 ± 0.11	15.70 ± 0.41	28.95 ± 0.65	5.10 ± 0.24
C - 15	1.48 ± 0.11	4.53 ± 0.06	0.38 ± 0.07	12.28 ± 0.73	24.82 ± 0.17	5.36 ± 0.59
C - 16	1.52 ± 0.05	4.46 ± 0.13	0.14 ± 0.02	14.83 ± 0.20	26.68 ± 0.54	5.85 ± 0.37
C - 17	1.46 ± 0.06	4.65 ± 0.03	0.23 ± 0.02	16.02 ± 0.45	31.02 ± 0.11	6.15 ± 0.44
C - 18	1.62 ± 0.10	5.14 ± 0.37	0.39 ± 0.05	16.35 ± 0.47	31.11 ± 0.35	6.17 ± 0.61
C - 20	1.51 ± 0.04	4.74 ± 0.04	1.02 ± 0.09	15.52 ± 0.41	27.62 ± 0.27	5.72 ± 0.55
C - 23	1.49 ± 0.06	5.09 ± 0.07	0.24 ± 0.07	16.14 ± 0.35	31.22 ± 0.71	6.36 ± 0.60
C - 24	1.52 ± 0.11	4.72 ± 0.12	0.30 ± 0.06	14.06 ± 0.27	29.81 ± 0.61	6.13 ± 0.27

ตารางที่ 5.3.4 ปริมาณร้อยละของสารประกอบออกไซด์ในแร่โมนาไซท์โดยใช้ตนกำเนิดซูเลียม-170

Sample	Gd_2O_3	TaO_2	Pr_2O_3	Dy_2O_3	$Sm2O_3$
C - 3	1.39 ± 0.15	1.47 ± 0.12	4.40 ± 0.22	0.42 ± 0.04	0.82 ± 0.03
C - 4	1.41 ± 0.32	1.24 ± 0.03	4.41 ± 0.31	0.40 ± 0.03	0.88 ± 0.02
C - 5	1.17 ± 0.37	0.98 ± 0.15	3.96 ± 0.35	0.35 ± 0.04	0.81 ± 0.04
C - 6	1.46 ± 0.31	1.02 ± 0.32	4.22 ± 0.16	0.36 ± 0.02	0.90 ± 0.03
C - 7	1.21 ± 0.14	0.94 ± 0.17	3.98 ± 0.06	0.35 ± 0.03	0.76 ± 0.01
C - 8	1.36 ± 0.22	0.72 ± 0.11	4.18 ± 0.17	0.41 ± 0.03	0.83 ± 0.05
C - 12	1.30 ± 0.17	1.63 ± 0.08	4.06 ± 0.14	0.42 ± 0.02	0.81 ± 0.04
C - 13	1.34 ± 0.09	1.34 ± 0.19	4.22 ± 0.24	0.36 ± 0.04	0.82 ± 0.04
C - 14	1.26 ± 0.11	1.63 ± 0.14	3.99 ± 0.23	0.32 ± 0.01	0.78 ± 0.03
C - 15	1.16 ± 0.16	0.47 ± 0.02	3.78 ± 0.14	0.36 ± 0.03	0.74 ± 0.06
C - 16	1.26 ± 0.04	0.35 ± 0.04	4.00 ± 0.08	0.36 ± 0.01	0/85 ± 0.03
C - 17	1.28 ± 0.15	1.32 ± 0.13	4.49 ± 0.27	0.34 ± 0.02	0.88 ± 0.01
C - 18	1.43 ± 0.20	1.30 ± 0.17	4.20 ± 0.34	0.30 ± 0.01	0.90 ± 0.07
C 1 20	1.38 ± 0.09	1.55 ± 0.23	3.99 ± 0.08	0.32 ± 0.01	0.77 ± 0.04
C - 23	1.39 ± 0.17	1.04 ± 0.08	4.50 ± 0.26	0.35 ± 0.03	0.88 ± 0.03
C - 24	1.33 ± 0.16	1.64 ± 0.20	4.05 ± 0.27	0.35 ± 0.03	0.75 ± 0.06

ตารางที่ 5.3.4 ปริมาณร้อยละของสารประกอบออกไซด์ในแร่โมนาไซท์ โดยใช้นิวตรอนกำเนิด ซูเลียม-170