

ผลการทดลอง

5.1 ผลการศึกษาการแยกซีเรียมจากแร้วไเอิร์ทไฮดรอกไซด์ผสม โดยวิธีออกซิเดชันในอากาศ

จากการย่อยแร่โมนาไซต์ 100 กรัม ได้แร้วไเอิร์ทไฮดรอกไซด์ผสม 65.80 กรัม นำไปแยกซีเรียมออกจากแร้วไเอิร์ทไฮดรอกไซด์ผสม ตามวิธีที่บรรยายไว้ในหมวด 4.1.2 โดยทำการตกตะกอนซีเรียมไฮดรอกไซด์ 2 ครั้ง ตะกอนที่ได้อบให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก แล้ววิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ เทียบกับแร้วไเอิร์ทออกไซด์ผสมมาตรฐานที่เตรียมขึ้น สารละลายที่เหลือหลังจากการแยกซีเรียมแล้ว ตกตะกอนแร้วไเอิร์ทออกไซด์ แล้วนำไปวิเคราะห์เชิงคุณภาพแบบเดียวกัน ผลการทดลองได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 5.1 จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าแร้วไเอิร์ทออกไซด์ผสม 42.95 กรัม สามารถแยกได้ซีเรียมออกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์ในช่วง 60-70 % ได้ 18.60 กรัม ได้ตะกอนแร้วไเอิร์ทออกไซด์ที่มีซีเรียมปนอยู่ประมาณ 17 % อยู่ 24.75 กรัม สเปกตรัมของแร้วไเอิร์ทออกไซด์ผสมก่อนแยกซีเรียม ตะกอนซีเรียมออกไซด์ครั้งที่ 1 และตะกอนแร้วไเอิร์ทออกไซด์หลังแยกซีเรียมได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.1, 5.2, 5.3 ตามลำดับ เนื่องจากในการทดลองนี้ ได้ทำการตกตะกอนแร้วไเอิร์ทออกไซด์ผสมใน pH3 จึงพบว่าซีเรียมปนอยู่มาก จากการทดลองของ เซวาน รอดทองคำ¹ พบว่า ซีเรียมไฮดรอกไซด์ ตกในช่วง pH 2.9-3.8 ยูเรเนียมตกในช่วง pH 6.0-6.4 ขณะที่แร้วไเอิร์ทตกในช่วง pH 6-9.5 ดังนั้น ถ้าจะแยกยูเรเนียม และซีเรียมออกจากแร้วไเอิร์ท แต่แรกก็อาจทำได้ โดยการตกตะกอนไฮดรอกไซด์ 2 ครั้ง ครั้งแรกที pH 6.4 เพื่อแยกยูเรเนียมและซีเรียมออกก่อน เมื่อกรองตะกอนไฮดรอกไซด์ของธาตุทั้งสองแล้ว จึงตกตะกอนแร้วไเอิร์ทไฮดรอกไซด์ต่อที่ pH 9.5

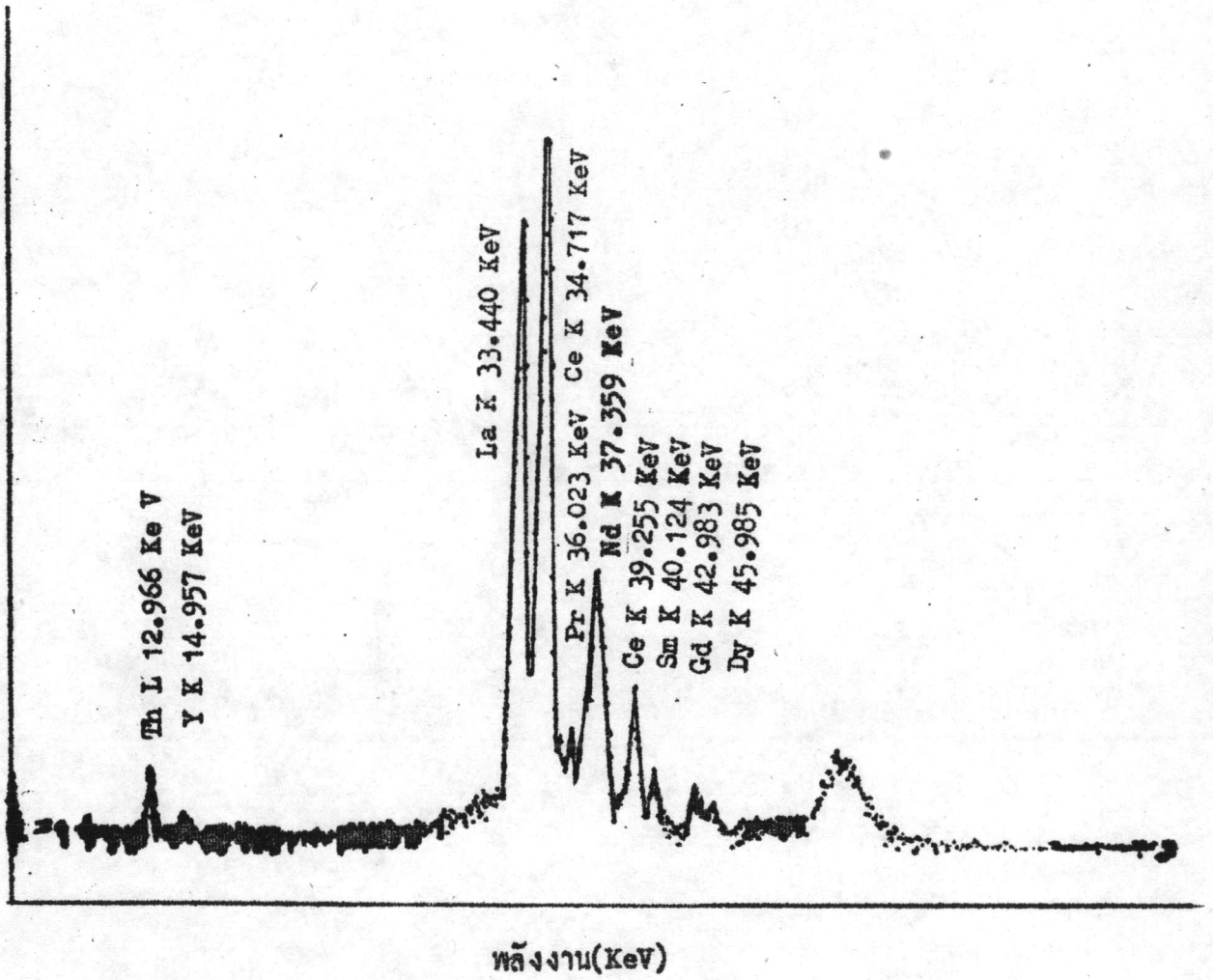
¹ เซวาน รอดทองคำ กองเคมี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
Private Communication

ตารางที่ 5.1

แสดงผลการแยกซีเรียมจากแร่เอิร์ทออกไซด์ผสม ส่วนประกอบของซีเรียมออกไซด์ และแร่เอิร์ท-ออกไซด์ที่ได

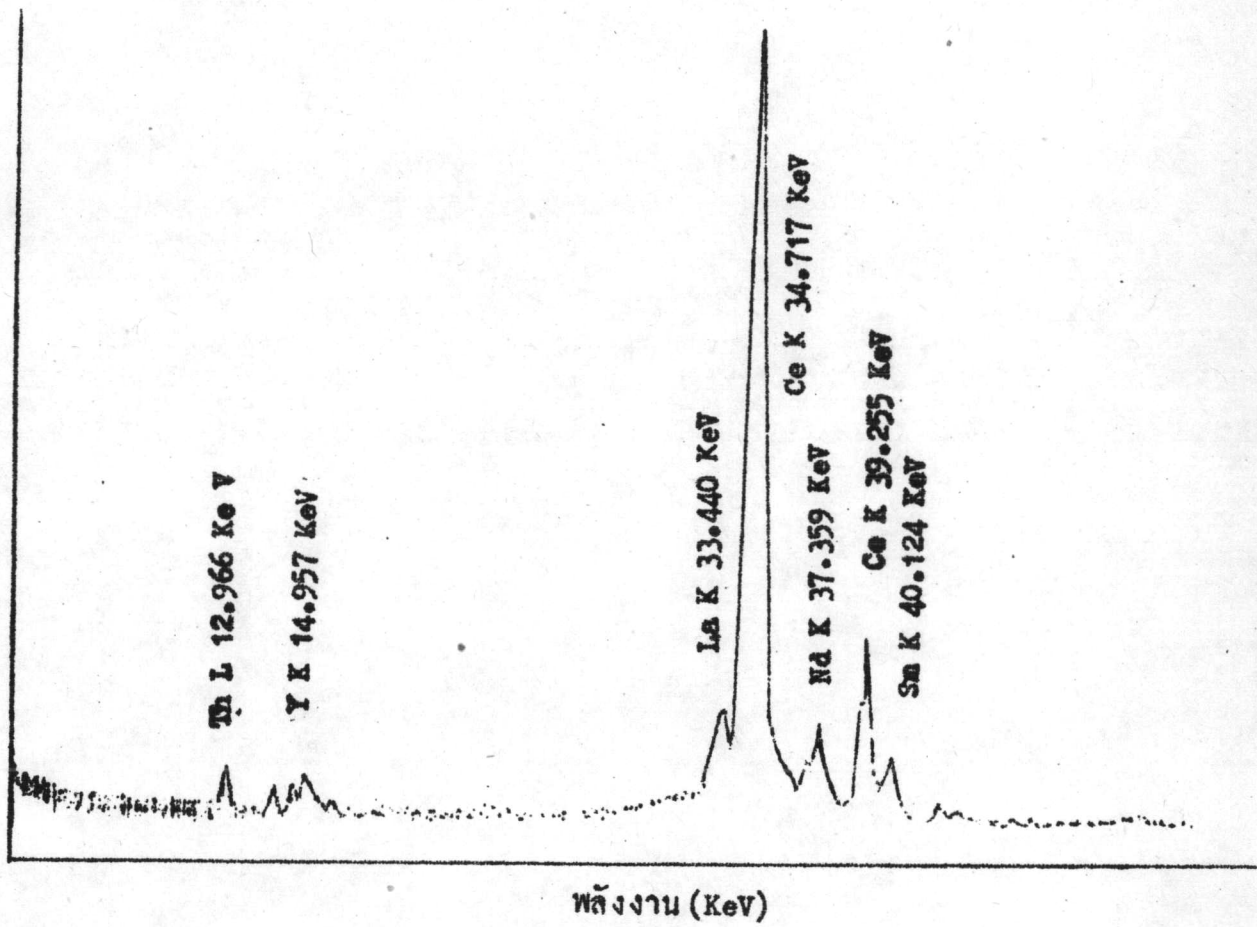
ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)	ส่วนประกอบ											
		CeO ₂		La ₂ O ₃		Nd ₂ O ₃		Y ₂ O ₃		ThO ₂		อื่น ๆ	
		นน. (กรัม)	%	นน. (กรัม)	%	นน. (กรัม)	%	นน. (กรัม)	%	นน. (กรัม)	%	นน. (กรัม)	%
แร่เอิร์ทออกไซด์ผสม ก่อน- แยกซีเรียม	42.95	16.34	38.00	9.15	21.30	7.5	17.46	0.9	2.1	3.16	7.35	6.14	14.30
ตะกอนซีเรียมออกไซด์ครั้งที่ 1	10.53	7.24	68.73	0.26	2.46	0.60	5.73	0.22	2.12	0.74	7.07	1.46	13.89
ตะกอนซีเรียมออกไซด์ครั้งที่ 2	8.07	4.95	61.27	0.41	5.14	0.5	5.2	0.09	1.12	0.79	9.76	1.33	16.51
ตะกอนแร่เอิร์ทหลังแยก- ซีเรียม	24.35	4.15	17.06	8.48	34.82	6.40	25.25	0.59	2.41	1.63	6.70	3.35	13.77
แร่เอิร์ทออกไซด์ผสมมาตรฐาน	10.00	7.00	70.0	1.5	15.0	0.3	3.0	0.2	2.0	0.5	5.0	0.5	5.0

ความเข้ม

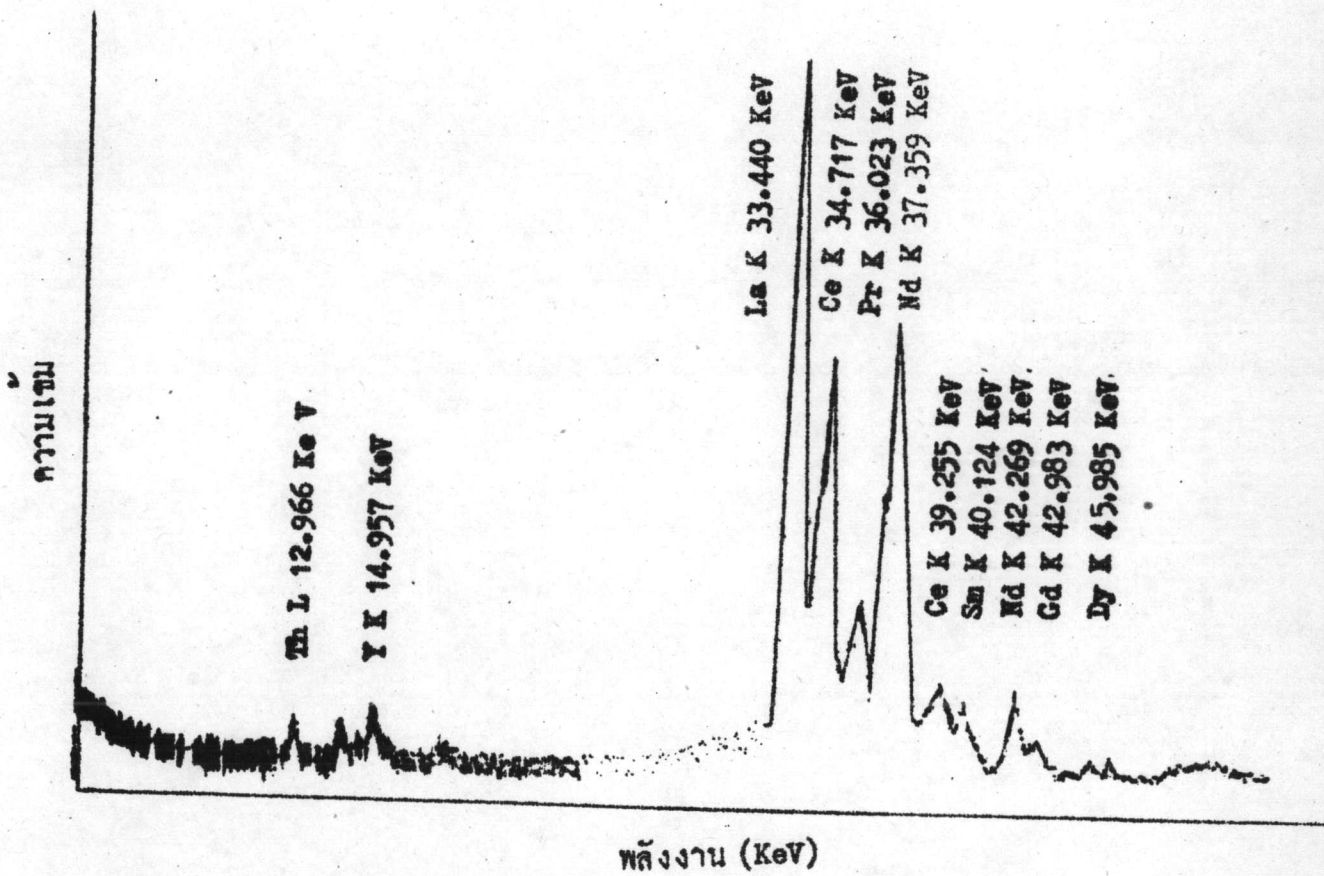


รูปที่ 5.1 สเปกตรัมรังสีเอกซ์ของแร่เอิร์ทรมก่อนการแยกซีเรียม

ความเข้ม



รูปที่ 5.2 สเปกตรัมรังสีเอกซ์ของซีเรียมจากการตกตะกอนครั้งที่ 1



รูปที่ 5.3 สเปกตรัมรังสีเอกซ์ของแร่เอิร์ทหลังจากแยกซีเรียมออกแล้ว 2 ครั้ง

5.2 ผลการศึกษาการแยกแอร์เอิร์ทผสมมาตรฐาน โดยใช้สารละลายชะล้าง EDTA ที่ pH ต่าง ๆ

จากการทดลองแยกแอร์เอิร์ทผสมมาตรฐานที่เตรียมขึ้น พบว่า ถ้าใช้ 0.015 M. EDTA ที่ pH 7.6 และ 7.8 เป็นตัวชะล้างสารประกอบเชิงซ้อน EDTA ของแอร์เอิร์ทกลุ่มเบาตั้งแต่ Nd. ลงไป จะเกิดการตกตะกอนขึ้นในคอลัมน์ ทำให้คอลัมน์ถูกอุดตัน การแยกลำบาก และแถบของแอร์เอิร์ทอออนไม่คมชัด เมื่อเพิ่ม pH ของสารละลายชะล้าง EDTA มาเป็น 8.0 พบว่า เมื่อทำการชะล้างไปนาน ๆ La-EDTA จะตกตะกอนในคอลัมน์

ดังนั้น ในการทดลองแยกแอร์เอิร์ทผสมจริง ๆ จึงใช้ 0.015M. EDTA pH 8.2 ในตอนแรก และเพิ่มเป็น 8.6 ต่อมาเมื่อ Sm ออกจากคอลัมน์หมดแล้ว เพื่อเร่งให้แอร์เอิร์ทกลุ่มเบาออกจากคอลัมน์เร็วขึ้น

5.3 ผลการทดลองแยกแอร์เอิร์ทผสมจากโมนาไซท์ ขนาด 1,5 และ 50 กรัม

ผลการแยกแอร์เอิร์ทผสมจากโมนาไซท์ โดยไม่ได้ออกซิเตรียมออกก่อน และใช้ 0.015M. EDTA ที่ pH 8.2 และ 8.6 เป็นตัวชะล้างมีดังนี้

5.3.1 ผลการแยกแร่เอิร์ทผสมขนาด 1 กรัม

ปริมาณน้ำหนัก และร้อยละของแร่เอิร์ทออกไซด์ ในส่วนต่าง ๆ (fraction) ที่ออกจากคอลัมน์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2 ส่วนกราฟการชะล้าง แสดงไว้ในรูปที่ 5.4

ตารางที่ 5.2 แสดงปริมาณน้ำหนักและร้อยละของแร่เอิร์ทออกไซด์ ในส่วนต่าง ๆ ที่ออกจากคอลัมน์ จากการแยกแร่เอิร์ทผสม 1 กรัม

frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume) (ซม. ³)	ส่วนประกอบ (มิลลิกรัม)							
		Y ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁	CeO ₂	La ₂ O ₃
1	10	15.0	-						
2	20	12.0	-	-					
3	30	11.0	9.94	-	-				
4	40	4.8	14.46	6.00	-				
5	50	-	-	14.25	0.5				
6	60	-	-	2.40	12.25	-			
7	70			-	12.85	-			
8	80			-	8.30	3.65			
9	90				-	15.95			
10	105				-	22.65			
11	130					38.45			
12	155					32.45			

frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume) (ซม. ³)	ส่วนประกอบ (มิลลิกรัม)							
		Y ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Gd ₃ O ₃	Sm ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁	CeO ₂	La ₂ O ₃
13	180					33.00			
14	205					26.05			
15	230					22.10			
16	255					19.65	-		
17	265					6.60	-		
18	275					4.70	2.00		
19	285					1.80	5.00		
20	295					-	5.25		
21	305					-	5.00		
22	330						11.53		
23	355						9.80		
24	380						9.35		
25	405						7.00	-	
26	430						6.15	-	
27	455						-	2.4	

frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume (ซม. ³))	ส่วนประกอบ (มิลลิกรัม)								
		Y ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁	CeO ₂	La ₂ O ₃	Total
28	480						-	10.5		
29	505							25.7		
30	530							45.7		
31	555							63.2	-	
32	580							73.5	-	
33	605							105.3	3.4	
34	630							50.3	55.9	
35	655							16.4	99.8	
36	680							-	10.1	
น้ำหนักรวม (มิลลิกรัม)		42.80	24.40	22.65	33.90	227.05	61.08	393.00	169.2	974.08
ปริมาณร้อยละ (%)		4.90	2.50	2.33	3.48	23.31	6.27	40.35	17.37	100

รูปที่ 5.4

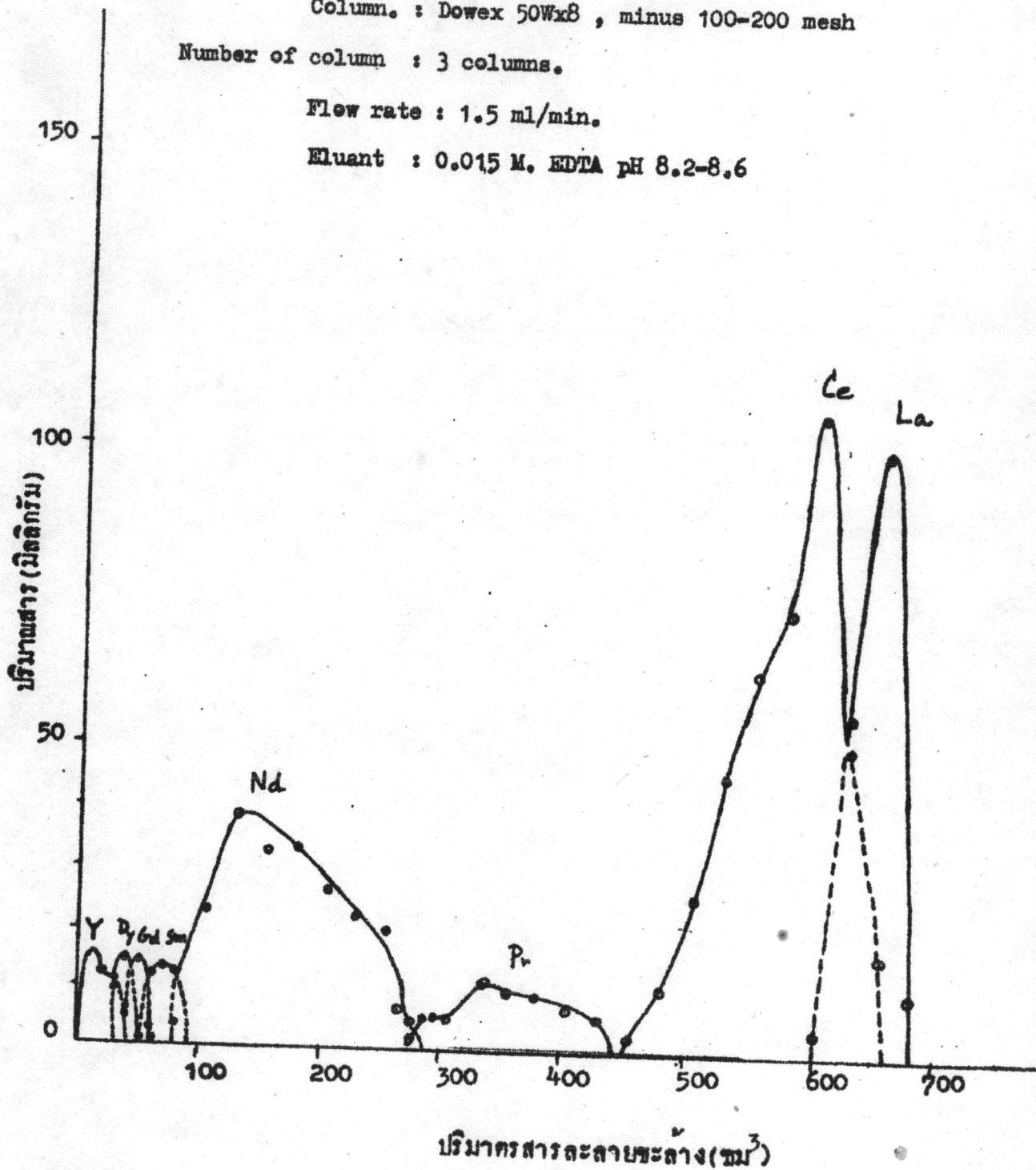
แสดงกราฟการชะล้างของแร่เซิร์ทขนาด 1 กรัม

Column. : Dowex 50Wx8 , minus 100-200 mesh

Number of column : 3 columns.

Flow rate : 1.5 ml/min.

Eluant : 0.015 M. EDTA pH 8.2-8.6



5.3.2 ผลการแยกแร่เอิร์ทผสมขนาด 5 กรัม

ในการทดลองครั้งนี้ มีการสูญเสีย Th และบางส่วนของ Y และ Dy ไป เนื่องจากคอลลอยด์ 2 เข้มกับคอลลอยด์ 3 ซ้ำ ทำให้ Th และบางส่วนของ Y และ Dy ออกจากคอลลอยด์ 2 ไปพร้อมกับ Cu^{2+} recovery yield จึงมีประมาณ 90 % ผลการแยกแร่เอิร์ทผสมขนาด 5 กรัม ได้แสดงในตารางที่ 5.3 ส่วนกราฟการชะล้างเป็นไปดังรูปที่ 5.5

ตารางที่ 5.3 แสดงปริมาณน้ำหนัก และร้อยละของแร่เอิร์ทออกไซด์ ในส่วนต่าง ๆ ที่ออกจากคอลัมน์ จากการแยก-
แร่เอิร์ทผสม 5 กรัม

frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume)(ซม. ³)	ส่วนประกอบ (มิลลิกรัม)							
		Y ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁	CeO ₂	La ₂ O ₃
1	10	12.90							
2	20	18.70	-						
3	30	23.00	-						
4	40	21.05	5.20						
5	50	19.60	12.20						
6	60	18.40	20.10	-					
7	70	12.70	20.40	-					
8	80	5.80	10.25	6.45					
9	90	1.60	-	4.25					
10	115	-	-	24.35					
11	130	-		31.75	-				
12	145			24.20	-				

frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume) (cm ³)	ส่วนประกอบ (มิลลิกรัม)							
		Y ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁	CeO ₂	La ₂ O ₃
13	160			10.00	12.70				
14	175			4.40	22.10				
15	190			-	23.30				
16	205			-	23.70				
17	220				22.65				
18	235				19.70	-			
19	250				20.95	-			
20	265				15.60	4.20			
21	280				7.50	21.00			
22	295				-	24.85			
23	333				-	82.50			
24	408				-	165.00			
25	483					164.00			
26	558					155.50			
27	633					149.80			

frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume) (ซม. ³)	ส่วนประกอบ (มิลลิกรัม)							
		Y ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁	CeO ₂	La ₂ O ₃
28	708					140.35	-		
29	783					117.10	-		
30	821					23.90	20.50		
31	858					-	53.85		
32	892					-	38.65		
33	927						39.10		
34	961						39.35		
35	995						36.40	-	
36	1030						28.10	-	
37	1065						9.15	9.05	
38	1140						-	40.42	
39	1215						-	46.33	
40	1290							55.19	
41	1365							57.03	

frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume) (ซม. ³)	ส่วนประกอบ (มิลลิกรัม)							
		Y ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Nd ₂ O ₁₁	Pr ₆ O ₁₁	CeO ₂	La ₂ O ₃
42	1440							57.05	
43	1515							64.95	
44	1590							69.11	
45	1665							73.67	
46	1740							77.55	
47	1815							85.55	
48	1890							130.35	
49	1965							224.85	
50	2040							247.45	
51	2115							247.55	
52	2190							247.15	-
53	2225							118.20	-
54	2260							98.49	24.60
55	2295							18.30	108.90
56	2328							1.50	133.90

frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume) (มม. ³)	ส่วนประกอบ (มิลลิกรัม)								
		Y ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁	CeO ₂	La ₂ O ₃	Total
57	2403							-	233.12	
58	2478							-	233.00	
59	2553								143.60	
60	2588								10.50	
น้ำหนักรวม (มิลลิกรัม)		133.75	68.15	105.40	168.20	1048.20	265.10	1969.65	867.27	4625.72
ปริมาณร้อยละ (%)		2.89	1.47	2.28	3.64	22.66	5.73	42.58	18.75	100

รูปที่ 5.5

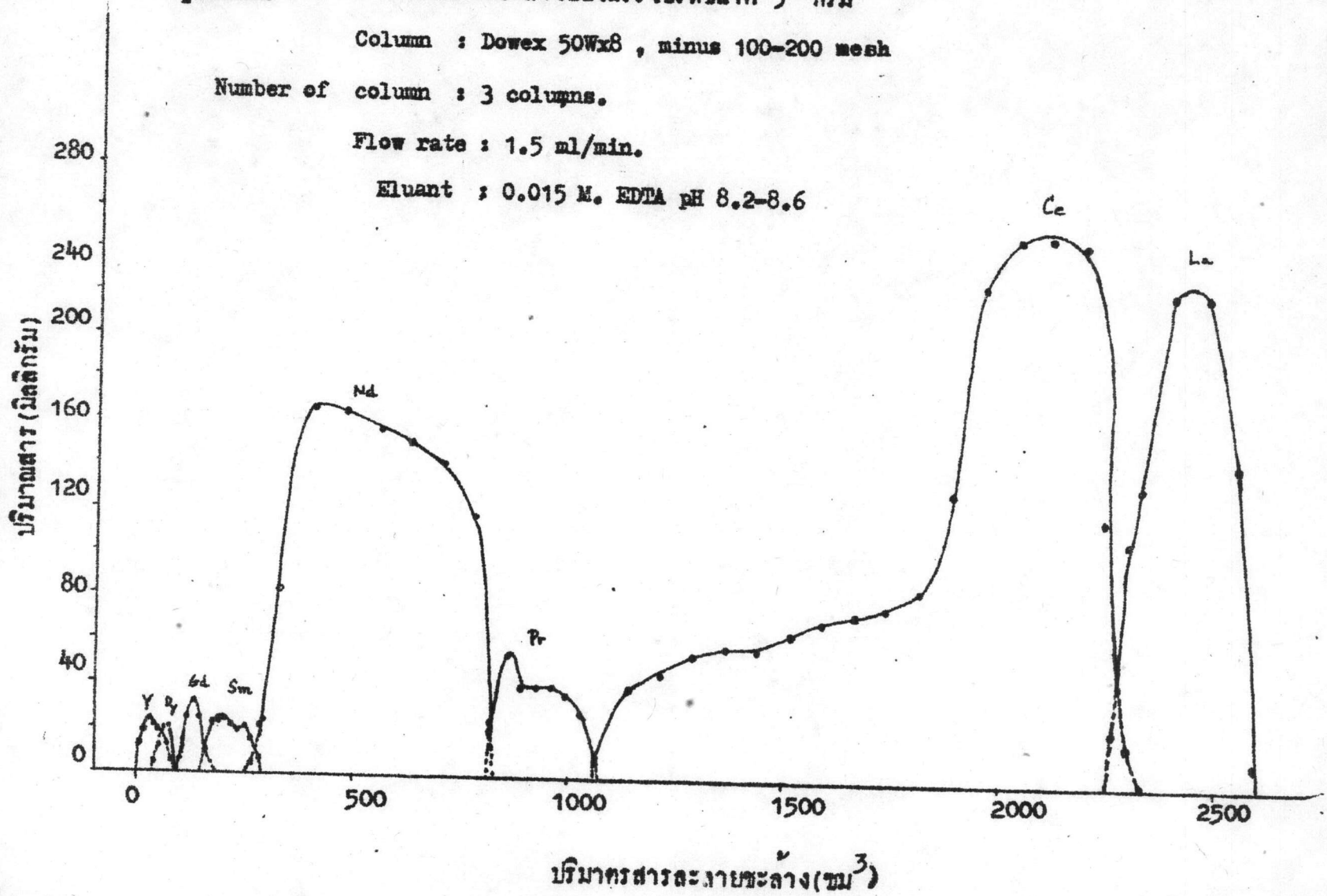
แสดงกราฟการชะล้างของนรเวอโรขนาด 5 กรัม

Column : Dowex 50Wx8 , minus 100-200 mesh

Number of column : 3 columns.

Flow rate : 1.5 ml/min.

Eluant : 0.015 M. EDTA pH 8.2-8.6



5.3.3 ผลการแยกแร่เอิร์ทผสมขนาด 50 กรัม

ในการทดลองครั้งนี้ ได้ทำขั้นตอนการคูดจับแร่เอิร์ทบนเรซิน โดยผ่านสารละลายแร่เอิร์ทผสม 50 กรัม ลงในคอลัมน์ที่ 1 พบว่า แร่เอิร์ทผสมที่ไม่ถูกคูดจับในคอลัมน์ มีน้ำหนัก 8.1122 กรัม แร่เอิร์ทผสมที่ถูกจับไว้ในคอลัมน์ มี 41.8878 กรัม

ผลการทดลองแยกแร่เอิร์ทได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.4 ส่วนกราฟการชะล้างแสดงไว้ในรูปที่ 5.6

ตารางที่ 5.4

แสดงปริมาณน้ำหนักและร้อยละ ของแร่เอิร์ทออกไซด์ ในส่วนต่าง ๆ ที่ออกจากคอลัมน์ จากการแยกแร่เอิร์ทผสม 50 กรัม

frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume)(ซม. ³)	ส่วนประกอบ (มิลลิกรัม)							
		ThO ₂	Dy ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	Tb ₄ O ₇	Gd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁
1	75	203							
2	150	212							
3	225	242.5							
4	300	243							
5	375	249							
6	450	225							
7	525	192	-	-					
8	600	13.1	-	-					
9	675	-	105.5	23.4					
10	750	-	115.2	54.1					
11	825		94.4	67.8					
12	900		91.4	75.1					

frac- tion	ปริมาณสะสม (Accumulated Volume)(ซม. ³)	ส่วนประกอบ (มิลลิกรัม)				frac- tion	ปริมาณสะสม (Accumulated Volume) (ซม. ³)	ส่วนประกอบ(มิลลิกรัม)	
		Y ₂ O ₃	Tb ₄ O ₇	Gd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃			Sm ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃
13	975	121.5							
14	1050	125.7				27	2025	169.9	-
15	1125	125				28	2100	165.0	-
16	1200	128.2				29	2175	138.0	22.3
17	1275	104.5	-	-		30	2250	172.1	218.1
18	1350	72.8	-	-		31	2400	-	446.5
19	1425	10.3	84.3	41.8		32	2550		443.3
20	1500	-	-	208.3		33	2700		418.5
21	1575	-	-	204.6	-	34	2850		409.0
22	1650			199.5	-	35	3000		437.0
23	1725			80.6	62.7	36	3150		444.7
24	1800			-	164.6	37	3300		469.2
25	1875			-	167.4	38	3450		494.4
26	1950				166.6	39	3600		475.0

frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume)(ซม. ³)	ส่วนประกอบ(มิลลิกรัม)		frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume) (ซม. ³)	ส่วนประกอบ(มิลลิกรัม)		frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume)(ซม. ³)	(มิลลิกรัม) CeO ₂
		Nd ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁			Pr ₆ O ₁₁	CeO ₂			
40	3750	466.0		54	5325	254.1		68	6375	355.5
41	3900	470.0		55	5400	275.7		69	6450	366
42	4050	467.7		56	5475	275.4		70	6525	366
43	4200	488.8		57	5550	265.4	-	71	6600	358.5
44	4350	463.5		58	5625	175.3	-	72	6675	358.5
45	4500	425.7		59	5700	26.5	134	73	6750	366
46	4650	420.0		60	5775	-	252	74	6825	390
47	4800	391.0	-	61	5850	-	301	75	6915	403.2
48	4875	200.7	-	62	5925		313.5	76	7005	421.2
49	4950	72.9	80.9	63	6000		313.5	77	7095	429.3
50	5025	-	150	64	6075		307.5	78	7185	415.8
51	5100	-	175	65	6150		346.5	79	7275	442.0
52	5175		240	66	6225		349.5	80	7365	427.5
53	5250		262	67	6300		328.5	81	7455	439.2

frac- tion	ปริมาณสะสม (Accumulated Volume)(ซม. ³)	ปริมาณสะสม (มิลลิกรัม)		frac- tion	ปริมาณสะสม (Accumulated Volume)(ซม. ³)	ส่วนประกอบ(มิลลิกรัม)		frac- tion	ปริมาณสะสม (Accumulated Volume)(ซม. ³)	ปริมาณสะสม (มิลลิกรัม)	
		CeO ₂				CeO ₂	La ₂ O ₃			La ₂ O ₃	
82	7545	443.7		97	8895	465.3		112	10475	473	
83	7635	445.5		98	8985	456.3		113	10575	480.5	
84	7725	442.8		99	9075	459.9		114	10675	483	
85	7815	447.5		100	9275	341		115	10775	448	
86	7905	461.6		101	9425	302	-	116	10875	381	
87	7995	490.5		102	9575	185.5	-	117	10975	345	
88	8085	459.9		103	9625	156	57	118	11075	297	
89	8175	461.7		104	9675	120	75	119	11175	237	
90	8265	494.1		105	9775	-	404	120	11275	213	
91	8355	503.1		106	9875	-	415	121	11375	205	
92	8445	494.1		107	9975	-	426	122	11475	203	
93	8535	505.8		108	10075		446	123	11575	197.5	
94	8625	496.8		109	10175		460	124	11675	179.0	
95	8715	494.1		110	10275		467	125	11775	156	
96	8805	494.1		111	10375		464	126	11875	128	

frac- tion	ปริมาตรสะสม (Accumulated Volume)(ซม. ³)	ส่วนประกอบ (มิลลิกรัม)										
		ThO ₂	Dy ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	Tb ₄ O ₇	Gd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁	CeO ₂	La ₂ O ₃	Total
127	11975										118	
128	12075										105	
129	12175										86	
130	12275										59	
131	12375										35	
132	12475										32	
133	12575										16	
134	12675	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
น้ำหนักรวม (มิลลิกรัม)		1579.6	406.5	908.4	84.3	734.8	1034.2	8144.3	2180.3	17806.6	8091.0	40970.0
ปริมาณร้อยละ (%)		3.86	0.99	2.22	0.21	1.79	2.52	19.88	5.3	43.46	19.75	100.0

รูปที่ 5.6

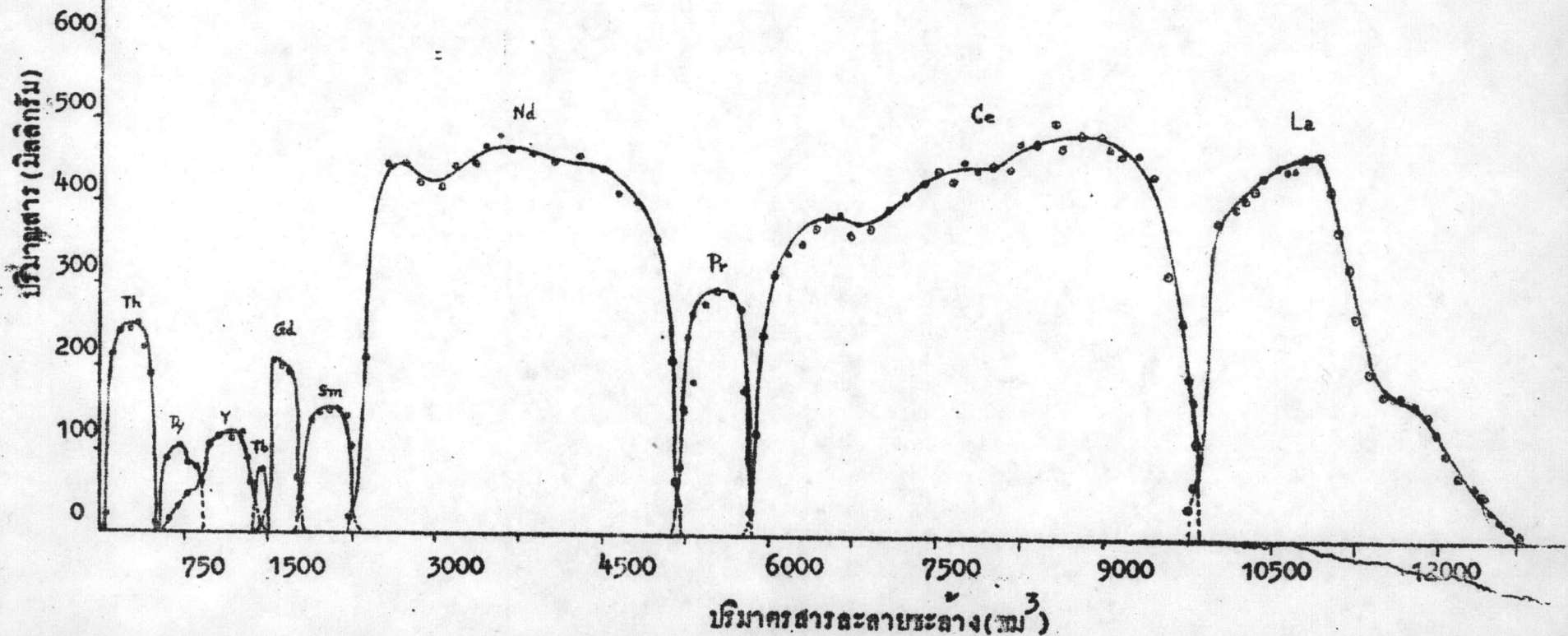
แสดงกราฟการชะล้างของแร่เชิร์ตขนาด 50 กรัม

Column : Dewex 50Wx8 , minus 20-50 mesh and minus 100-200 mesh

Number of column: 4 columns

Flow rate : 1.5 ml/min.

Eluant : 0.015 M. EDTA pH 8.2-8.6

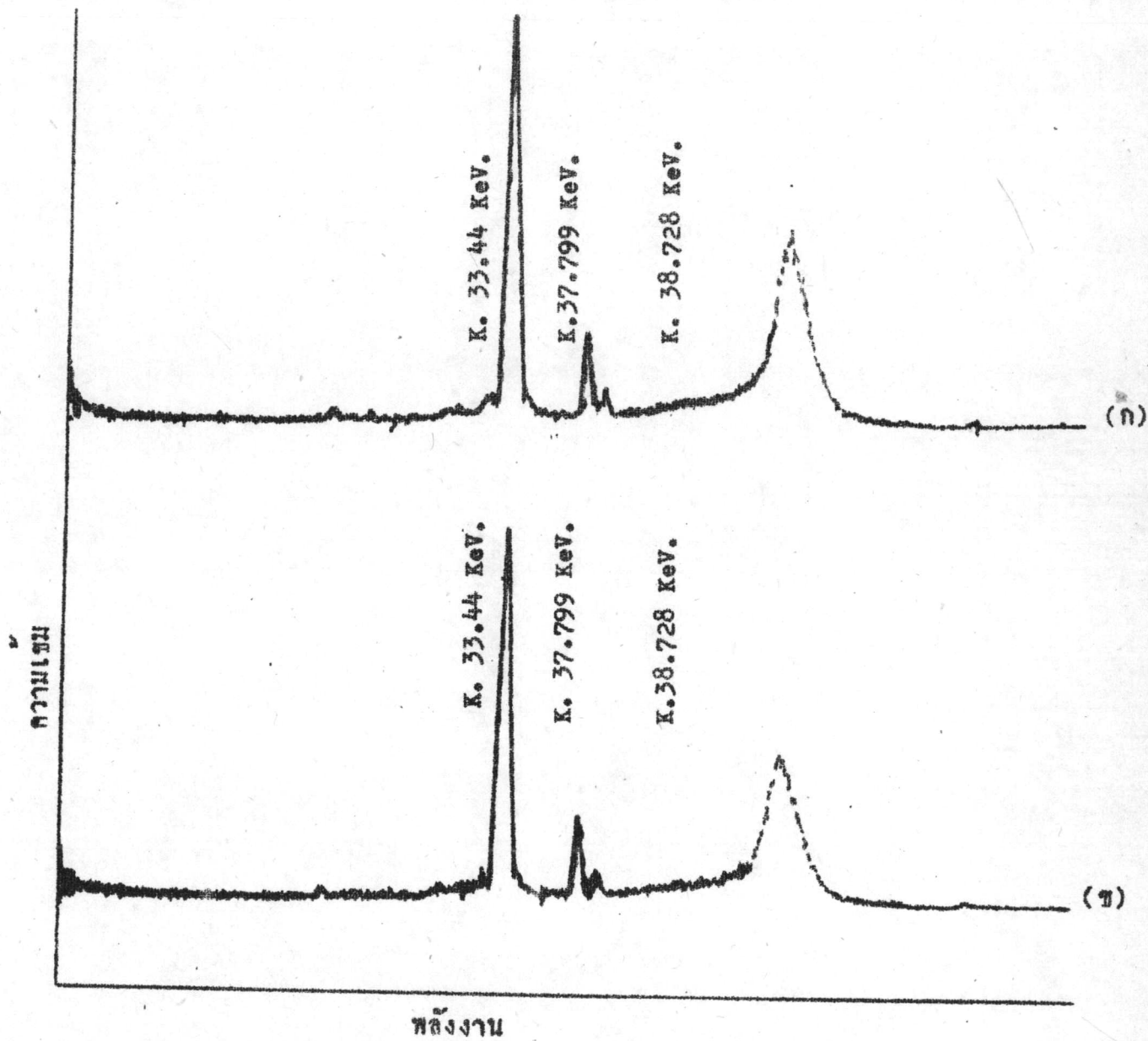


5.4 ความบริสุทธิ์ของแร่เอิร์ทออกไซด์

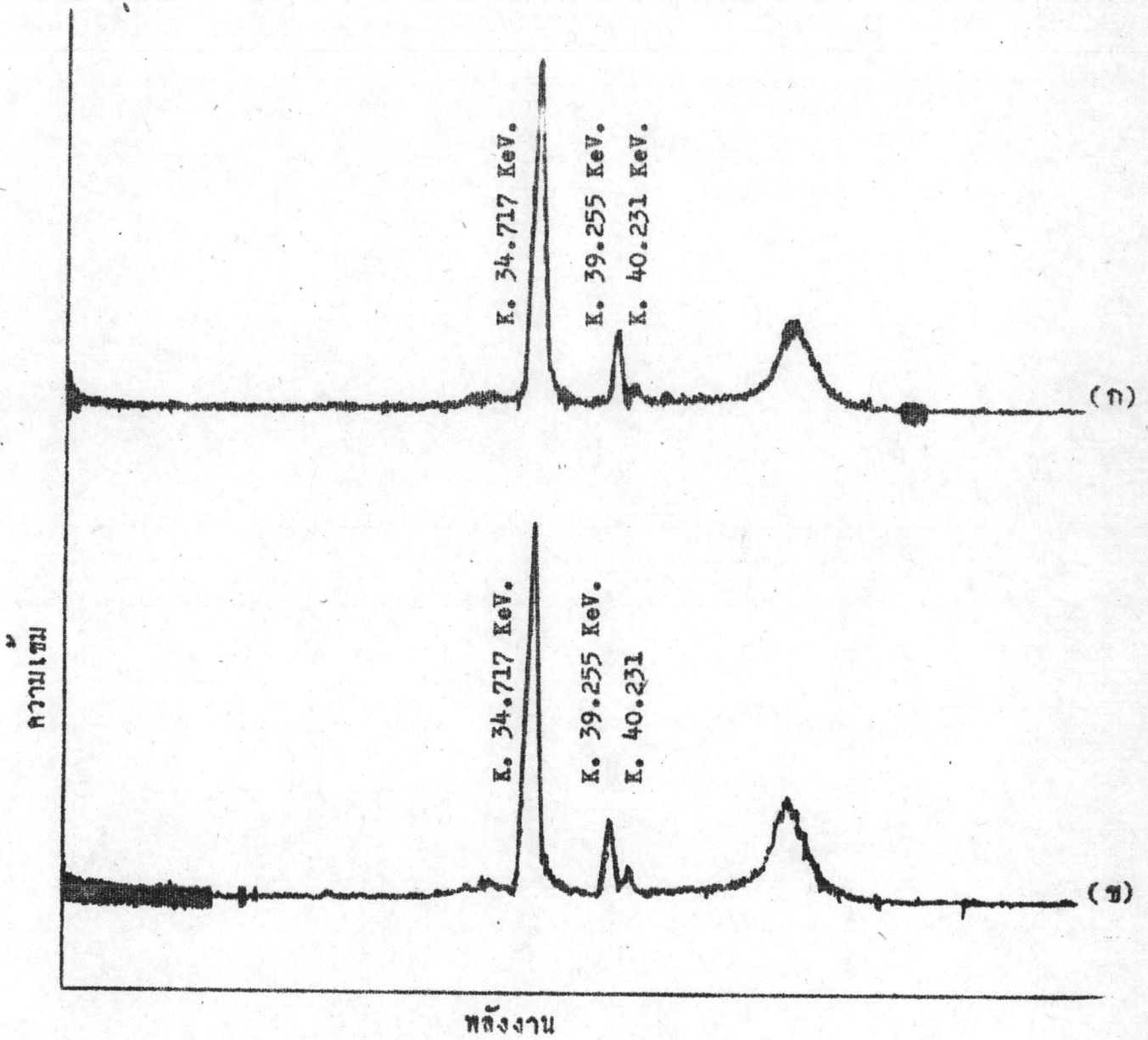
จากการทดลองหาขีดความสามารถในการแยกธาตุสองตัวที่ผสมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ ด้วยการใช้รังสีเอกซ์ฟลูออเรสเซนซ์ โดยใช้แร่เอิร์ทออกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์สูงแบบ Spec pure ของ La_2O_3 และ CeO_2 ผสมกันในอัตราส่วน 95.5; 0.5 และ 99.9:0.1 แล้ววัดความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและอัตรานับที่พีค ได้ผลดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 5.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ถ้ามีแร่เอิร์ทตัวหนึ่งปนอยู่ในแร่เอิร์ทอีกตัว ในอัตราส่วนไม่ต่ำกว่า 99.5:0.5 เครื่องวัดจะสามารถวิเคราะห์ส่วนผสมออกได้ นั่นคือ แร่เอิร์ทที่ใดแต่ละตัวมีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 99.5 % เนื่องจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูหยุดเดินเครื่อง เมื่อผลการทดลองแยกแร่เอิร์ทจบลง จึงไม่สามารถตรวจสอบธาตุปริมาณน้อย (Trace element) ที่ยังปะปนอยู่ในแร่เอิร์ทแต่ละตัวได้ สเปกตรัมของแร่เอิร์ทออกไซด์ที่แยกได้เปรียบกับของแร่เอิร์ทออกไซด์มาตรฐานแบบ Spec pure แสดงไว้ในรูปที่ 5.7-5.16

ประเภท	$\text{La}_2\text{O}_3:\text{CeO}_2$ (mg:mg)	Activity	
		La(K_{α_1})	Ce(K_{α_1})
ออกไซด์	99:1	185642	763
	99.5:0.5	186125	340
	99.9:0.1	188530	-
สารละลาย	99:1	39160	442
	99.5:0.5	39910	243
	99.9:0.1	41025	-

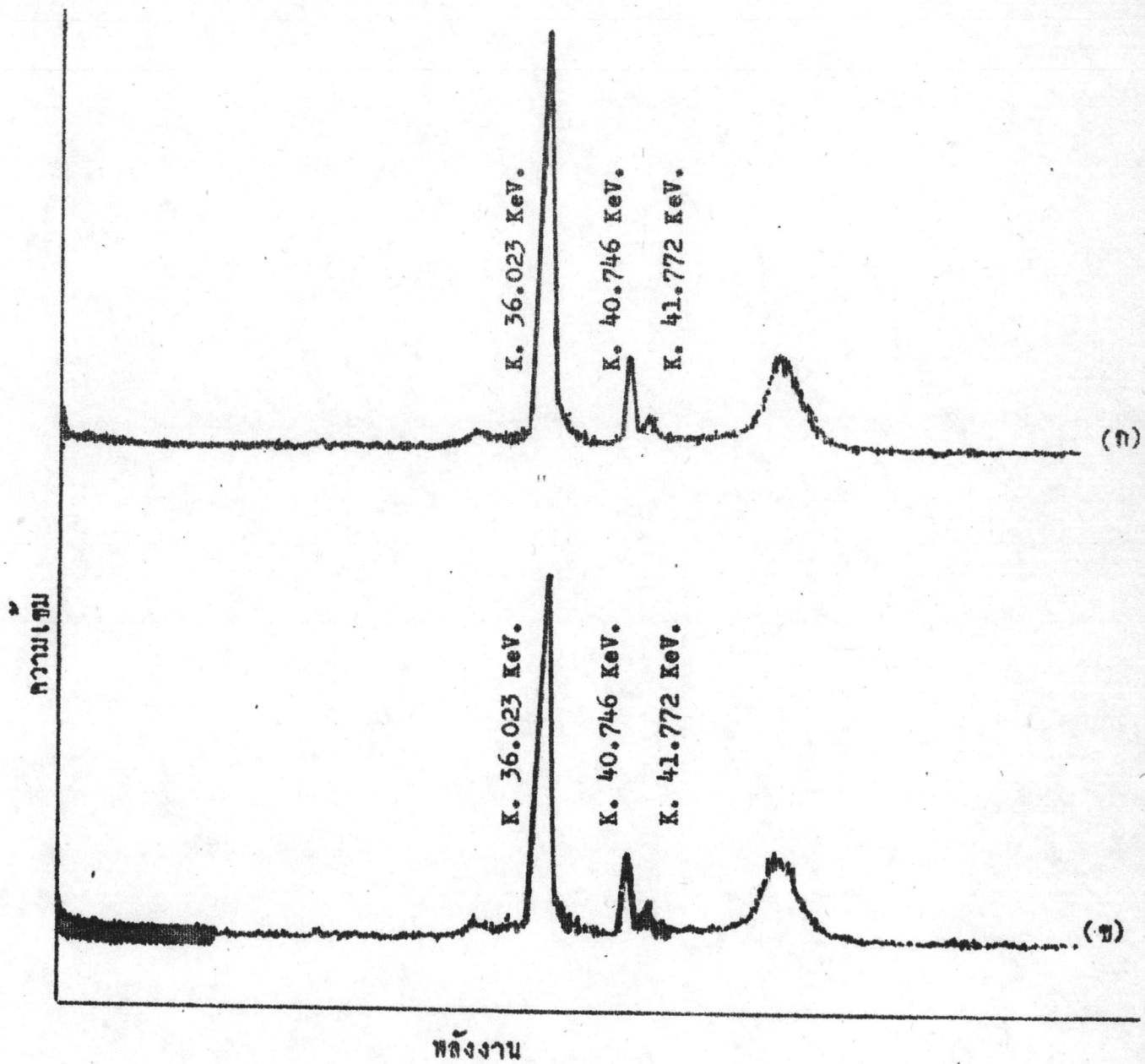
ตารางที่ 5.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกับปริมาณสาร



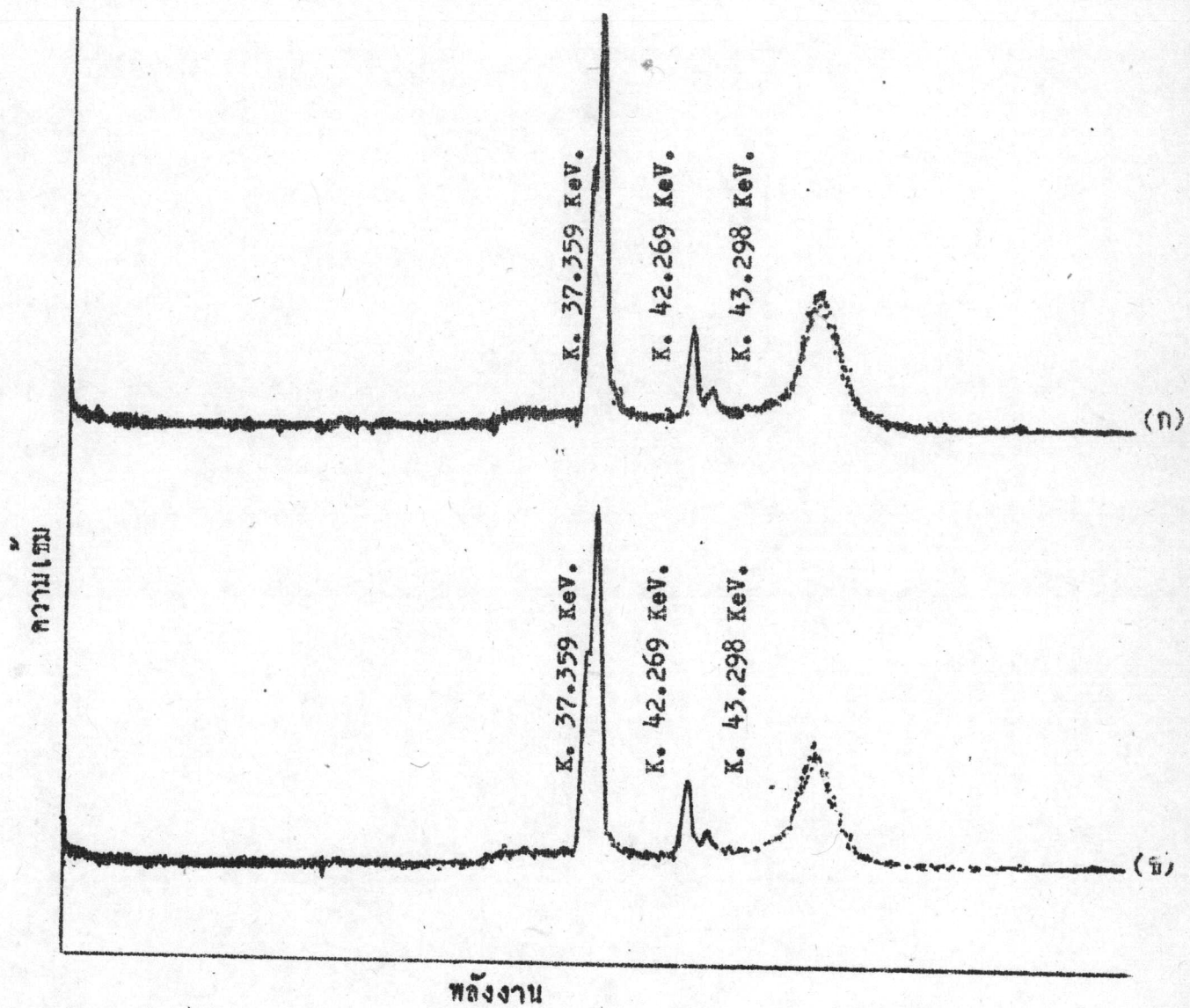
รูปที่ 5.7 แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของ La เปรียบเทียบระหว่าง
 (ก) สารมาตรฐาน (ข) ตัวอย่างจากการทดลอง



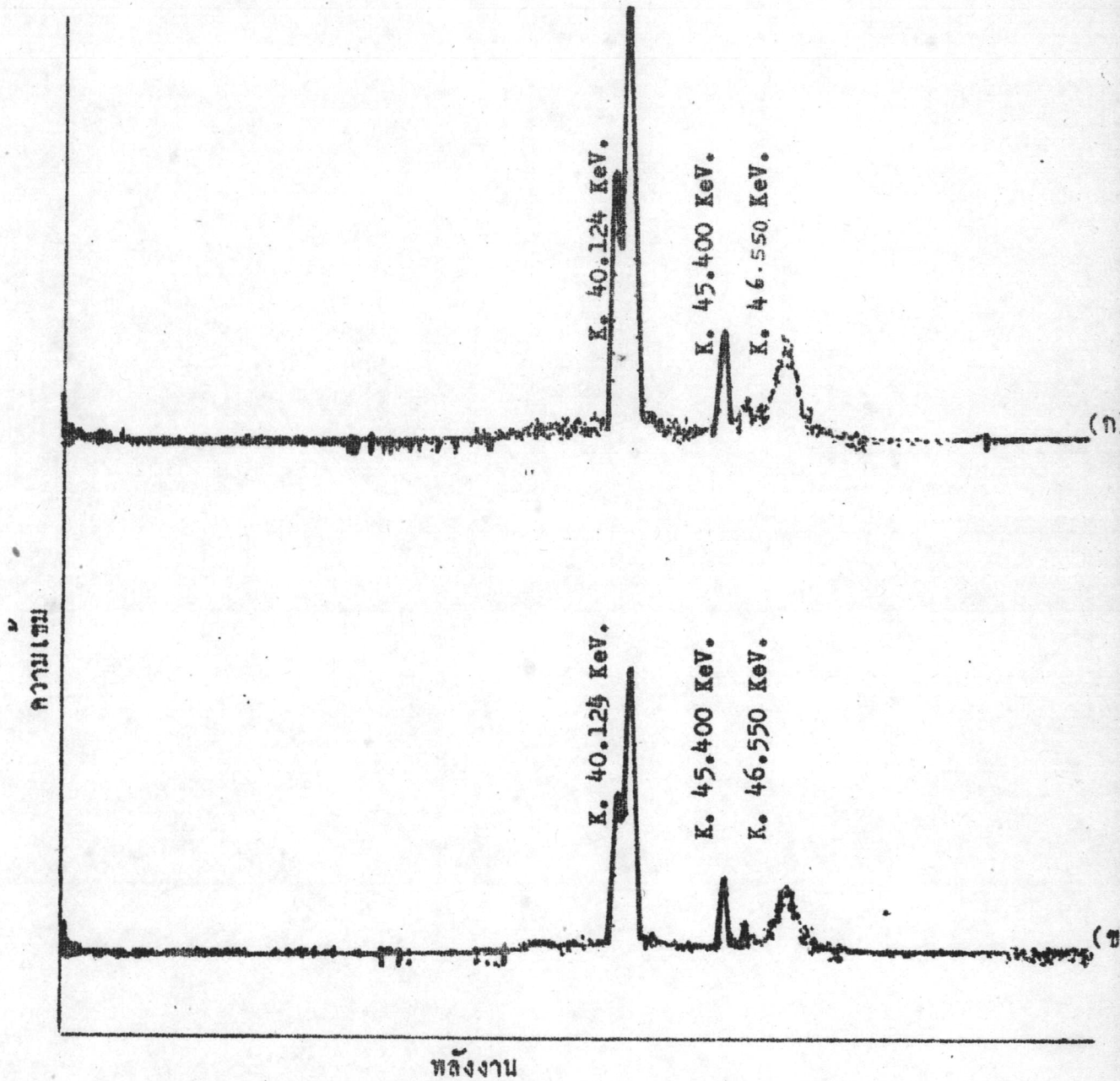
รูปที่ 5.8 แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของ Ce เปรียบเทียบระหว่าง
 (ก) สารมาตรฐาน (ข) ตัวอย่างจากการทดลอง



รูปที่ 5.9 แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของ Pr เปรียบเทียบระหว่าง
 (ก) สารมาตรฐาน (ข) ตัวอย่างจากการทดลอง

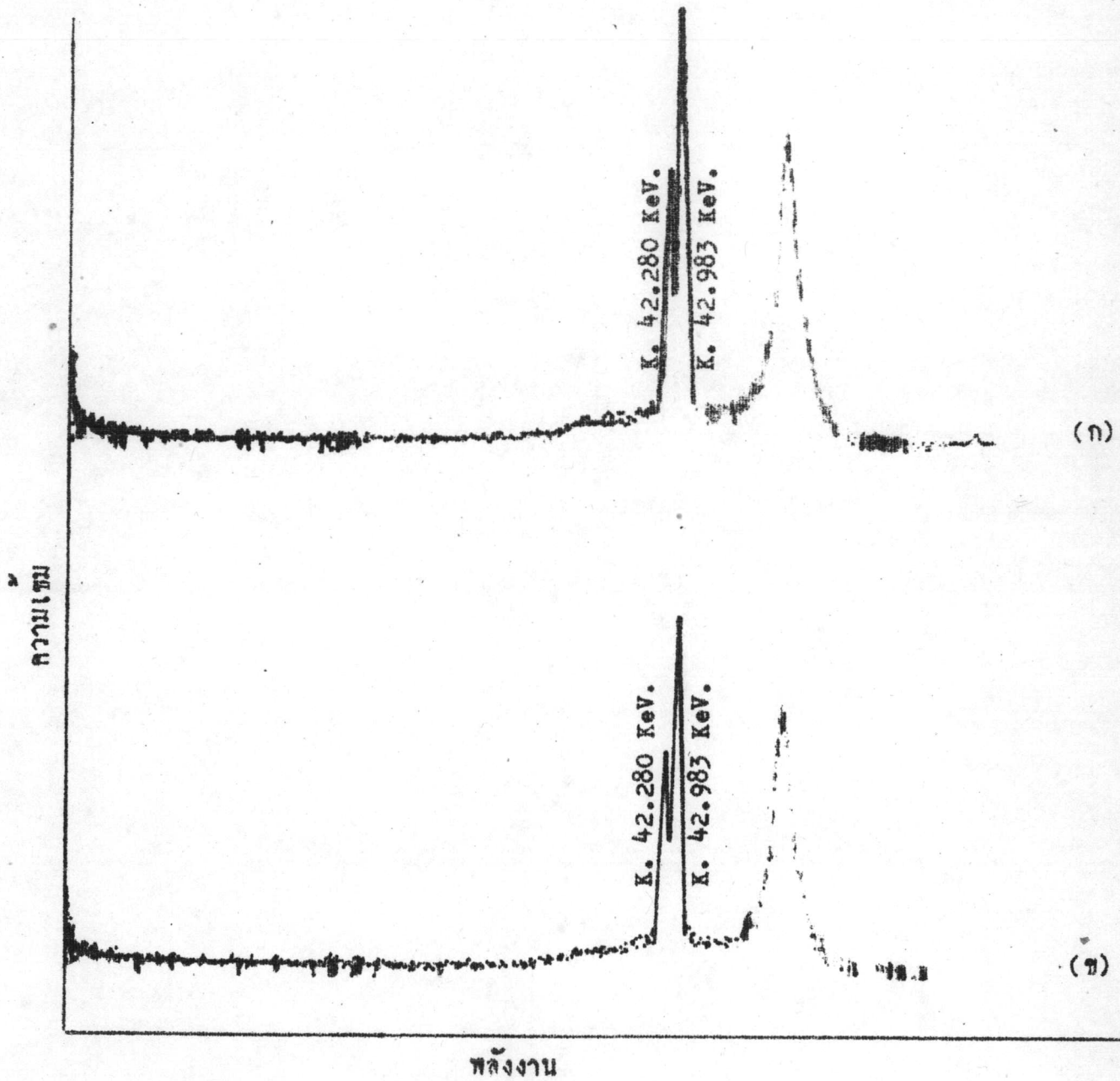


รูปที่ 5.10 แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของ Na เปรียบเทียบระหว่าง
 (ก) สารมาตรฐาน (ข) ตัวอย่างจากการทดลอง

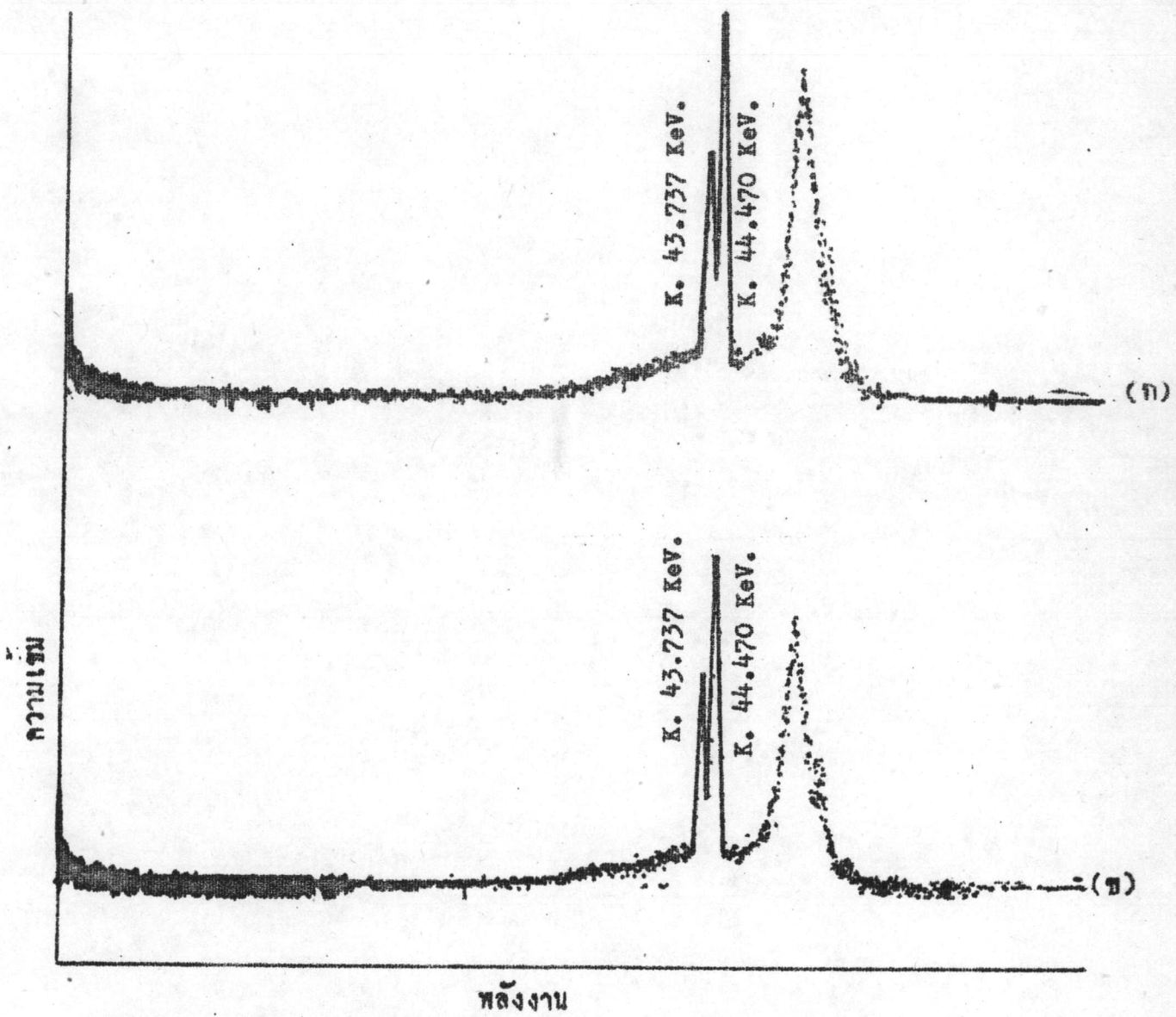


รูปที่ 5.11

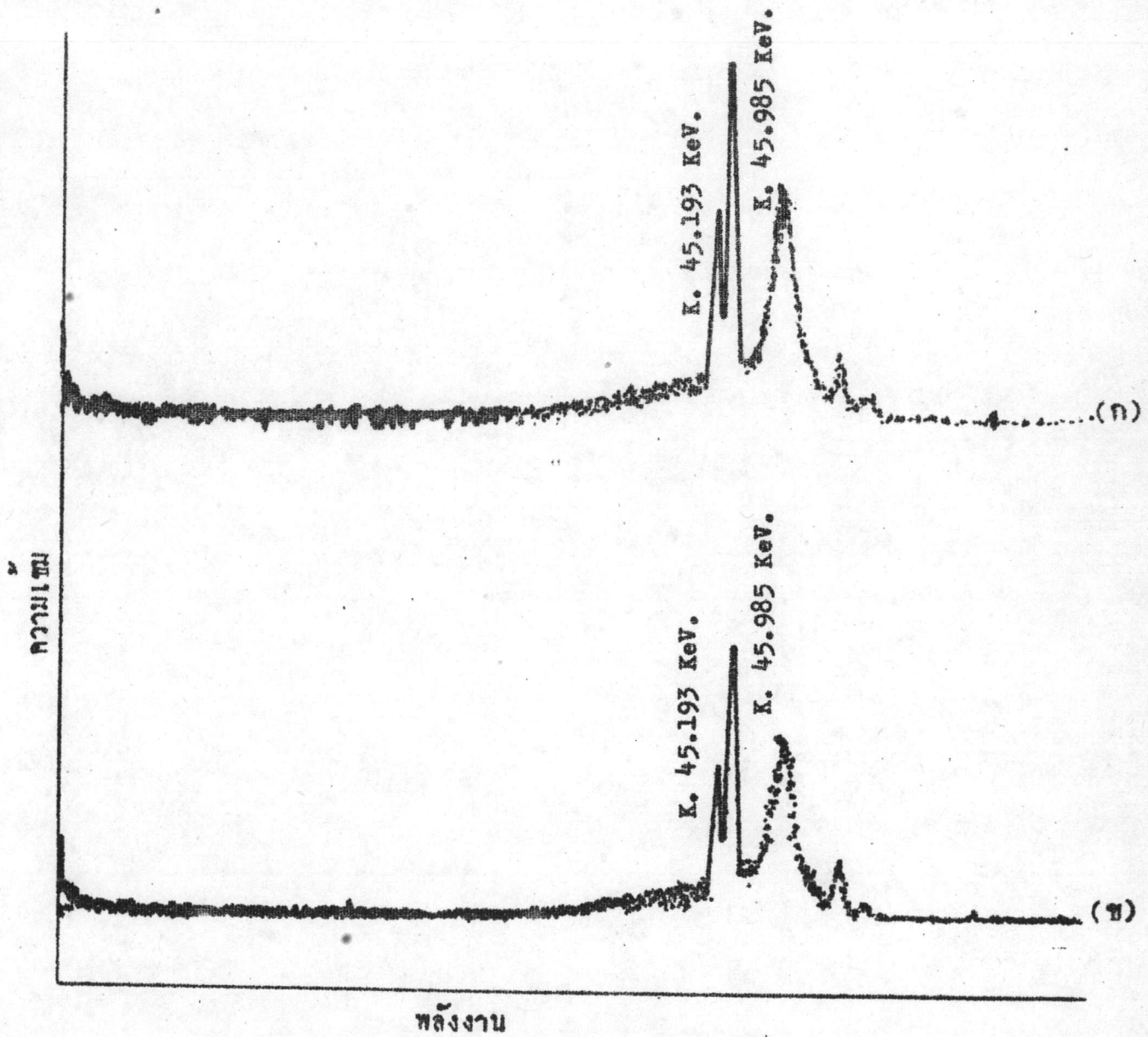
แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของ Sm เปรียบเทียบระหว่าง
 (ก) สารมาตรฐาน (ข) ตัวอย่างจากการทดลอง



รูปที่ 5.12 แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของ Ga เปรียบเทียบระหว่าง
 (ก) สารมาตรฐาน (ข) ตัวอย่างจากการทดลอง

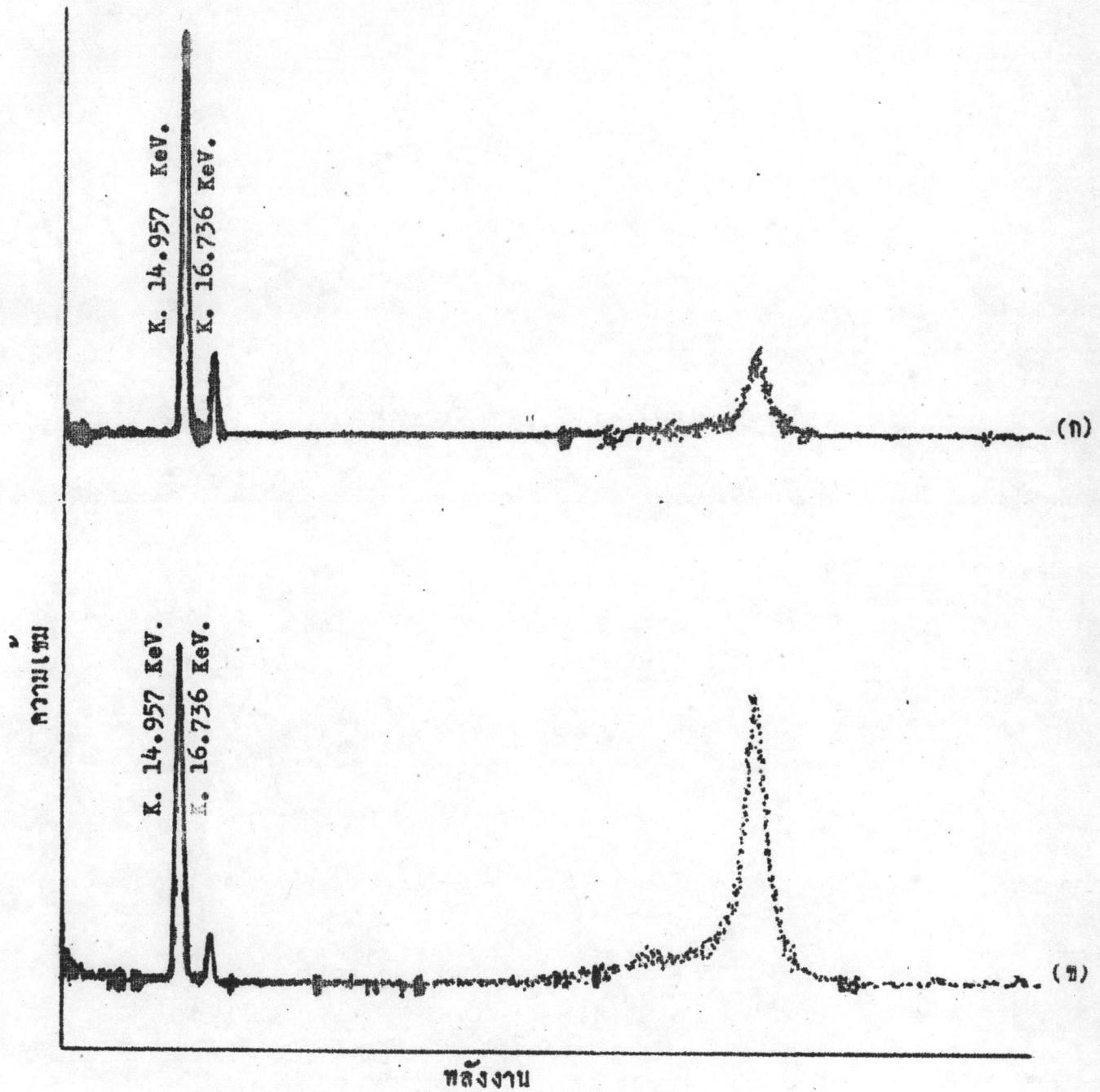


รูปที่ 5.13 แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของ Tb เปรียบเทียบระหว่าง
 (ก) สารมาตรฐาน (ข) ตัวอย่างจากการทดลอง

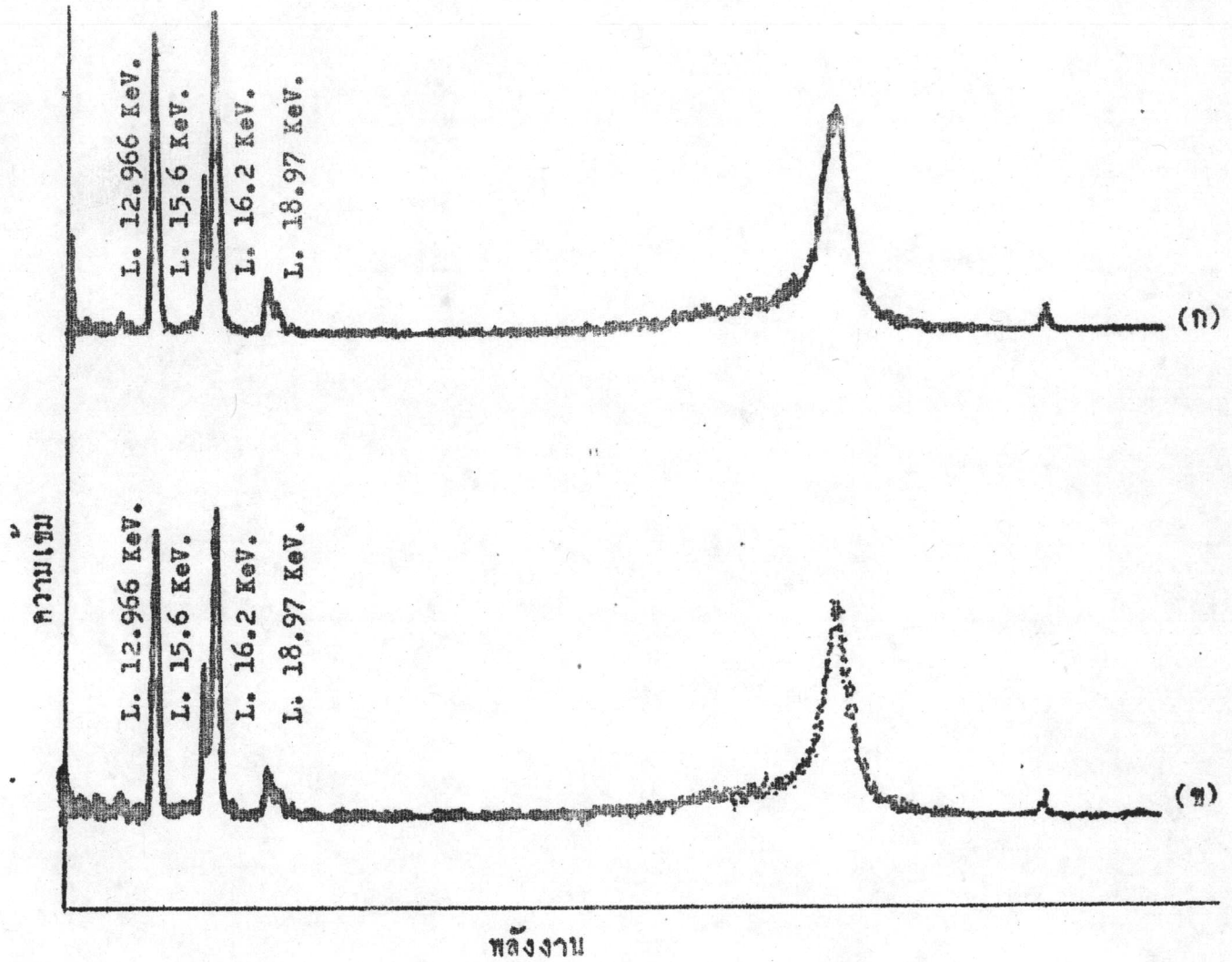


รูปที่ 5.14

แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของ Dy เปรียบเทียบระหว่าง
 (ก) สารมาตรฐาน (ข) ตัวอย่างจากการทดลอง



รูปที่ 5.15 แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของ γ เปรียบเทียบระหว่าง
 (ก) สารมาตรฐาน (ข) ตัวอย่างจากการทดลอง



รูปที่ 5.16

แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของ Th เปรียบเทียบระหว่าง
 (ก) สารมาตรฐาน (ข) ตัวอย่างจากการทดลอง



จากการสังเกต ในการทดลองแยกแรร์เอิร์ท โดยวิธี Ion-exchange ตั้งแต่ขั้นตอนการแยกในคอลัมน์ การเก็บส่วนของสารละลายแรร์เอิร์ท การตกตะกอนออกซาเลท และการเตรียมแรร์เอิร์ทออกไซด์ สรุปผลการสังเกตสีของแรร์เอิร์ท แต่ละตัวได้เช่นเดียวกับรายงานของ J.E. Powell² และพวก ดังแสดงในตารางที่ 5.6

แรร์เอิร์ท	สีของสารละลาย	สีของออกซาเลท	สีของออกไซด์
Sm, Gd, Tb etc.	ไม่มีสี (Colorless)	ขาว (White)	น้ำตาล (Tan)
Nd	ชมพู (Pink)	น้ำเงินแกมชมพู (Pinkish-blue)	น้ำเงิน (Blue)
Pr	เขียว (Green)	เขียวอ่อน (Pale Green)	ดำหรือน้ำตาล (Black or brown)
Ce	ไม่มีสี (Colorless)	ขาว (White)	ครีม (Cream)
La	ไม่มีสี (Colorless)	ขาว (White)	ขาว (White)

ตารางที่ 5.6 แสดงคุณสมบัติแรร์เอิร์ทที่สามารถสังเกตได้

² J.E. Powell, F.H. Spedding and D.B. James. The Separation of Rare Earths. Journal of Chemical Education Vol.37 (1960) pp.633

สารประกอบแรร์เอิร์ทออกไซด์ ส่วนมากมีสูตรทางเคมี คือ R_2O_3 ยกเว้น Pr และ Tb โดย Pr มีสูตร Pr_6O_{11} มีสีน้ำตาลดำหรือดำ ส่วน Tb มีสูตร Tb_4O_7 มีสีโกโก้ (Cocoa) สำหรับสารประกอบ Ce เมื่อเผาในอากาศ จะได้ CeO_2 จากการละลาย Pr_6O_{11} และ Tb_4O_7 ในกรดไฮโดรคลอริก จะเกิดแกสคลอรีน สีเขียวแกมเหลือง ซึ่งสังเกตเห็น และได้กลิ่น

5.5 ผลการแยก EDTA และทองแดงจากสารละลายน้ำทิ้ง

ผลของการแยก EDTA และทองแดงจากสารละลายน้ำทิ้ง แสดงไว้ในตารางที่ 5.7 และ 5.8 สำหรับปริมาณร้อยละ ของ EDTA และของทองแดงที่แยกได้นั้น คำนวณได้จากโมลาลิตี (molarity) ของสารละลาย EDTA ที่ใช้ โดยอาศัยหลักการ แรร์เอิร์ท และทองแดงทำปฏิกิริยากับ EDTA ให้สารประกอบเชิงซ้อน RE-EDTA และ Cu.EDTA ในอัตราส่วน โลหะ : EDTA เท่ากับ 1:1

ชนิดของสารประกอบ เชิงซ้อน	ปริมาตร (ซม ³)	EDTA ที่แยกได้	
		น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาณร้อยละของการแยก (recovery yield)
Ce. EDTA	500	2.00	91.32
Ce. EDTA	720	2.80	88.08
Ce. EDTA	1350	5.20	87.94
Ce. EDTA	2000	7.50	85.61
La. EDTA	590	2.20	85.14
La. EDTA	2000	7.7	87.90
Nd. EDTA	1500	6.0	91.70
Y. EDTA	800	3.5	90.80

ตารางที่ 5.7 แสดงจำนวน และร้อยละ ของ EDTA ที่แยกได้จากสารละลายแรร์เอิร์ท EDTA ปริมาตรต่าง ๆ

ปริมาณของ สารละลาย Cu-EDTA (cm^3)	ปูนขาวที่ใช้ (กรัม)	EDTA ที่แยกได้		CuSO_4 ที่แยกได้	
		น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาณร้อยละของการ แยก (%)	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาณร้อยละของการ แยก (%)
1000	3.5	4.0	91.32	6.10	84.84
1000	3.5	4.1	93.60	5.85	81.36
1000	3.5	3.8	86.75	5.70	79.27
2000	7.0	8.3	95.90	11.51	80.04
2000	7.0	8.1	92.46	12.61	87.70
2000	7.0	8.0	91.32	13.81	91.65
2000	7.0	7.9	90.20	12.10	84.14

ตารางที่ 5.8 แสดงจำนวนและร้อยละของ EDTA และ CuSO_4 ที่ได้จากสารละลายน้ำทั้ง Cu-EDTA จำนวน 1 และ 2 ลิตร

ทำการทดลองหาความบริสุทธิ์ ของ EDTA ที่แยกได้จากสารละลายน้ำทั้ง โดยการหาจุดหลอมเหลว เปรียบเทียบกับ EDTA มาตรฐานได้ผลดังนี้

	จุดหลอมเหลว (°ซ.)		
	<u>ครั้งที่ 1</u>	<u>ครั้งที่ 2</u>	<u>ครั้งที่ 3</u>
EDTA ที่แยกได้	243.0°	241.0°	243.0°

สำหรับสารมาตรฐาน EDTA (non-hydrscopic & crystalline without water) = 241.5° ซ.