



บทที่ ๔

วิธีดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินงานขั้นแรกเตรียมหากระดาษกราฟที่มีความหนาต่าง ๆ กัน หัววัดรังสีที่ใช้ในการทดลองนี้ คือหัววัดแบบไกเกอร์เคาน์เตอร์ ชนิดหน้าต่างปลาย กับหน้าต่างข้าง ต้นกำเนิดรังสีมีสองชนิด คือ คลอรีน-๓๖ ซึ่งสลายตัวให้รังสีเบต้าพลังงานสูงสุด 0.714 MeV และครึ่งชีวิต 3.08×10^5 ปี กับทลเลียม-๒๐๔ ให้รังสีเบต้าพลังงานสูงสุด 0.766 MeV ครึ่งชีวิต ๓.๘ ปี

๔.๑ เครื่องมือวัดรังสีประกอบด้วย

- G.M. Tube : Nuclear-Chicago 00108 (end window)
- G.M. Tube : Victoreen 6993 (side window)
- High Voltage Supply: ORTEC model 9330; 900-1500 V.
- Power Supply : model 1000 (OAEP) ± 12 , ± 24 , 100 V.
- Amplifier : ORTEC model 940 A
- Scaler : CANBERA model 1771
- Timer : ORTEC model 773
- Plotter : Houston model 2000 (OMNIGRAPHIC)
- Ratemeter : NT 1201

การทดลองใช้หลักการทะลุผ่านของรังสีเบต้า โดยขั้นแรกจัดระยะห่างระหว่างหัววัดรังสีกับตัวกำเนิดรังสีที่ต้องการใช้ แล้ววัดปริมาณรังสีในขณะที่ไม่มีแผ่นกระดาษกั้นเป็นจำนวนนับเฉลี่ยต่อนาที ในตารางที่ได้ต่อไปนี้บางตารางก็อ่านค่า ๓, ๔ หรือ ๕ ครั้ง เฉลี่ย ต่อจากนั้นใช้กระดาษความหนาต่าง ๆ กันกันรังสี อ่านปริมาณรังสีทะลุผ่าน ถ้าในตารางที่อ่าน ๓ ค่า ก็อ่านโดยการเปลี่ยนตำแหน่งกระดาษ ๓ จุด ๆ ละ ๑ นาที แล้วหาค่าเฉลี่ย ปริมาณร้อยละของรังสีทะลุผ่านหาได้จากการเอาค่าปริมาณรังสีเฉลี่ยที่อ่านได้เมื่อใช้แผ่นกระดาษกั้นหารด้วย

ค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีเมื่อไม่มีแผ่นกระดาษกั้นคูณด้วยร้อย จะได้ค่าร้อยละของปริมาณรังสีทะลุผ่านสำหรับกระดาษแต่ละความหนา ค่าร้อยละของปริมาณรังสีทะลุผ่านนี้ทำไว้สำหรับเปรียบเทียบกันในการทดลองแต่ละครั้ง เพราะค่าจำนวนนับต่อนาทีในการทดลองแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับการจัดอุปกรณ์จะไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้เลย

ขั้นสุดท้ายหลังจากจัดอุปกรณ์ได้ที่ ซึ่งให้ผลดีที่สุดแล้ว จึงใช้ค่าจำนวนนับต่อนาทีไปใช้อ่านค่าความหนาของกระดาษได้ โดยไม่ต้องคิดค่าร้อยละของปริมาณรังสีทะลุผ่าน

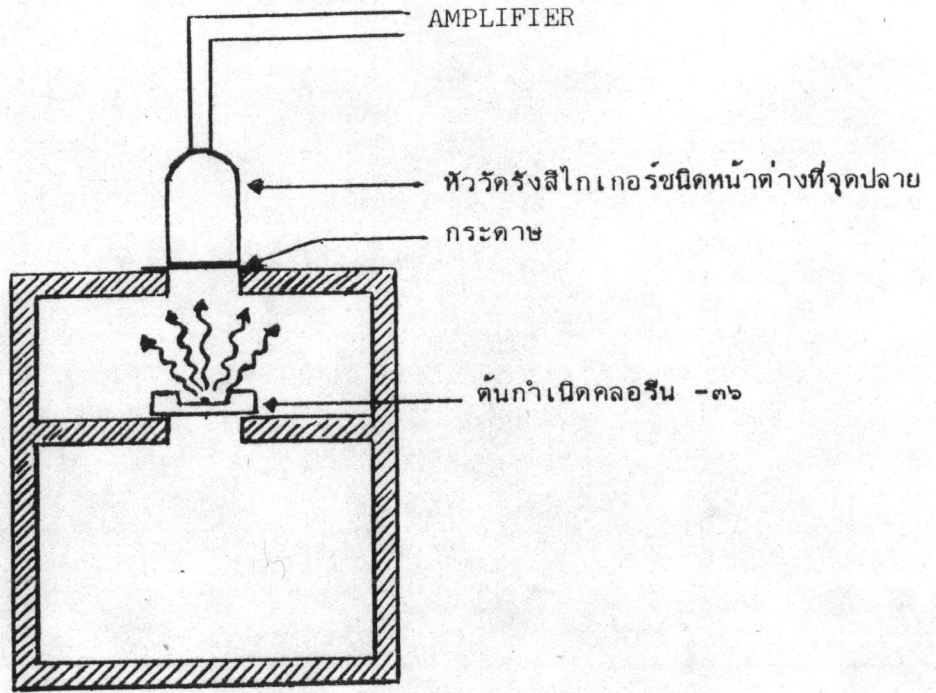
๔.๒ ใช้คลอรีน-๓๖ เป็นต้นกำเนิดรังสี

เนื่องจากการทดลองมีจุดมุ่งหมายที่จะแยกความหนาของกระดาษที่หนาต่างกัน $\pm 5\%$ โดยการใช้รังสี สำหรับคลอรีน-๓๖ เป็นสารละลาย การนำมาเป็นต้นกำเนิดรังสีจะทำให้ได้รูปร่างต่าง ๆ กัน ตามภาชนะที่รองรับ หัววัดรังสีที่ใช้ในกรณีนี้ใช้ชนิดหน้าต่างปลาย

๔.๒.๑ ต้นกำเนิดรังสีชนิดจุด

ใช้แผ่นพลาสติกอย่างหนา เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒ มิลลิเมตร ลึก ๑ เซนติเมตร ใช้กระบอกฉีด (syringe) ฉุดน้ำยาคลอรีน-๓๖ ใส่ไว้คิดเป็นปริมาณ ๐.๘๖๘ ไมโครคูรี

ในการวัด ให้หัววัดรังสีชิดกับกระดาษ ส่วนระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสี กับกระดาษ มีสามระยะ คือ ๒.๐, ๒.๕ และ ๔.๐ เซนติเมตร ผลการวัดแสดงไว้ในตารางที่ ๔.๑, ๔.๒ และ ๔.๓ ตามลำดับ



รูปที่ ๔.๑ แสดงการจัดอุปกรณ์สำหรับหัวหลอดรังสีแบบหน้าต่างปลาย

ตารางที่ ๕.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
ต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๒.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที			ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	26330	25998	26123	26510.33	100
70	22532	22711	22457	22566.67	86.29
80	22069	21889	22232	22063.33	84.37
100	21025	20900	20795	20906.67	79.95
110	21102	20964	21171	21079.00	80.61
127	19782	19853	19911	19848.67	75.90
150	19039	19034	18603	18892.00	72.24
186	18269	18063	17915	18082.33	69.15
230	16743	16659	16690	16697.33	63.85
336	13539	13832	13956	13775.67	52.68

ตารางที่ ๕.๒ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
ต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๓.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที			ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	16618	16431	16591	16546.67	100
70	13570	13470	13507	13515.67	81.68
80	13065	13029	13154	13082.67	79.06
100	12231	12667	12535	12477.67	75.41
110	12230	12445	12178	12284.33	74.24
115	11810	12077	11982	11956.33	72.26
127	12110	12161	12069	12113.33	73.21
150	10911	10610	10613	10711.33	64.73
186	10253	10498	10242	10331.00	62.43
230	9689	9461	9324	9491.33	57.36
336	7047	6918	7056	7007.00	42.35

ตารางที่ ๕.๓ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
ต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๔.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	12954	12822	12836	12940	12888.00	100
70	10950	10863	10919	10819	10887.75	84.48
80	10602	10545	10608	10648	10601.75	82.25
100	10069	10040	10133	10105	10086.75	78.26
110	9922	10055	10182	10115	10068.50	78.12
115	9749	9859	9818	9737	9790.75	75.97
127	9539	9568	9500	9676	9570.75	74.26
150	8929	9090	8884	9099	9000.50	69.84
186	8343	8302	8056	8191	8223.00	63.80
230	7594	7402	7271	7457	7431.00	57.65
336	6003	6370	5832	6140	6086.25	47.22

๕.๒.๒ ต้นกำเนิดรังสีชนิดเส้น

ใช้แผ่นพลาสติกชนิดเป็นร่อง กว้าง ๐.๓๕ เซนติเมตร ยาว ๒.๕ เซนติเมตร และลึก
๐.๕ เซนติเมตร ใช้กระบอกฉีดน้ำยาคลอรีน -๓๖ ฉีดเป็นปริมาณ ๑.๓๐๒ ไมโครคูรี ใส่ไว้
เพื่อทำให้เป็นต้นกำเนิดรังสีชนิดเส้น ในการวัดกระดาษที่ต้องการวัดชิดกับหัววัดรังสีตลอด
ส่วนระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสี กับหัววัดรังสีใช้สามระยะ คือ ๒.๐, ๒.๕ และ ๔.๐ เซนติเมตร
ผลของการวัดแสดงไว้ในตารางที่ ๕.๔, ๕.๕ และ ๕.๖ ตามลำดับ

ตารางที่ ๕.๔ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
ต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๒.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที		ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	41171	41418	41294.5	100
70	36145	36203	36174.0	87.60
80	35986	35801	35893.5	86.92
100	34518	34553	34535.5	83.63
110	33764	34497	34130.5	82.65
115	33469	33454	33461.5	81.03
127	32874	33006	32970.0	79.84
186	29294	29984	29639.0	71.77
230	27700	27790	27745.0	67.19
336	23365	23229	23297.0	56.42

ตารางที่ ๕.๕ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
ต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๓.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที		ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	24353	24301	24327.0	100
70	21471	21465	21468.0	88.25
80	21309	21150	21229.5	87.27
100	20441	20263	20352.0	83.66
110	19798	19886	19842.0	81.56
115	19742	19574	19658.0	80.81
127	19218	19734	19476.0	80.06
150	18560	18813	18686.5	76.81
186	18052	18135	18093.5	74.38
230	16951	16945	16948.0	69.67
336	13699	13826	13762.5	56.57

ตารางที่ ๕.๖ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
ต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๕.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	18502	18517	18590	18544	18538.00	100
70	15882	16229	16080	16116	16077.00	86.73
80	15476	15440	15708	15774	15600.00	84.15
100	15064	14927	14950	15229	15043.00	81.15
110	14903	14811	15287	14967	14992.00	80.87
115	14428	14862	14807	14629	14861.50	79.29
127	14291	14225	14325	14672	14378.75	77.56
150	13446	13352	13578	13683	13514.75	72.90
186	12447	12644	12280	13460	12707.75	68.55
230	11852	11997	11700	11791	11835.00	63.84
336	9023	9134	9414	8974	9136.00	49.28

๕.๒.๓ ต้นกำเนิดรังสีชนิดจาน

ชุดแผ่นพลาสติกให้เป็นรูปกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๕ เซนติเมตร ลึก ๐.๕
เซนติเมตร ใช้สารละลายคลอรีน -๓๖ ประมาณความแรง ๒.๑๗ ไมโครคูรี เทใส่ในจานที่
ทำไว้ เพื่อให้เป็นต้นกำเนิดรังสีชนิดจาน ในการวัดนี้ จัดระบบเช่นเดียวกับสองวิธีข้างต้น
แต่คอยเปลี่ยนระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับกระดาษ และระยะระหว่างกระดาษ กับหัววัดรังสี
ผลการวัดแสดงไว้ในตารางที่ ๕.๗, ๕.๘ และ ๕.๙

ตารางที่ ๕.๗ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
ต้นกำเนิดรังสีกับกระดาษ ๒.๐ เซนติเมตร และกระดาษกับหัววัดรังสี
๐.๕ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	128061	129084	130416	129383	129236.00	100
70	118474	119726	119865	120226	119572.75	92.52
80	118568	119002	120076	118713	119089.75	92.15
100	114822	115326	116318	117346	115953.00	89.72
110	114884	114933	114622	113175	114403.50	88.52
115	112668	113852	114322	112404	113311.50	87.68
127	113166	113188	113672	112966	113248.00	87.63
150	109098	109589	109728	108316	109182.50	84.48
186	107349	104921	104792	104382	105361.00	81.53
230	98249	101895	100357	101136	100409.25	77.69
336	90184	86863	87473	86065	87646.25	67.82

ตารางที่ ๕.๘ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
 ต้นกำเนิดรังสีกับกระดาษ ๔.๐ เซนติเมตร และกระดาษกับหัววัดรังสี
 ๑.๕ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที			ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	70849	71336	72426	71537.00	100
70	60560	60993	61559	61037.33	85.32
80	59219	58704	58973	58965.33	82.43
100	57194	57096	58246	57512.00	80.39
110	56870	56828	56789	56829.00	79.44
115	55396	55602	55460	55486.00	77.56
127	53942	54393	53953	54096.00	75.62
150	51780	51954	52148	51960.67	72.63
186	48549	49053	48693	48765.00	68.17
230	45854	44679	45461	45331.33	63.37
336	36290	36092	36372	36251.33	50.67

ตารางที่ ๕.๔ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
ต้นกำเนิดรังสีกับกระดาษ ๖.๐ เซนติเมตร และกระดาษกับหัววัดรังสี
๒.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที			ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	33814	33956	34505	34091.67	100
70	26810	27053	26914	26925.67	78.98
80	26326	25542	26277	26048.33	76.41
100	24977	24887	24502	24788.67	72.71
110	24167	23890	24284	24113.67	70.73
115	24035	24010	23700	23915.00	70.15
127	23322	23463	23402	23395.67	68.62
150	21435	21238	21731	21468.00	62.97
186	20391	19959	20153	20167.67	59.16
230	17951	17760	18509	18073.33	53.01
336	14080	13204	13499	13594.33	39.87

๕.๓ ใช้ฟิล์มเลียม -๒๐๔ ชนิดงานเป็นต้นกำเนิดรังสี

ฟิล์มเลียม -๒๐๔ ชนิดงานเป็นชนิดที่ใช้อยู่ในห้องทดลอง บรรจุอยู่ในอะลูมิเนียม
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๕ เซนติเมตร หนา ๐.๕ เซนติเมตร ความแรงขนาด ๑
ไมโครคูรี เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๑๗ ซึ่งขณะที่ทำการทดลองนี้ความแรงจะลดลงเหลือประมาณ
๐.๒๕ ไมโครคูรี เท่านั้น การทดลองใช้หัววัดรังสีเบต้าชนิดหน้าต่างปลาย ผลของการวัด
แสดงไว้ในตารางที่ ๕.๑๐

ตารางที่ ๕.๑๐ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
ต้นกำเนิดรังสีกับกระดาษ ๓.๐ เซนติเมตร และกระดาษกับหัววัดรังสี
๐.๕ เซนติเมตร

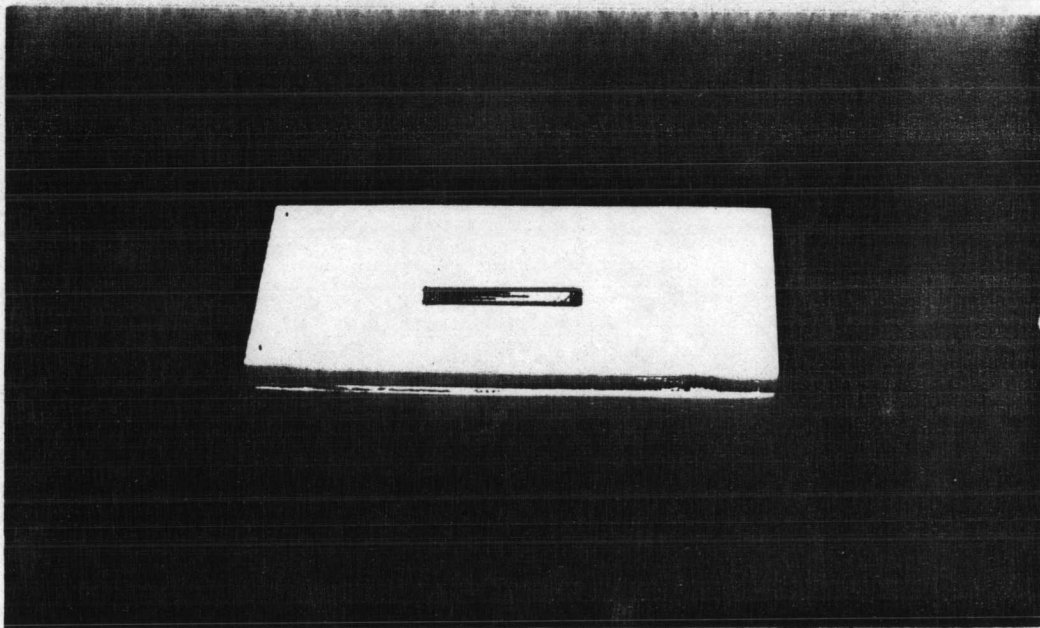
ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที		ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
NONE	5438	5547	5493	100
70	4307	4203	4255	77.47
80	4045	4195	4120	75.01
100	3897	3906	3902	71.03
110	3813	3826	3819.5	69.54
115	3689	3695	3692	67.22
127	3526	3574	3550	64.63
150	3279	3431	3355	61.08
186	3164	3171	3168	57.67
230	2831	2731	2781	50.63
336	2192	2178	2185	39.78

๕.๔ ใช้ฟิล์มเลียม -๒๐๔ ชนิดที่ใช้ทางคานอุตสาหกรรมเป็นต้นกำเนิดรังสี

ต้นกำเนิดรังสีนี้ ส่งเข้ามาใหม่จากต่างประเทศ เพิ่งมาถึงเมื่อเดือนสิงหาคม ๒๕๒๒.
ขนาดความแรง ๒๕ มิลลิคูรี ลักษณะเป็นแผ่นอะลูมิเนียม ขนาดกว้าง ๒.๕ เซนติเมตร
ยาว ๒๒ เซนติเมตร มีฟิล์มเลียม -๒๐๔ เคลือบอยู่ตรงกลางขนาด กว้าง ๑.๗ เซนติเมตร
ยาว ๑๗ เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ ๕.๒ การที่จะนำเอาต้นกำเนิดรังสีนี้ไปใช้ เพื่อไม่ให้
รังสีกระจายมากเกินไปจนความจำเป็น จึงนำแผ่นตะกั่วหนาสองแผ่นมาประกบด้านหน้า และ
ด้านหลัง โดยเจาะแผ่นหน้าให้เป็นรูสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพื่อเป็นช่องให้รังสีผ่านออกมา ขนาด
ของช่องกว้าง ๑.๕ เซนติเมตร ยาว ๔.๕ เซนติเมตร แต่แผ่นตะกั่วอ่อนโค้งงอง่าย
ไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย จึงใช้แผ่นพลาสติกหนาประกบทับทั้งสองด้านอีกชั้นหนึ่ง ดังแสดง
ในรูปที่ ๕.๓ ชั้นต่อไปทำท่อสำหรับบีบลำรังสี เพื่อมาปิดทับบนช่องที่เปิดไว้ให้ลำรังสีขยาย

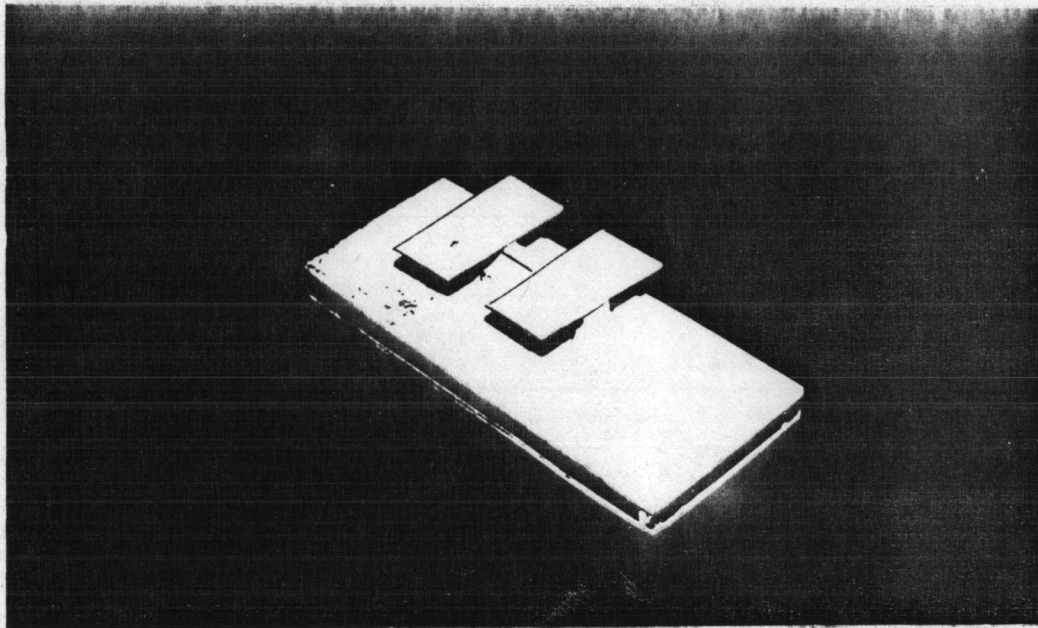


รูปที่ ๕.๒ แสดงลักษณะของต้นกำเนิดทึบเลี่ยม -๒๐๔ ชนิดใช้ในทางอุตสาหกรรม



รูปที่ ๕.๓ แสดงลักษณะของต้นกำเนิดรังสีที่ประกบไว้ด้วยแผ่นตะกั่ว

ขนาดเล็ก หรือใหญ่ได้ตามต้องการ ทั้งนี้ เพื่อให้พอเหมาะกับขนาดของหัววัดรังสี
เมื่อใช้ท่อปิบลำรังสีปิดลงไปแล้ว จะทำให้ได้ลำรังสีขนาน เนื่องจากมีช่องเปิดหัว-ท้าย
เท่ากัน ลักษณะของต้นกำเนิดรังสีที่ประกบด้วยแผ่นตะกั่ว แล้วปิดทับด้วยท่อปิบลำแสง
ดังแสดงในรูปที่ ๕.๔

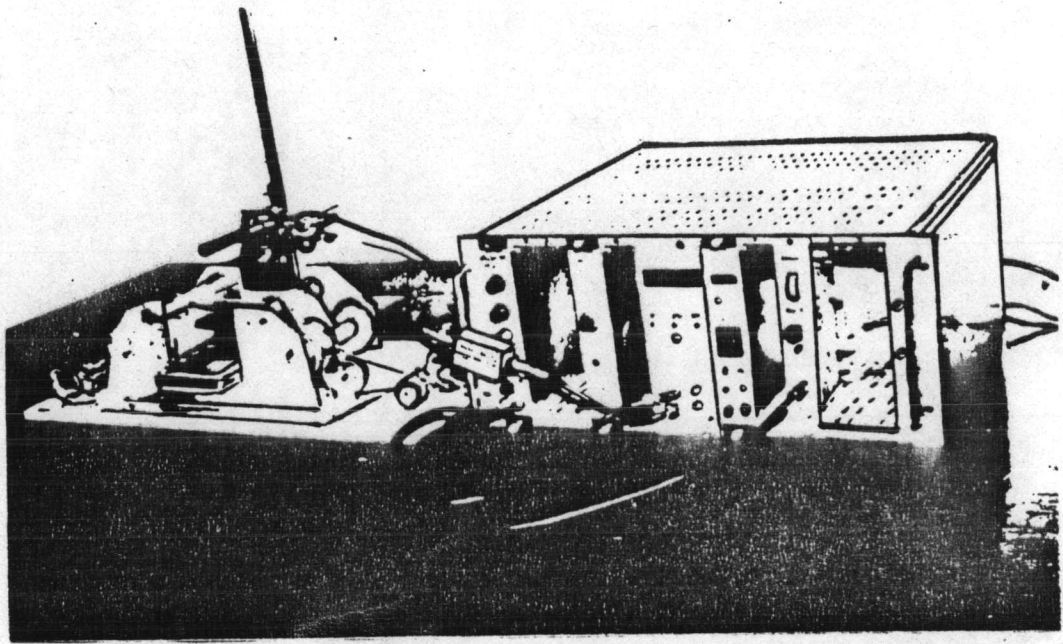


รูปที่ ๕.๔ แสดงลักษณะของต้นกำเนิดรังสีพร้อมกับท่อปิบลำรังสี ซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้งาน

ในการทดลองขั้นต่อไป ใช้หัววัดรังสีชนิดหน้าต่างข้างโดยตลอด เนื่องจาก
ลักษณะของต้นกำเนิดเมื่อใช้ท่อปิบลำรังสีแล้ว จะอยู่ในลักษณะของต้นกำเนิดชนิดเส้น เป็น
การทดลองหาขนาดของลำรังสีที่พอเหมาะ กับระยะทางที่พอเหมาะในการวัดความหนาของ
กระดาษ ดังนี้

๕.๔.๑ ท่อปิบลำรังสีสูง ๑๔ เซนติเมตร มีช่องเปิด ขนาด ๐.๔ x ๓.๐ เซนติ-
เมตร ขณะทำการวัด กระดาษที่จะวัดปิดอยู่ที่ปากท่อปิบลำแสง คือ ระยะระหว่างต้นกำเนิด

รังสี กับกระดาศ เป็น ๑๕ เซนติเมตร ส่วนระยะระหว่างกระดาศถึงหัววัดรังสีเปลี่ยนแปลงไปสามระยะ คือ ๔๐, ๒๕ และ ๕ เซนติเมตร ผลของการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ ๕.๑๑, ๕.๑๒ และ ๕.๑๓ ตามลำดับ



รูปที่ ๕.๕ แสดงอุปกรณ์การวัดความหนาของกระดาศที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ ๕.๑๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๔๐ เซนติเมตร (เปิดหน้าต่างหัววัดรังสีหมด)

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	4623	4875	4776	5062	4834	100
70	4138	4098	4085	4093	4103.5	84.89
80	3992	4005	4027	3952	3944.0	82.62
100	3977	3873	3816	3832	3874.5	80.15
110	3687	3608	3714	3723	3683.0	76.19
115	3727	3645	3668	3727	3691.75	76.75
127	3599	3595	3652	3446	3573.0	73.91
150	3217	3335	3322	3260	3283.5	67.92
186	3042	3043	3151	3053	3072.25	63.55
230	2833	2626	2699	2759	2729.25	56.46
336	2132	2109	2025	2136	2100.5	43.45

ตารางที่ ๕.๑๒ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๒๕ เซนติเมตร (เปิดหน้าต่างหัววัด ๐.๒x๒.๕
เซนติเมตร)

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	1164	1165	1135	1145	1152.25	100
70	858	868	862	830	854.50	74.16
80	847	844	827	844	840.5	72.94
100	811	784	801	825	805.25	69.88
110	791	810	796	798	798.75	69.32
115	813	732	745	781	767.75	66.63
127	717	729	754	744	736.0	63.87
150	731	741	688	744	726.0	63.00
186	676	676	676	645	668.25	57.99
230	602	644	626	579	612.75	53.19
336	534	528	521	555	534.5	46.39

ตารางที่ ๕.๑๓ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษถึงหัววัดรังสี ๕.๐ เซนติเมตร เปิดหน้าต่างหัววัดรังสี ๐.๒x๒.๕
เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	2281	2313	2316	2253	2290.75	100
70	1626	1649	1609	1601	1621.25	70.77
80	1474	1539	1562	1480	1513.75	66.08
100	1397	1432	1411	1388	1407.00	61.42
110	1385	1477	1433	1404	1424.75	62.19
115	1331	1321	1421	1364	1359.25	59.34
127	1308	1324	1321	1281	1308.50	57.12
150	1166	1186	1176	1165	1173.25	51.22
186	1110	1144	1044	1139	1109.25	48.42
230	1024	1058	1103	1016	1050.25	45.85
336	765	796	759	846	791.50	34.55

๕.๔.๒ ท่อبيبลาร์รังสีสูง ๗.๕ เซนติเมตร มีช่องเปิดกว้าง ๐.๑x๒.๕ เซนติเมตร
การทดลองขั้นต่อไป เปิดหน้าต่างหัววัดรังสี ขนาด ๐.๒x๒.๕ เซนติเมตร โดยตลอด
กระดาษที่ใช้ในการทดลองมีความหนาใกล้เคียงกันมาก โดยการนำกระดาษตัวอย่างชุดใหม่มาตัด
วัดขนาดพื้นที่, ซึ่ง, แล้วคำนวณหาหน้าหนักเป็นกรัมต่อตารางเมตร การใช้กระดาษที่หนาใกล้เคียง
กันก็เพื่อทดสอบว่า การวัดด้วยรังสีจะสามารถแยกความหนาของกระดาษที่ใกล้เคียงกันเหล่านี้ได้
หรือไม่ โดยใช้ระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงกระดาษคงที่ คือ ๗.๕ เซนติเมตร ส่วนระยะ
ระหว่างกระดาษถึงหัววัดรังสีเปลี่ยนแปลงไป ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ ๕.๑๔, ๕.๑๕,
๕.๑๖ และ ๕.๑๗

ตารางที่ ๕.๑๔ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๑.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	6964	6836	6942	6845	6896.75	100
71.41	5135	5178	5336	5211	5215.00	75.61
72.78	5290	5361	5189	5280	5280.00	76.56
72.93	5256	5382	5257	5376	5317.75	77.01
74.07	5165	5144	5339	5327	5243.75	76.03

ตารางที่ ๕.๑๕ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๒.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	4411	4385	4442	4487	4431.25	100
71.41	2864	2817	2853	2867	2850.25	64.32
72.78	2696	2763	2669	2735	2715.75	61.29
72.93	2886	2834	2735	2892	2836.75	64.02
74.07	2755	2709	2735	2696	2723.75	61.47

ตารางที่ ๕.๑๖ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๓.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	2358	2447	2420	2374	2399.75	100
71.41	1452	1493	1398	1457	1450.00	60.42
72.78	1453	1352	1496	1495	1449.00	60.38
72.93	1512	1525	1418	1433	1472.00	61.34
74.07	1347	1386	1379	1453	1391.25	57.97

ตารางที่ ๕.๑๗ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๕.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	1597	1651	1570	1540	1589.5	100
71.41	949	929	971	930	944.75	59.44
72.78	915	997	908	916	934.00	58.76
72.93	979	946	1002	1044	992.75	62.46
74.07	945	952	947	919	940.75	59.18

๕.๔.๓ ท่อبيبลำรังสีสูง ๗.๕ เซนติเมตร มีช่องเปิด ๐.๒x๒.๕ เซนติเมตร

ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับ ๕.๔.๒ ทุกประการ แตกต่างกันเฉพาะช่อง
เปิดของท่อبيبแสงโตเป็นสองเท่า ผลลัพธ์ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ ๕.๑๘, ๕.๑๙, ๕.๒๐
และ ๕.๒๑ เมื่อเปลี่ยนระยะระหว่างกระดาษถึงหัววัดรังสี เป็น ๒.๐, ๓.๐, ๔.๐ และ ๕.๐
เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ ๕.๑๘ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๒.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	14116	14275	14100	14232	14180.75	100
71.41	9223	9320	9004	9190	9184.25	64.76
72.78	9234	9861	8885	8854	8958.50	63.17
72.93	8940	8872	9173	9234	9054.75	63.85
74.07	8497	8647	9032	9090	8816.50	62.17

ตารางที่ ๕.๑๔ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๓.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	8158	8316	8167	8136	8179.25	100
71.41	4882	4981	5000	5066	4982.25	60.91
72.78	4687	4844	4945	4736	4803.00	58.72
72.93	4901	4855	4993	4853	4900.50	59.91
74.07	5095	5031	4659	4972	4939.25	60.39

ตารางที่ ๕.๒๐ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๔.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	5142	5067	5104	5114	5106.75	100
71.41	3133	3035	3085	3028	3070.25	60.12
72.78	3031	3030	3048	2844	2988.25	58.51
72.93	2989	3024	3135	2977	3031.25	59.36
74.07	2920	2869	3058	3115	2990.50	58.50

ตารางที่ ๕.๒๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๕.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	3279	3280	3217	3245	3255.25	100
71.41	2111	2017	2056	2006	2047.50	62.90
72.78	1957	1957	1925	1882	1930.25	59.30
72.93	1959	2070	1981	1987	1999.25	61.42
74.07	1976	1850	1937	1993	1939.00	59.56

๕.๔.๔ ท่อปีบลำรังสีสูง ๔.๕ เซนติเมตร มีช่องเปิด ๐.๐๔๖x๒.๕ เซนติเมตร

ใช้ระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับกระดาษที่ ๔.๕ เซนติเมตร ระยะระหว่างกระดาษถึงหัววัดรังสี ๑.๕ เซนติเมตร เนื่องจากช่องเปิดเล็กเกินไป ปริมาณรังสีที่ออกมาน้อย จึงไม่มีการปรับระยะระหว่างกระดาษกับหัววัดรังสี คือ วัดเพียงระยะ ๑.๕ เซนติเมตร ค่าเดียว ผลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ ๕.๒๒

ตารางที่ ๕.๒๒ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะกระดาษกับหัววัดรังสี ๑.๕ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	1595	1676	1655	1662	1647.00	100
69.73	1593	1446	1412	1524	1493.75	90.69
72.67	1450	1411	1345	1395	1400.25	85.02
74.05	1384	1485	1365	1443	1419.25	86.17
74.98	1346	1347	1390	1410	1373.25	83.38

๕.๔.๕ ท่อปีบลำรังสีสูง ๔.๕ เซนติเมตร มีช่องเปิด ๐.๒x๒.๕ เซนติเมตร

ท่อปีบลำแสงสูงเท่ากับหัวข้อ ๕.๔.๔ แต่ช่องเปิดโตขึ้นทำให้วัดปริมาณรังสีได้สูง จึงวัดโดยปรับระยะระหว่างหัววัดรังสีกับกระดาษหลายระดับ คือ ๒, ๓, ๔, ๕, ๖, ๗, และ ๘ เซนติเมตร ในการวัดใช้กระดาษปิดที่ปากท่อปีบลำแสงเหมือนเดิม ค่าที่วัดได้แสดงในตารางที่ ๕.๒๓, ๕.๒๔, ๕.๒๕, ๕.๒๖ ๕.๒๗, ๕.๒๘ และ ๕.๒๙ ตามลำดับ

ตารางที่ ๕.๒๓ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๒.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	14881	14446	14518	14549	14788	14636.4	100
71.41	9353	9251	9858	9437	9501	9480.0	64.77
72.78	9809	9562	9476	9224	9216	9457.4	64.61
72.93	9583	9533	9285	9083	9326	9362.0	63.96
74.07	9247	9381	9189	9117	9010	9188.8	62.78

ตารางที่ ๕.๒๔ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๓.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	7682	7931	7678	7654	7753	7739.6	100
71.41	4166	4247	4304	4155	4367	4247.8	54.88
72.78	4065	3896	4056	4106	4270	4078.6	52.70
72.93	4156	4136	4148	4072	4223	4147.6	53.58
74.07	3838	3903	4173	3960	4076	3990.0	51.55

ตารางที่ ๕.๒๕ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๔.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	4748	4905	4837	4848	4746	4816.6	100
71.41	2565	2683	2546	2620	2650	2612.8	54.24
72.78	2628	2468	2585	2608	2537	2565.2	53.26
72.93	2599	2529	2562	2597	2617	2580.8	53.58
74.07	2513	2576	2505	2638	2494	2545.2	52.85

ตารางที่ ๕.๒๖ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๕.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	2939	2920	2888	2937	2848	2905.4	100
71.41	1631	1635	1785	1622	1680	1670.6	57.50
72.78	1558	1584	1616	1632	1681	1614.2	55.56
72.93	1629	1727	1688	1736	1674	1690.8	58.19
74.07	1618	1735	1709	1677	1641	1676.0	57.68

ตารางที่ ๕.๒๗ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๖.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	2081	2106	2187	2241	2142	2151.4	100
71.41	1244	1158	1190	1216	1244	1210.4	56.26
72.78	1213	1194	1190	1263	1251	1222.2	56.80
72.93	1271	1268	1305	1218	1271	1266.6	58.87
74.07	1163	1168	1191	1268	1265	1211.0	56.29

ตารางที่ ๕.๒๘ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๗.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	1560	1514	1625	1593	1514	1561.2	100
71.41	921	950	906	983	930	938.0	60.08
72.78	929	948	918	990	949	946.8	60.64
72.93	966	945	917	981	905	942.8	60.39
74.07	931	921	963	921	930	933.2	59.77

ตารางที่ ๕.๒๔ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๘.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	1200	1229	1213	1192	1237	1214.2	100
71.41	750	759	764	718	805	759.2	62.53
72.78	695	703	739	700	680	704.6	58.03
72.93	713	761	736	730	727	733.4	60.40
74.07	691	701	750	714	729	717.0	59.05

๕.๔.๖ ท่อปบลำรังสีสูง ๔.๕ เซนติเมตร ช่องเปิด ๐.๑๕x๒.๕ เซนติเมตร

การทดลองนี้ใช้กระดาษปิดที่ช่องเปิดของท่อปบลำรังสี แล้วเปลี่ยนระยะระหว่าง
กระดาษกับหัววัดรังสีเป็นสองระดับ คือ ๔.๕ เซนติเมตร กับ ๖.๐ เซนติเมตร โดยใช้
หน้าตาของหัววัดเท่าเดิม คือ กว้าง ๐.๒ เซนติเมตร ยาว ๒.๕ เซนติเมตร ผลดังแสดง
ในตารางที่ ๕.๓๐ กับ ๕.๓๑

ตารางที่ ๕.๓๐ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๔.๕ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	11873	11832	11713	11946	11812	11835.2	100
76.25	6339	6112	6396	6354	6498	6339.8	53.56
76.72	6187	6165	6176	6252	6391	6234.2	52.67
96.96	5433	5433	5625	5538	5487	5503.2	46.50
103.84	5414	5399	5367	5384	5384	5389.6	45.54
118.99	5257	5075	5176	5175	5992	5155.0	43.56
127.28	4753	4682	4928	4753	4787	4780.6	40.39

ตารางที่ ๕.๓๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อระยะ
กระดาษกับหัววัดรังสี ๖.๐ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	6376	6460	6536	6444	6454.0	100
76.25	3580	3709	3678	3790	3689.25	57.16
76.72	3624	3544	3588	3601	3589.25	55.61
96.96	3113	3205	3198	3178	3173.50	49.17
103.84	2982	3297	3082	3141	3125.50	48.43
118.99	2891	2745	2990	2881	2876.75	44.57
127.28	2620	2791	2817	2719	2736.75	42.40
139.97	2625	2604	2559	2580	2592.00	40.16

๕.๕ การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของขนาดหน้าตัดหัววัดรังสี

โดยการจัดอุปกรณ์อื่น ๆ ให้คงที่ตลอด คือ ใช้ท่อปีบลำรังสีสูง ๔.๕ เซนติเมตร มีช่องเปิด ๐.๑๕x๒.๕ เซนติเมตร ระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงกระดาษ ๖.๕ เซนติเมตร และระยะระหว่างกระดาษถึงหัววัดรังสี ๔.๕ เซนติเมตร สิ่งที่เปลี่ยนแปลง คือ ขนาดของหน้าตัดหัววัดรังสี เพื่อที่จะหาว่าหน้าตัดขนาดไหนจึงจะให้ความแตกต่างของปริมาณรังสีได้มากน้อยกว่ากัน เมื่อใช้วัดความหนาของกระดาษต่าง ๆ กัน ขนาดของหน้าตัดหัววัดรังสีที่ใช้ทดลอง มี ๔ ขนาด คือ ๐.๒x๒.๕ เซนติเมตร, ๐.๕x๓.๐ เซนติเมตร, ๑.๓x๓.๐ เซนติเมตร และเปิดหมด ผลที่ได้จากการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ ๕.๓๒, ๕.๓๓, ๕.๓๔ และ ๕.๓๕

ตารางที่ ๕.๓๒ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อเปิดหน้าตัดหัววัดรังสีขนาด ๐.๒x๒.๕ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที				ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	5172	5180	5241	5132	5181.25	100
72.78	3756	3699	3758	3653	3716.50	71.73
80.39	3460	3474	3373	3431	3434.50	66.29
127.67	2805	2863	2835	2790	2823.25	54.49
183.91	2317	2391	2367	2333	2352.00	45.39
225.99	2054	2137	2029	2004	2056.00	39.68
340.50	1383	1453	1459	1489	1446.00	27.91

ตารางที่ ๕.๓๓ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อเปิด
หน้าต่างหัววัดรังสีขนาด ๐.๕x๓.๕ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	13620	13652	13856	13629	13563	13664.0	100
72.78	9425	9364	9411	9373	9591	9432.8	69.03
80.39	9139	8972	9119	8936	8979	9029.0	66.08
127.67	7651	7550	7495	7621	7529	7569.2	55.39
183.91	6276	6184	6119	6197	6284	6212.0	45.46
225.99	5270	5092	5072	5211	5350	5199.0	38.05
340.50	3670	3469	3502	3661	3633	3587.0	26.25

ตารางที่ ๕.๓๔ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อเปิด
หน้าต่างหัววัดรังสีขนาด ๑.๓x๓.๕ เซนติเมตร

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	25734	25871	25774	25836	25716	25786.2	100
72.78	18262	18312	18097	18783	18525	18395.8	71.34
80.39	17470	17615	17519	17496	17741	17568.2	68.13
127.67	14754	14823	14795	14449	14500	14664.2	56.87
183.91	12162	11972	12185	12064	12152	12107.0	46.95
225.99	10424	10441	10574	10800	10824	10612.6	41.16
340.50	6961	6588	6876	6874	6789	6817.6	26.44

ตารางที่ ๕.๓๕ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อเปิดหน้าต่างหัววัดรังสีหมด

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					ค่าเฉลี่ย	% ทะลุผ่าน
0	26832	27074	27230	27113	27255	27100.8	100
72.78	19185	19478	19010	19493	19228	19278.8	71.41
80.39	18248	18020	18364	18123	18238	18198.6	67.15
127.67	15540	15528	15436	15455	15310	15453.8	57.02
183.91	12503	12460	12331	12794	12326	12482.8	46.06
225.99	10935	11202	10999	10901	10925	10992.4	40.56
340.50	7587	7426	7538	7454	7669	7534.8	27.80

๕.๖ การทดลองความชื้นมีผลต่อการวัดความหนาของกระดาษ

ความชื้นของกระดาษจะเปลี่ยนแปลงตามความชื้นของอากาศ แต่การเปลี่ยนแปลงของความชื้นอากาศเป็นไปอย่างเชื่องช้า จึงไม่สามารถที่จะมีผลต่อการวัดปริมาณรังสีที่จะให้สังเกตได้ ตามทฤษฎีกระดาษที่หนากว่า (น้ำหนักต่อตารางพื้นที่มากกว่า) ย่อมดูดกลืนรังสีได้มากกว่า กระดาษแผ่นเดียวกัน เมื่อได้รับความชื้นสูงขึ้น น้ำหนักก็จะมากขึ้น ผลการทดลองในตารางที่ ๕.๓๖ แสดงการเปรียบเทียบกระดาษแห้งกับกระดาษเปียกดูดกลืนรังสีได้ไม่เท่ากัน กระดาษชนิดเดียวกัน ด้านซ้ายมือของตารางที่ ๕.๓๖ เป็นกระดาษในภาวะปกติ ส่วนทางด้านขวามือเป็นกระดาษที่พื้นละอองน้ำให้ชื้น ผลปรากฏว่า เปอร์เซนต์ทะลุผ่านของรังสีสำหรับกระดาษเปียกน้อยกว่ากระดาษแห้ง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี

ตารางที่ ๕.๓๖ แสดงการทดสอบรังสีที่แตกต่างกันของกระดาษแห้งกับกระดาษขึ้น

กระดาษแห้ง			กระดาษขึ้น		
ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อ นาที่ (เฉลี่ย)	% ทะลุผ่าน	% ของความ ขึ้นใน กระดาษ	จำนวนนับต่อ นาที่ (เฉลี่ย)	% ทะลุผ่าน
0	5181.25	100	-	5181.25	100
71.41	3716.50	71.73	12.21	3368.50	65.01
80.39	3434.50	66.29	11.98	3242.75	62.59
127.67	2823.25	54.49	12.28	2679.75	51.72
183.91	2352.00	45.39	12.43	2095.00	40.43
225.99	2056.00	39.68	11.13	1896.25	36.64
340.50	1446.00	27.91	9.79	1285.25	24.80

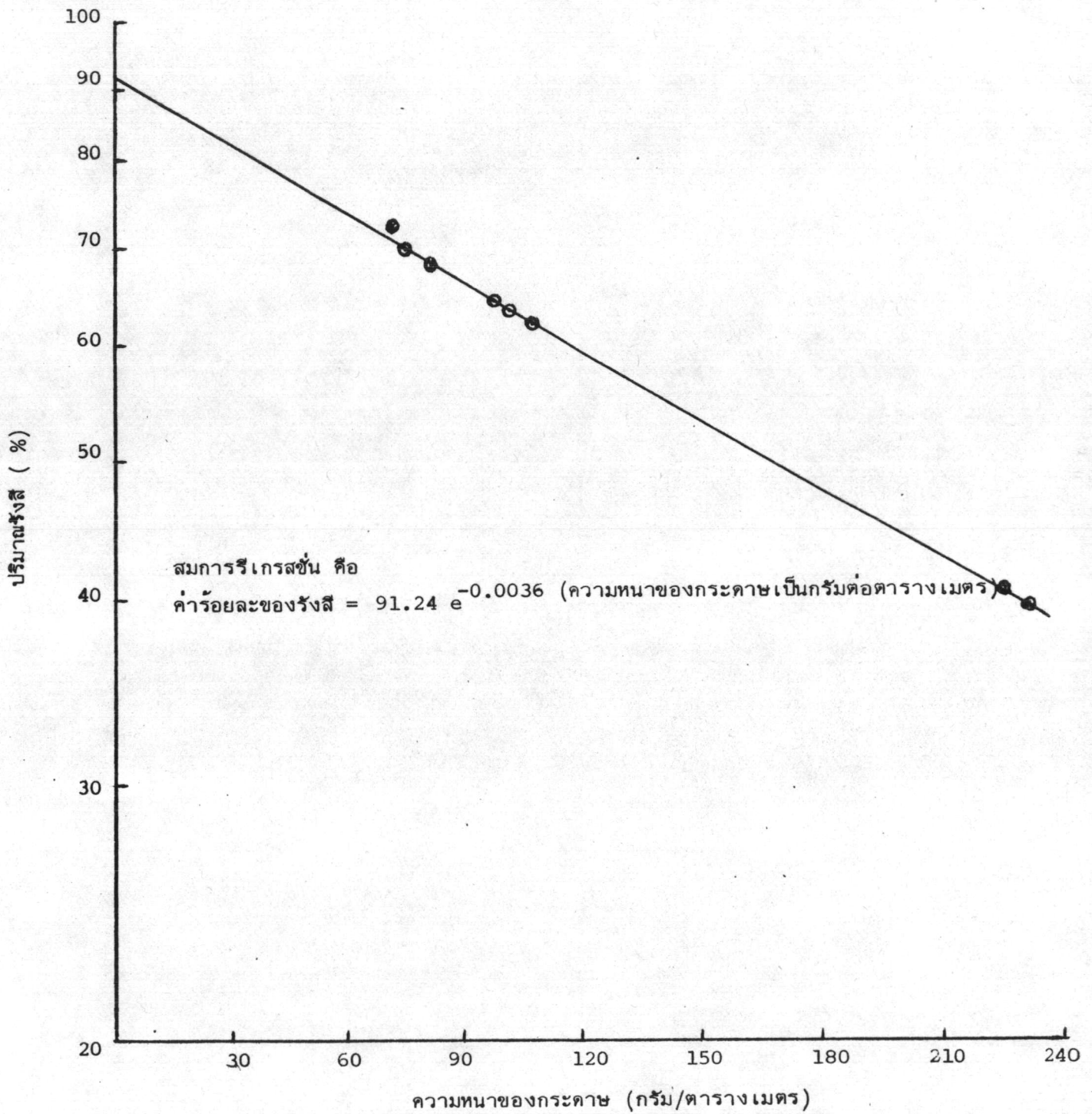
๕.๗ การทดลองใช้ความหนาของกระดาษที่ใกล้เคียงกันภายในช่วง $\pm 5\%$

เนื่องจาก บริษัทผู้ผลิตกระดาษคราฟท์มีข้อจำกัดว่า กระดาษที่จะยอมรับได้จะต้องมีความหนาผิดจากความหนาที่ตั้งเป้าหมายเอาไว้ภายในช่วง $\pm 5\%$ เช่น กระดาษที่จะผลิตออกมาต้องการความหนา ๑๐๐ กรัมต่อตารางเมตร นั้น กระดาษภายในม้วนนี้จะต้องมีความหนาที่โรงงานยอมรับ ๙๕ กรัมต่อตารางเมตร ถึง ๑๐๕ กรัมต่อตารางเมตร การทดลองในขั้นนี้จึงใช้กระดาษความหนาแตกต่างกันในช่วง $\pm 5\%$ เป็นมาตรฐาน เพื่อแสดงให้เห็นว่า ความหนาตามที่กำหนดนี้สามารถแยกได้โดยวิธีทางนิวเคลียร์ ผลการวัดแสดงไว้ในตารางที่ ๕.๓๗

จากความหนาของกระดาษ และปริมาณรังสีทะลุผ่าน (%) ที่ได้นำมาเขียน
ความสัมพันธ์ โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (method of least square) จะได้กราฟ
เส้นตรง สำหรับเป็นมาตรฐานในการอ่านค่าความหนาของกระดาษกราฟที่ไม่ทราบค่า
ดังแสดงในรูปที่ ๕.๖

ตารางที่ ๕.๓๗ แสดงผลการวัดเมื่อใช้กระดาษมีความหนาแตกต่างกันภายในช่วง $\pm 5\%$

ความหนาของกระดาษ (กรัม/ตารางเมตร)	จำนวนนับต่อนาที					จำนวนนับ ต่อนาที (เฉลี่ย)	% ทะลุผ่าน
0	21398	21297	21345	21621	21082	21348.6	100
71.28	15559	15569	15694	15269	15720	15562.2	72.89
74.07	14815	14880	14926	14886	14768	14855.0	69.58
80.39	14518	14281	14666	14516	14383	14472.8	67.79
96.96	13673	13615	13675	13779	13886	13725.6	64.29
101.83	13382	13452	13405	13392	13392	13404.6	62.79
107.07	13256	13262	13320	13310	13214	13272.4	62.17
225.99	8791	8875	8666	8762	8658	8750.4	40.99
231.09	8515	8569	8572	8498	8480	8526.8	39.94



รูปที่ ๕.๖ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของกระดาษคราฟท์ (กรัม/ตารางเมตร) กับปริมาณรังสี (%)

๕.๘ การทดลองหาความหนาของกระดาษกราฟที่ไม่ทราบค่า

ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ ๕.๗ โดยใช้กระดาษกราฟจากที่ต่าง ๆ เช่น กระดาษถุงโครเชอร์ กระดาษของใส่หนังสือ กระดาษทำปกสมุด เป็นต้น นำมาตัด แล้วนำไปวัดด้วยรังสี หางำนวนนับเฉลี่ยก่อนที่ คำนวณหาปริมาณรังสีทะลุผ่านเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วนำค่าปริมาณรังสีทะลุผ่านสำหรับกระดาษแต่ละชนิดไปอ่านค่าความหนาจากกราฟมาตรฐาน (หน้า ๖๔)

นำกระดาษชุดเดียวกันนี้ไปวัดขนาด คำนวณหาพื้นที่ ชั่งด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียด แล้วคำนวณหาความหนาเป็นกรัมต่อตารางเมตร เพื่อเปรียบเทียบกับความหนาที่ได้จากการทดลอง ผลการเปรียบเทียบแสดงไว้ในตารางที่ ๕.๓๘

ตารางที่ ๕.๓๘ แสดงผลเปรียบเทียบระหว่างความหนาของกระดาษจากการวัดกับจากการทดลอง

% ทะลุผ่าน	ความหนาจากการวัด (กรัม/ตารางเมตร)	ความหนาจากการทดลอง (กรัม/ตารางเมตร)	ค่าเบี่ยงเบน (%)
69.96	74.07	73.76	-0.42
68.71	80.39	78.77	-2.01
62.50	107.07	105.09	-1.85
59.24	117.45	119.97	-2.14
57.02	127.67	130.58	+2.28
52.28	157.26	154.69	-1.63
46.06	183.91	189.87	+3.24
45.36	187.42	194.13	+3.58
40.56	225.99	225.20	-0.35
39.38	231.09	233.40	+1.00