บทที่ 4

ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 ผลการใช้ตัวสะท้อนฟาสต์นิวตรอนชนิดต่าง ๆ

จากการใช้ตัวสะท้อนนิวตรอน 3 ชนิด เพื่อใช้เพิ่มปริมาณรังสีให้มากขึ้น โดยใช้ NaF หนัก 20 กรัม และใช้เวลานับต่าง ๆ กันจะได้จำนวนนับสุทธิ (Net counts) ต่อเวลาที่ได้จาก SCA และ MCA ของหัววัด NaI(Tl) ขนาด 3" x 3" และ 5" x 5" ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนนับสุทธิต่อเวลาของตัวสะท้อนฟาสต์นิวตรอนชนิดต่าง ๆ ที่ได้จาก SCA และ MCA โดยใช้หัววัด NaI(Tl) ขนาด 3" x 3" และ 5" x 5"

เวลานับ (วินาที)	ตัวสะท้อนฟาสต์นิวตรอน	ครั้งที่	หัววัด NaI(Tl) 3" x 3"		หัววัด NaI(Tl) 5" x 5"	
			SCA	MCA	SCA	MCA
100	โพลีเอทธิลีน*	1	281	301	771	573
		2	297	323	715	552
		3	255	279	645	556
		$\bar{X}\pm$S.D.	278 ± 17	301 ± 18	710 ± 52	560 ± 9
	เหล็ก	1	1256	1570	3282	2588
		2	1476	1417	3137	3183
		3	1407	1439	3129	3078
		$\bar{X}\pm$S.D.	1380 ± 92	1475 ± 68	3183 ± 70	2950 ± 259

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

เวลานับ (วินาที)	ตัวสะท้อนฟาสต์นิวตรอน	ครั้งที่เฉลี่ย	หัววัด NaI(Tl) 3" x 3"		หัววัด NaI(Tl) 5" x 5"	
			SCA	MCA	SCA	MCA
100	ตะกั่ว	1	1378	1513	3381	3125
		2	1390	1449	3362	3119
		3	1435	1577	3328	3166
		$\bar{X}$±S.D.	1401 ± 25	1513 ± 52	3357 ± 22	3137 ± 21
200	โพลีเอทธิลีน*	1	637	560	1183	1066
		2	633	567	965	1051
		3	614	547	1117	1057
		$\bar{X}$±S.D.	628 ± 10	558 ± 8	1088 ± 91	1058 ± 6
	เหล็ก	1	2882	3073	6235	5771
		2	3116	2818	6053	6360
		3	2971	2834	6010	6156
		$\bar{X}$±S.D.	2990 ± 96	2908 ± 117	6099 ± 98	6096 ± 244
	ตะกั่ว	1	2757	3046	6695	6105
		2	2783	2918	6681	6157
		3	2926	3009	6496	6227
		$\bar{X}$±S.D.	2822 ± 74	2991 ± 54	6624 ± 91	6163 ± 50

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

เวลานับ (วินาที)	ตัวสะท้อนฟาสต์นิวตรอน	ครั้งที่เฉลี่ย	หัววัด NaI(Tl) 3" x 3"		หัววัด NaI(Tl) 5" x 5"	
			SCA	MCA	SCA	MCA
300	โพลีเอทธิลีน*	1	805	840	1741	1694
		2	796	831	1548	1597
		3	765	816	1721	1647
		$\bar{X}$±S.D.	789 ± 17	829 ± 10	1670 ± 87	1646 ± 40
	เหล็ก	1	4294	4516	9309	8984
		2	4207	4250	9040	8948
		3	4320	4252	9017	9311
		$\bar{X}$±S.D.	4274 ± 48	4339 ± 125	9122 ± 133	9081 ± 163
	ตะกั่ว	1	4141	4529	9891	9081
		2	4214	4435	9872	9141
		3	4456	4596	9825	9261
		$\bar{X}$±S.D.	4270 ± 135	4520 ± 66	9863 ± 28	9161 ± 75

หมายเหตุ : $\bar{X}$ ± S.D. = ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* เป็นโพลีเอทธิลีนผสมกับโบรอน

จากตารางที่ 4.1 พบว่าจำนวนนับต่อเวลาที่ได้จากเหล็กและตะกั่วมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จำนวนนับต่อเวลาของตะกั่วจะได้มากกว่าเหล็ก ส่วนจำนวนนับต่อเวลาที่ได้จากโพลีเอทธิลีนจะมีค่าน้อยที่สุด นั่นแสดงว่า เหล็กและตะกั่วเป็นตัวสะท้อนฟาสต์นิวตรอนที่ดีกว่าโพลีเอทธิลีน ซึ่งตรงกับค่าที่ได้จากรูปที่ 3.8 ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกตะกั่วเป็นตัวสะท้อนฟาสต์นิวตรอน และเมื่อเปรียบเทียบเวลานับที่ใช้แล้วจะเห็นว่าจำนวนนับที่ได้แปรผันตามเวลาที่ใช้นับ

4.2 ผลการทำกราฟปรับเทียบของสารมาตรฐาน

จากการใช้สารมาตรฐาน 5 ชนิด ซึ่งมีปริมาณของฟลูออรีนต่าง ๆ กัน นำไปอาบรังสีนิวตรอน และนำกลับมาวัดปริมาณรังสี ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณฟลูออรีนและจำนวนนับสุทธิต่อเวลาของสารมาตรฐานแต่ละชนิด

สารมาตรฐาน	น้ำหนัก (กรัม)		ปริมาณฟลูออรีน (กรัม)	จำนวนนับสุทธิต่อ 200 วินาที	
	สารมาตรฐาน	ทราย		n = 4	($\bar{X} \pm$ S.D.)
CaF_2	18.5025	–	9.0044	10230, 10114 10065, 9922	10083 ± 110
	15.2242	10	7.4090	8155, 8110 7962, 8167	8099 ± 82
	10.0224	18	4.8775	5007, 5172 5091, 5239	5127 ± 87
	5.3223	25	2.5901	3135, 3118 3156, 3133	3136 ± 25
	1.3624	27	0.6630	771, 726 823, 763	771 ± 35
	0.5913	29	0.2878	286, 316 257, 315	294 ± 24

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สารมาตรฐาน	น้ำหนัก (กรัม)		ปริมาณฟลูออรีน (กรัม)	จำนวนนับสุทธิต่อ 200 วินาที	
	สารมาตรฐาน	ทราย		n = 4	($\bar{X} \pm$ S.D.)
KF	24.9044	-	9.8098	9994, 9941 9846, 10056	9960 ± 77
	20.0010	10	6.5402	5855, 5899 6021, 6136	5978 ± 110
	15.0463	15	4.9200	4642, 4660 4599, 4619	4630 ± 23
	10.0450	20	3.2846	3581, 3408 3392, 3365	3337 ± 85
	5.0896	26	1.6642	1722, 1826 1675, 1720	1736 ± 55
	1.0195	29	0.3334	359, 414 297, 379	363 ± 43
LiF*	2.1058	14	1.5422	1076, 1173 1227, 1076	1138 ± 65
	1.0099	15	0.7396	491, 517 473, 532	503 ± 23
	0.5027	16	0.3682	314, 246 257, 311	282 ± 31

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สารมาตรฐาน	น้ำหนัก (กรัม)		ปริมาณฟลูออรีน (กรัม)	จำนวนนับสุทธิต่อ 200 วินาที	
	สารมาตรฐาน	ทราย		n = 4	($\bar{X} \pm$ S.D.)
NaF	31.8393	-	14.4063	13675, 13330 13301, 13212	13326 ± 176
	28.0396	7	12.6871	12314, 12420 12841, 12399	12494 ± 204
	25.0660	9	11.3416	10430, 10220 10263, 10070	10246 ± 128
	20.8536	13	9.4356	7897, 7815 7909, 7921	7882 ± 85
	10.6924	23	4.8380	3701, 3774 3829, 3762	3713 ± 45
	5.0674	26	2.2928	1885, 2013 1906, 1904	1873 ± 50
	1.3194	30	0.5970	525, 453 468, 444	426 ± 12
NH_5F_2	19.3308	-	12.8763	10970, 10923 10899, 10940	10933 ± 26
	16.1229	8	10.7395	7838, 7702 7579, 7564	7671 ± 110

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สารมาตรฐาน	น้ำหนัก (กรัม)		ปริมาณฟลูออรีน (กรัม)	จำนวนนับสุทธิต่อ 200 วินาที	
	สารมาตรฐาน	ทราย		n = 4	($\bar{X} \pm$ S.D.)
NH_5F_2	11.1890	15	7.4530	5262, 5226 4988, 5130	5151 ± 106
	5.0017	22	3.3316	2813, 2643 2666, 2638	2690 ± 72
	1.0195	29	0.6791	534, 514 643, 468	540 ± 64
NH_4F	11.5647	-	5.9319	7356, 7090 7299, 7073	7205 ± 125
	8.0059	9	4.1067	4785, 4594 4615, 4911	4727 ± 130
	6.0066	15	3.0811	3337, 3295 3271, 3157	3266 ± 67
	4.0028	21	2.0533	2067, 2097 2162, 2232	2140 ± 63
	2.0214	24	1.0369	1063, 967 960, 964	989 ± 43
	1.0071	26	0.5116	442, 466 443, 500	410 ± 24

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สารมาตรฐาน	น้ำหนัก (กรัม)		ปริมาณฟลูออรีน (กรัม)	จำนวนนับสุทธิต่อ 200 วินาที	
	สารมาตรฐาน	ทราย		n = 4	($\bar{X}$ ± S.D.)
ทราย	28.5605	-	-	1217, 1211 1203, 1194	1206 ± 9
Rabbit#	~9.0948	-	-	1210, 1204 1199, 1215	1207 ± 6

หมายเหตุ : n = จำนวนครั้ง

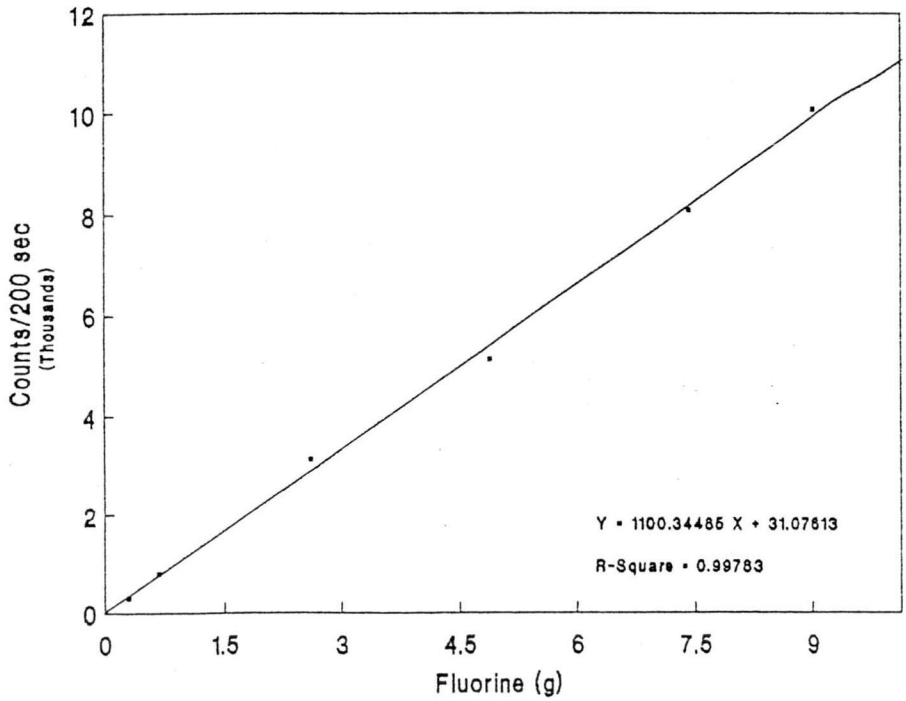
$\bar{X}$ ± SD = ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ใช้ Rabbit ขนาดเล็กบรรจุตัวอย่าง

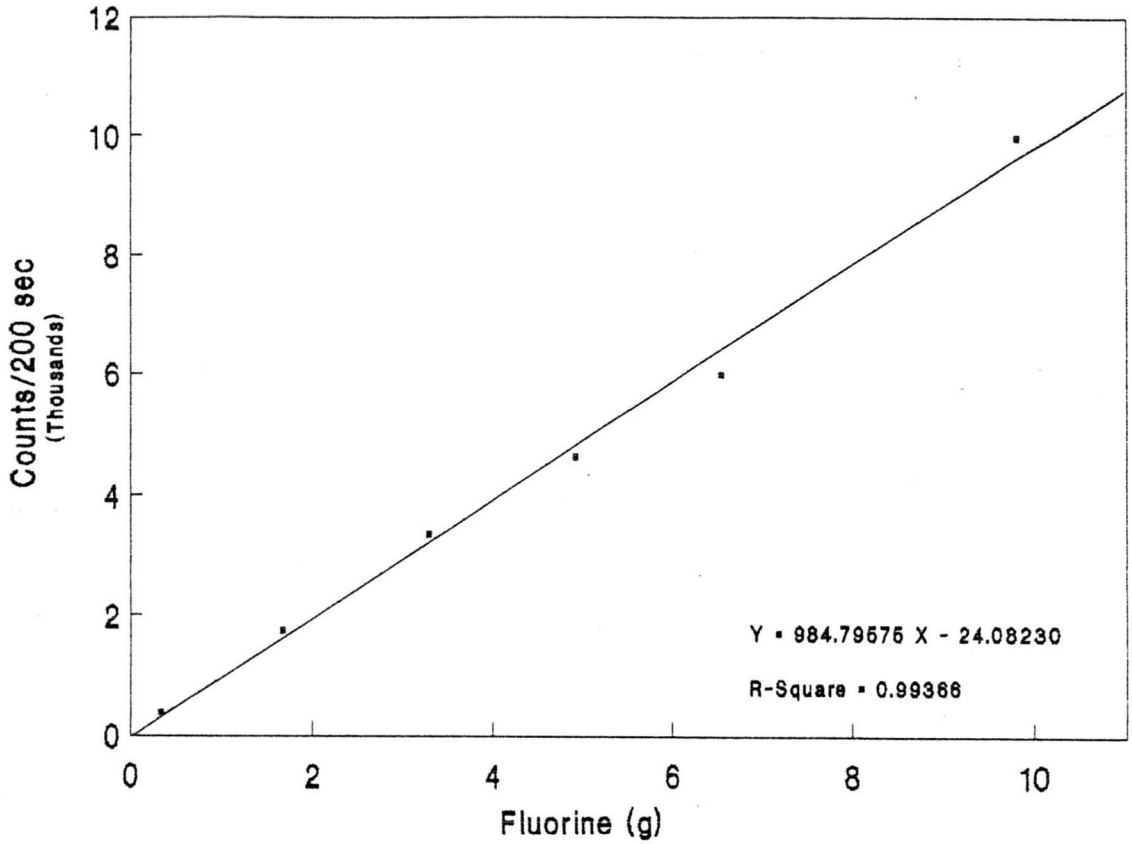
น้ำหนักเฉลี่ยของ Rabbit จำนวน 10 อัน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

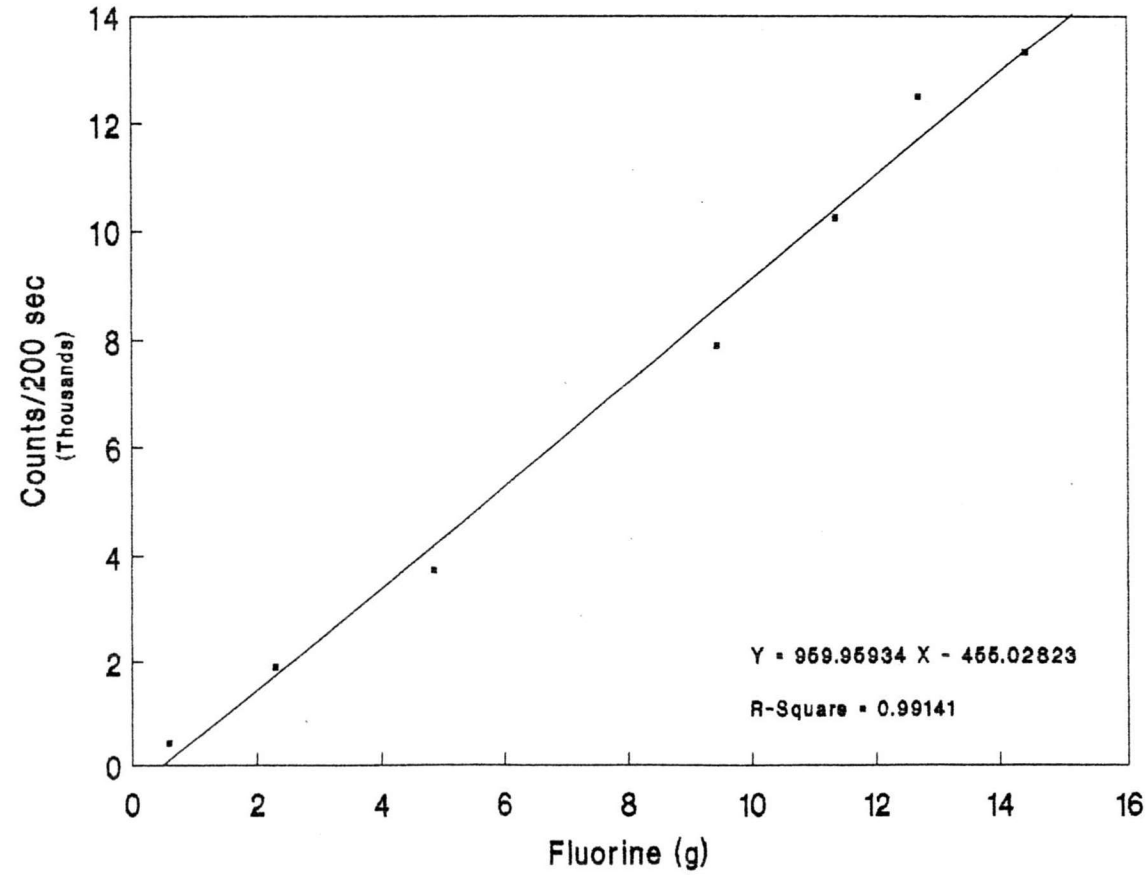
จากตารางที่ 4.2 สามารถนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณฟลูออรีน (กรัม) กับจำนวนนับต่อเวลา 200 วินาที เพื่อใช้เป็นกราฟปรับเทียบของสารมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 4.1 - รูปที่ 4.7



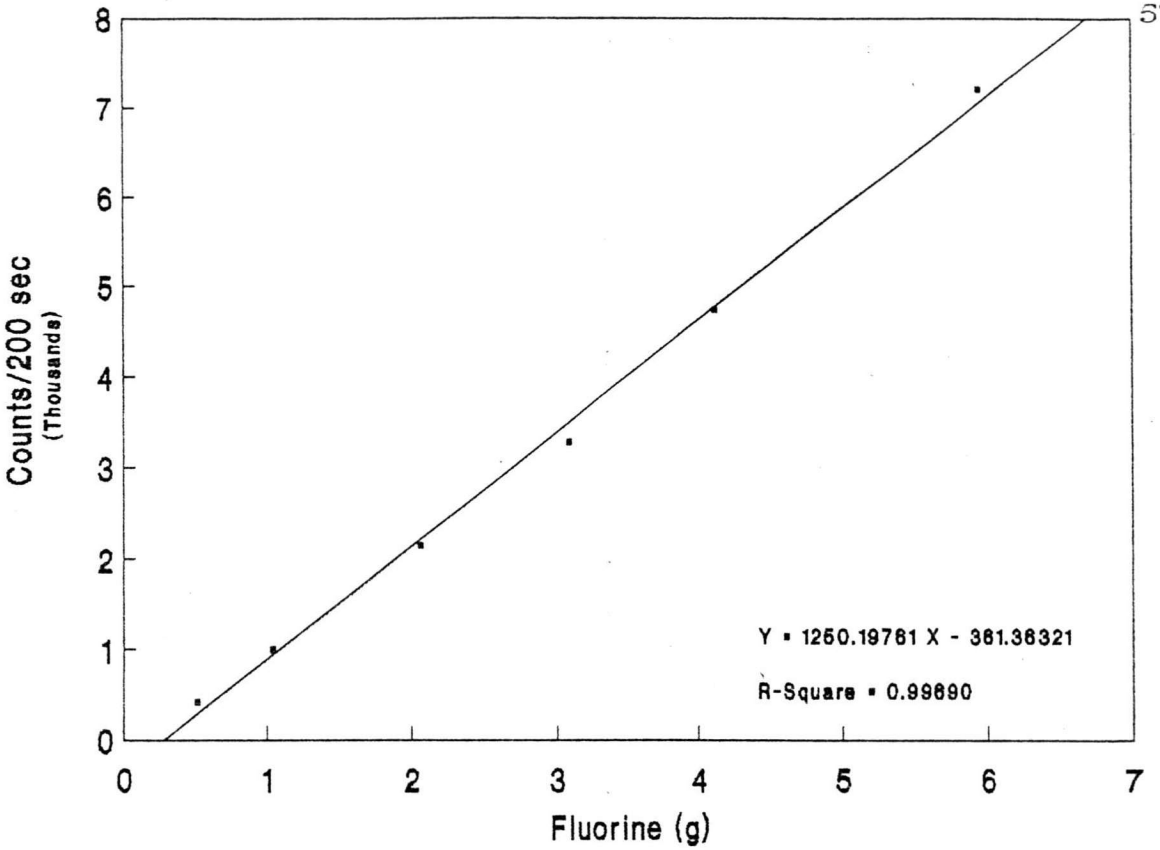
รูปที่ 4.1 กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ CaF_2



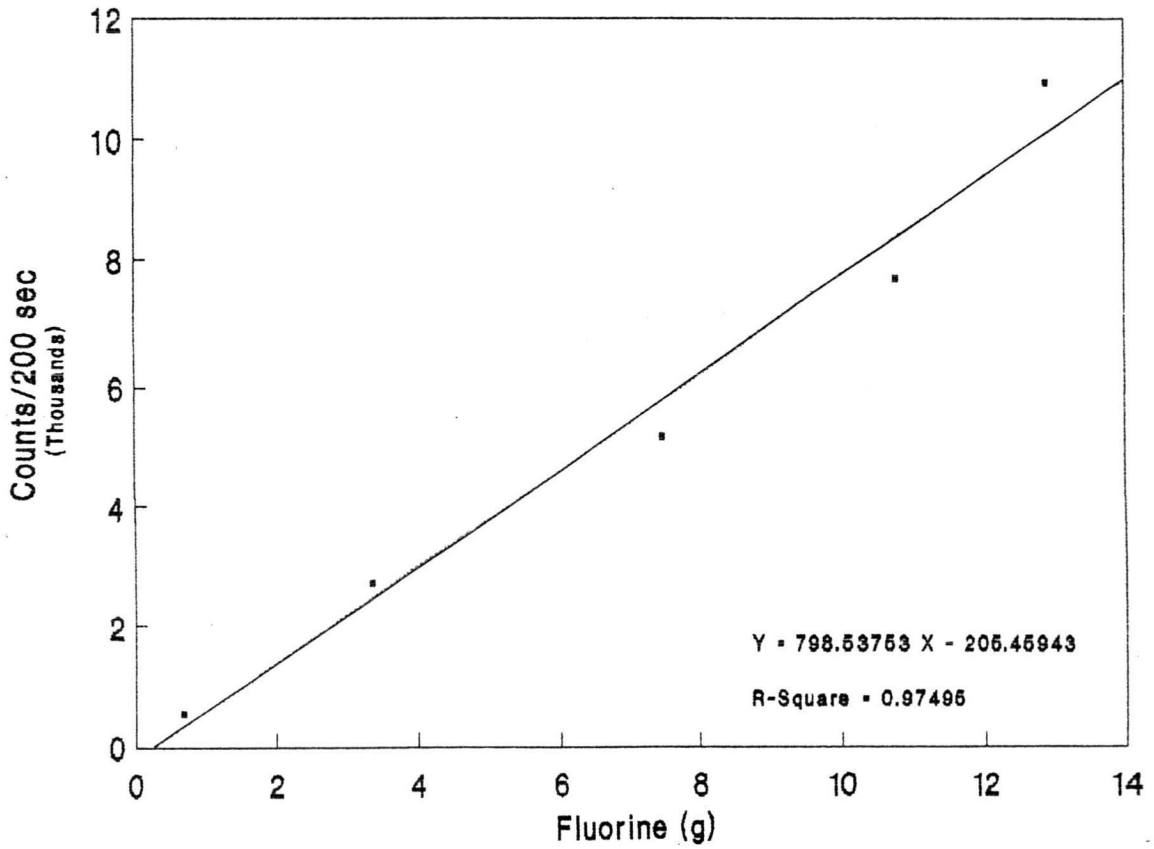
รูปที่ 4.2 กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ KF



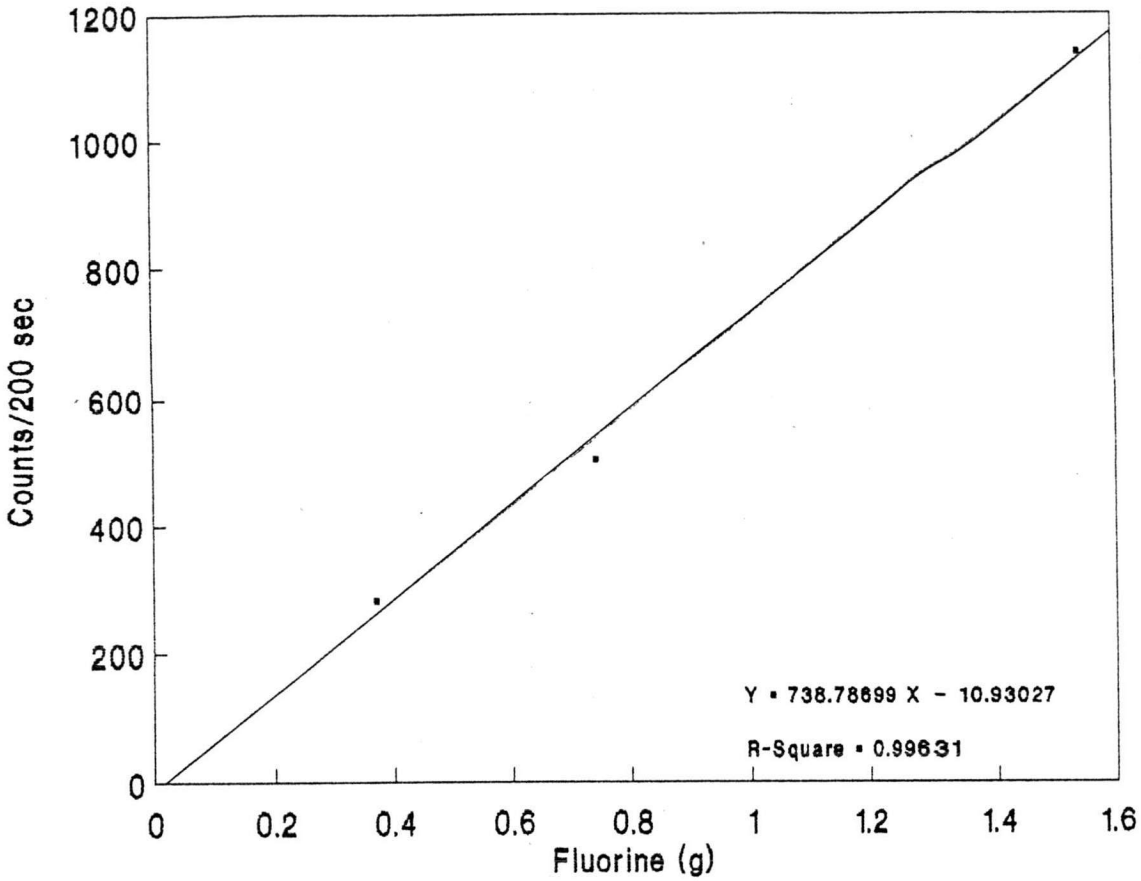
รูปที่ 4.3 กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ NaF



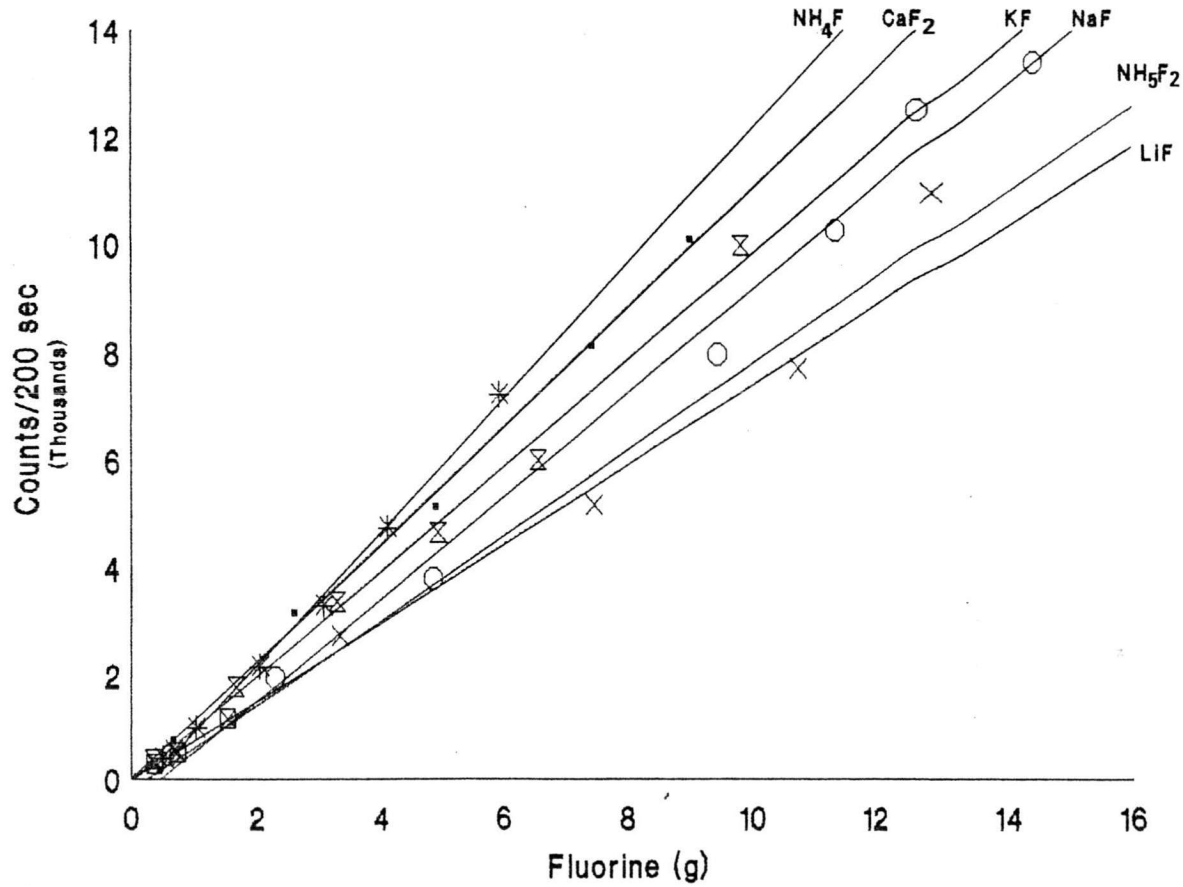
รูปที่ 4.4 กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ NH_4F



รูปที่ 4.5 กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ NH_5F_2



รูปที่ 4.6 กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ LiF



รูปที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบกราฟปรับเทียบของสารมาตรฐานชนิดต่าง ๆ

จากรูปที่ 4.1-4.6 จะแสดงกราฟปรับเทียบของสารมาตรฐานแต่ละชนิด และบอกปริมาณสูงสุดที่จะหาปริมาณฟลูออรีนที่มีอยู่ในสารนั้น ภายใต้เงื่อนไขที่ใช้ในการทดลอง ส่วนในรูปที่ 4.7 นั้นเป็นกราฟรวมทั้งหมด ซึ่งจากกราฟรูปนี้จะแสดงให้เห็นว่าในช่วงที่มีปริมาณฟลูออรีนต่ำ ๆ จำนวนนับที่ได้ของสารมาตรฐานแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันไม่มากนัก ส่วนในช่วงที่มีปริมาณฟลูออรีนสูง จำนวนนับที่ได้จะแตกต่างกันมาก เนื่องจากสารมาตรฐานแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดกลืน (Absorption) นิวตรอนแตกต่างกัน ทำให้ได้จำนวนนับที่มีค่าแตกต่างกันมาก

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟลูออรีนในสารตัวอย่าง (Unknown sample)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟลูออรีนในตัวอย่างแร่ฟลูออไรต์ จำนวน 10 ตัวอย่าง แสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จำนวนนับสุทธิของสารตัวอย่างและปริมาณฟลูออรีน

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวนนับสุทธิต่อ 200 วินาที		ปริมาณฟลูออรีน (กรัม)	ปริมาณฟลูออรีนในตัวอย่าง (%)	% C.V.
		n = 4	($\bar{X} \pm$ S.D.)			
1	14.2695	7402, 7173 7220, 7383	7295 $\pm$ 100	6.6015 $\pm$ 0.091	46.2630 $\pm$ 0.637	1.377
2	13.3592	6927, 6973 7118, 6879	6974 $\pm$ 89	6.3098 $\pm$ 0.162	47.2319 $\pm$ 0.606	1.283
3	14.4151	7660, 7470 7468, 7562	7540 $\pm$ 79	6.8242 $\pm$ 0.072	47.3406 $\pm$ 0.498	1.052
4	14.2263	6202, 5979 6017, 5981	6045 $\pm$ 92	5.4655 $\pm$ 0.084	38.4183 $\pm$ 0.588	1.531

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวนนับสุทธิต่อ 200 วินาที		ปริมาณฟลูออรีน (กรัม)	ปริมาณฟลูออรีนในตัวอย่าง(%)	% C.V.
		n = 4	($\bar{X} \pm$ S.D.)			
5	14.5546	7200, 7233 7245, 7210	7222 $\pm$ 18	6.5352 $\pm$ 0.016	44.9013 $\pm$ 0.112	0.249
6	12.9435	5677, 5654 5826, 6011	5792 $\pm$ 143	5.2356 $\pm$ 0.102	40.4496 $\pm$ 0.788	1.948
7	14.0368	6535, 6757 6773, 6857	6731 $\pm$ 119	6.0889 $\pm$ 0.108	43.3781 $\pm$ 0.771	1.777
8	18.5897	4442, 4490 4374, 4358	4416 $\pm$ 53	3.9850 $\pm$ 0.048	21.4366 $\pm$ 0.259	1.208
9	13.1272	5575, 5743 5919, 5683	5730 $\pm$ 125	5.1792 $\pm$ 0.114	39.4540 $\pm$ 0.865	1.642
10	15.8324	7882, 7899 7854, 7747	7871 $\pm$ 59	7.1250 $\pm$ 0.054	45.0027 $\pm$ 0.339	0.753

หมายเหตุ : n = จำนวนครั้ง

$\bar{X} \pm$ S.D. = ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

% C.V. = % สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน = (S.D. x 100)/ $\bar{X}$

จากตารางที่ 4.3 ปริมาณฟลูออรีนนี้ได้มาจากการคำนวณ โดยใช้กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ CaF_2 ในรูปที่ 4.1 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของปริมาณฟลูออรีนในตัวอย่างแร่อยู่ในช่วง 0-2 เปอร์เซ็นต์

4.4 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชันกับวิธีทางเคมี

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณฟลูออรีนด้วยวิธีฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชันในตารางที่ 4.3 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลวิเคราะห์ทางเคมี (วิธีไตเตรชัน) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชันกับวิธีทางเคมี

ตัวอย่างที่	ปริมาณฟลูออรีนในแร่ (กรัม)/ 100 กรัมตัวอย่าง		% ความแตกต่าง
	ฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชัน	เคมี	
1	46.263	47.041	1.654
2	47.232	48.106	1.817
3	47.341	47.921	1.210
4	38.418	39.020	1.543
5	44.901	45.624	1.585
6	40.450	41.151	1.703
7	43.378	44.155	1.760
8	21.437	21.797	1.652
9	39.454	40.110	1.635
10	45.003	45.649	1.415

หมายเหตุ : วิธีวิเคราะห์ทางเคมีแสดงในภาคผนวก ฉ

จากตารางที่ 4.4 พบว่าผลการวิเคราะห์ทั้งสองวิธี มีค่าความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 1-2 เปอร์เซ็นต์ และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมีโดยส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่า ดังนั้นในการวิเคราะห์หาปริมาณฟลูออรีนนี้สามารถที่จะหาได้จากวิธีฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชันนี้ได้เช่นเดียวกัน

4.5 การตรวจสอบความแม่นยำของการวิเคราะห์โดยวิธีฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชัน

จากการตรวจสอบความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์หาปริมาณฟลูออรีนในสารตัวอย่างที่ 3, 4, 8 และคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การตรวจสอบความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ในตัวอย่างแร่ฟลูออไรต์

ตัวอย่างที่	ครั้งที่	จำนวนนับสุทธิต่อ 200 วินาที	ปริมาณฟลูออรีน (กรัม)	ปริมาณฟลูออรีนในตัวอย่าง (%)
3	1	7712	6.9805	48.4249
	2	7749	7.0141	48.6580
	3	7682	6.9532	48.2355
	4	7625	6.9014	47.8762
	5	7593	6.8723	47.6743
	6	7562	6.8441	47.4787
	7	7449	6.7415	46.7669
	8	7471	6.7614	46.9050
	9	7495	6.7833	47.0569
	10	7574	6.8551	47.5550
	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			47.6631 ± 0.611
	% สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.)			1.2819
4	1	5943	5.3728	37.7667
	2	6087	5.5037	38.6868
	3	6121	5.5346	38.9040
	4	6333	5.7272	40.2578

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ครั้งที่	จำนวนนับสุทธิต่อ 200 วินาที	ปริมาณฟลูออรีน (กรัม)	ปริมาณฟลูออรีนในตัวอย่าง (%)
4	5	6200	5.6064	39.4087
	6	6355	5.7472	40.3984
	7	6300	5.6972	40.0470
	8	6152	5.5627	39.1015
	9	6168	5.5773	39.2042
	10	5894	5.3283	37.4539
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			39.1229 $\pm$ 0.934
	% สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.)			2.3873
8	1	4480	4.0432	21.7497
	2	4477	4.0405	21.7352
	3	4374	3.9469	21.2316
	4	4381	3.9532	21.2655
	5	4470	4.0341	21.7007
	6	4321	3.8987	20.9724
	7	4322	3.8996	20.9772
	8	4501	4.0623	21.8524
	9	4460	4.0250	21.6518
	10	4473	4.0368	21.7153
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			21.4852 $\pm$ 0.321
	% สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.)			1.4941

จากตารางที่ 4.5 พบว่า สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าอยู่ในช่วง 1-2.5 ซึ่งมีค่าน้อยมาก นั่นแสดงว่าการวิเคราะห์ปริมาณฟลูออรีนด้วยวิธีฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชันนี้มีความแม่นยำมาก

4.6 การหาค่าขีดจำกัดของการวิเคราะห์ (Detection limit) (Currie, 1968)

ระดับมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและการวิเคราะห์เชิงปริมาณได้กำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1. ระดับการตัดสินใจ (Decision limit : L_C) หมายถึง ระดับที่ผลการวิเคราะห์ไม่สามารถตัดสินได้ว่ามีธาตุที่ต้องการวิเคราะห์อยู่จริงหรือไม่

2. ระดับการวัด (Detection limit : L_D) หมายถึง ระดับที่ผลการวิเคราะห์สามารถบอกได้ว่ามีธาตุที่ต้องการวิเคราะห์อยู่จริง

3. ระดับการหาปริมาณ (Determination limit : L_Q) หมายถึง ระดับที่การวิเคราะห์เชิงปริมาณสามารถที่จะทำได้อย่างถูกต้องตามที่ต้องการ

ในกรณีที่การวัดสามารถหาค่า Background ได้อย่างถูกต้อง นิพจน์สำหรับใช้งานที่ระดับความมั่นใจ 95 เปอร์เซ็นต์ และยอมให้มีความผิดพลาด 10 เปอร์เซ็นต์ สำหรับระดับต่าง ๆ มีหน่วยเป็นจำนวนนับต่อหน่วยเวลา มีค่าดังต่อไปนี้คือ

$$L_C = 1.64\ \sigma_B \qquad \text{-----(4.1)}$$

$$L_D = 3.29\ \sigma_B \qquad \text{-----(4.2)}$$

$$L_Q = 10\ \sigma_B \qquad \text{-----(4.3)}$$

เมื่อ σ_B = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Background

ค่าของ Background หาได้จากการวัดปริมาณสารมาตรฐาน 0 กรัม

จากการทดลองวัดค่า Background ของสารมาตรฐาน 0 กรัม เป็นจำนวน 100 ครั้ง เพื่อหาค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 จำนวนนับสุทธิต่อ 200 วินาทีของ Background จำนวน 100 ครั้ง

1244	1206	1186	1197	1249	1208	1233	1164	1230	1145
1232	1170	1188	1154	1237	1198	1172	1176	1159	1214
1152	1186	1217	1269	1179	1163	1194	1211	1160	1205
1185	1188	1122	1165	1171	1167	1200	1129	1202	1228
1193	1200	1219	1202	1199	1190	1235	1133	1212	1253
1182	1196	1188	1172	1250	1216	1208	1216	1153	1174
1192	1226	1257	1221	1173	1153	1238	1151	1227	1193
1182	1189	1219	1242	1211	1219	1172	1218	1223	1178
1202	1217	1183	1235	1225	1193	1154	1229	1135	1164
1183	1257	1164	1089	1220	1166	1171	1198	1152	1157
ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน						1194 $\pm$ 35			

ดังนั้น ขีดจำกัดของการวิเคราะห์ภายใต้สภาวะเดียวกันกับการวัดรังสีเพื่อหาปริมาณฟลูออรีนในสารตัวอย่าง สามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ (4.2) ดังนี้คือ

$$L_D = 3.29\ \sigma_B \qquad \text{-----(4.2)}$$

$$= 3.29 \times 35$$

$$= 115$$

เมื่อทราบค่า L_D แล้ว ก็นำไปคำนวณหาปริมาณฟลูออรีนโดยใช้รูปที่ 4.1 พบว่าขีดจำกัดของการหาปริมาณฟลูออรีนในแคลเซียมฟลูออไรด์ด้วยวิธีนี้มีค่าเท่ากับ 75 มิลลิกรัม

4.7 ผลการวัดฟาสต์นิวตรอนฟลักซ์ของต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน ^{238}Pu-Be

ผลการวัดฟาสต์นิวตรอนฟลักซ์ของต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน ^{238}Pu-Be โดยใช้ผงกำมะถันที่อัดเป็นเม็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ฟาสต์นิวตรอนฟลักซ์ของต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน ^{238}Pu-Be

เวลาอาบรังสี (วินาที)	เวลาสลายตัว (วินาที)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวนนับ (cps)	ฟาสต์นิวตรอนฟลักซ์ (n/cm^2 - sec)
773700	420	0.024	0.0905	1.982×10^5
773700	4560	0.024	0.0740	1.625×10^5
เฉลี่ย				1.804×10^5

จากตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของฟาสต์นิวตรอนฟลักซ์นี้มีค่าเท่ากับ 1.804×10^5 n/cm^2 - sec

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การหาปริมาณฟลูออรีนในสารตัวอย่างอนินทรีย์ โดยเทคนิคฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชัน สามารถทำได้โดยนำสารมาตรฐานและสารตัวอย่างไปอาบรังสีนิวตรอน ^{238}Pu-Be ซึ่งมีฟาสต์นิวตรอนฟลักซ์ 1.804×10^{5} n/cm^{2} - sec นาน 40 วินาที แล้วนำมาวัดปริมาณรังสี 20 วินาที ด้วยหัววัด NaI(Tl) ขนาด 3" x 3" และ 5" x 5" ที่ต่อร่วมกัน จากนั้นจึงนำเข้าไปอาบรังสีใหม่ และนำกลับมาวัดปริมาณรังสีอีกครั้งหนึ่ง ทำซ้ำกันจนครบ 10 รอบ จะได้ปริมาณรังสีสะสมเป็นจำนวนนับต่อ 200 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4

จากปริมาณรังสีสะสมที่ได้ นำมาหาปริมาณฟลูออรีนโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของแคลเซียมฟลูออไรด์ พบว่า ปริมาณฟลูออรีนในแร่ฟลูออไรต์มีค่าอยู่ในช่วง 21-48 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์โดยเทคนิคฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชันกับวิธีมาตรฐานทางเคมี คือวิธีไตเตรชัน พบว่าให้ผลแตกต่างกัน 1-2 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ การวิเคราะห์โดยวิธีฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชันจะให้ผลต่ำกว่า จากการศึกษาความไวของการวิเคราะห์ พบว่า ความไวของการวิเคราะห์นี้สามารถหาขีดจำกัดได้ 75 มิลลิกรัม ในตัวอย่างหนัก 30 กรัม ส่วนความแม่นยำของการวิเคราะห์ พบว่า มีความแม่นยำดีเนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรปรับปรุงระบบส่งตัวอย่าง และระบบการวิเคราะห์ให้เป็นแบบอัตโนมัติ เช่น การใช้ Solenoid valve การใช้ Air pump ที่มีความดันสูง เป็นต้น เพื่อจะได้เพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ให้ได้ดียิ่งขึ้น

5.2.2 ควรจะเพิ่มชนิดของสารตัวอย่างในการวิเคราะห์ให้มากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์มากขึ้นทางด้านเหมืองแร่ เช่น แร่ฟลูออร์อะพาไทต์ เป็นต้น

5.2.3 ควรใช้วัสดุกำบังรังสีหุ้มรอบหัววัด เพื่อลดค่า Backgroud ให้ต่ำลง

5.2.4 ควรจะศึกษาการหาปริมาณฟลูออรีนให้ได้ในระดับถึง ส่วนในล้านส่วน (ppm) เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ทางด้านสิ่งแวดล้อม และทางด้านอุตสาหกรรม โดยใช้เครื่องกำเนิดนิวตรอนหรือเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู การเพิ่มระยะเวลาในการอาบรังสีให้มากขึ้น หรือการลดค่าของ Background ให้ต่ำลง เป็นต้น

5.2.5 เนื่องจากในการวิเคราะห์ต้องเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน ซึ่งความถูกต้อง และความรวดเร็วในการวิเคราะห์นี้จะขึ้นอยู่กับสารมาตรฐานที่ใช้ด้วย จึงควรหาชนิดและลักษณะของสารมาตรฐานให้มีลักษณะเดียวกับสารตัวอย่างที่จะวิเคราะห์มากที่สุด

5.2.6 เนื่องจากความแน่นของสารตัวอย่างมีผลต่อการวิเคราะห์มาก ดังนั้น Rabbit ที่บรรจุตัวอย่างแล้วควรจะทำการอัดให้แน่น โดยการโหลด Rabbit ดังกล่าวในท่อส่งตัวอย่างประมาณ 3 เที่ยว