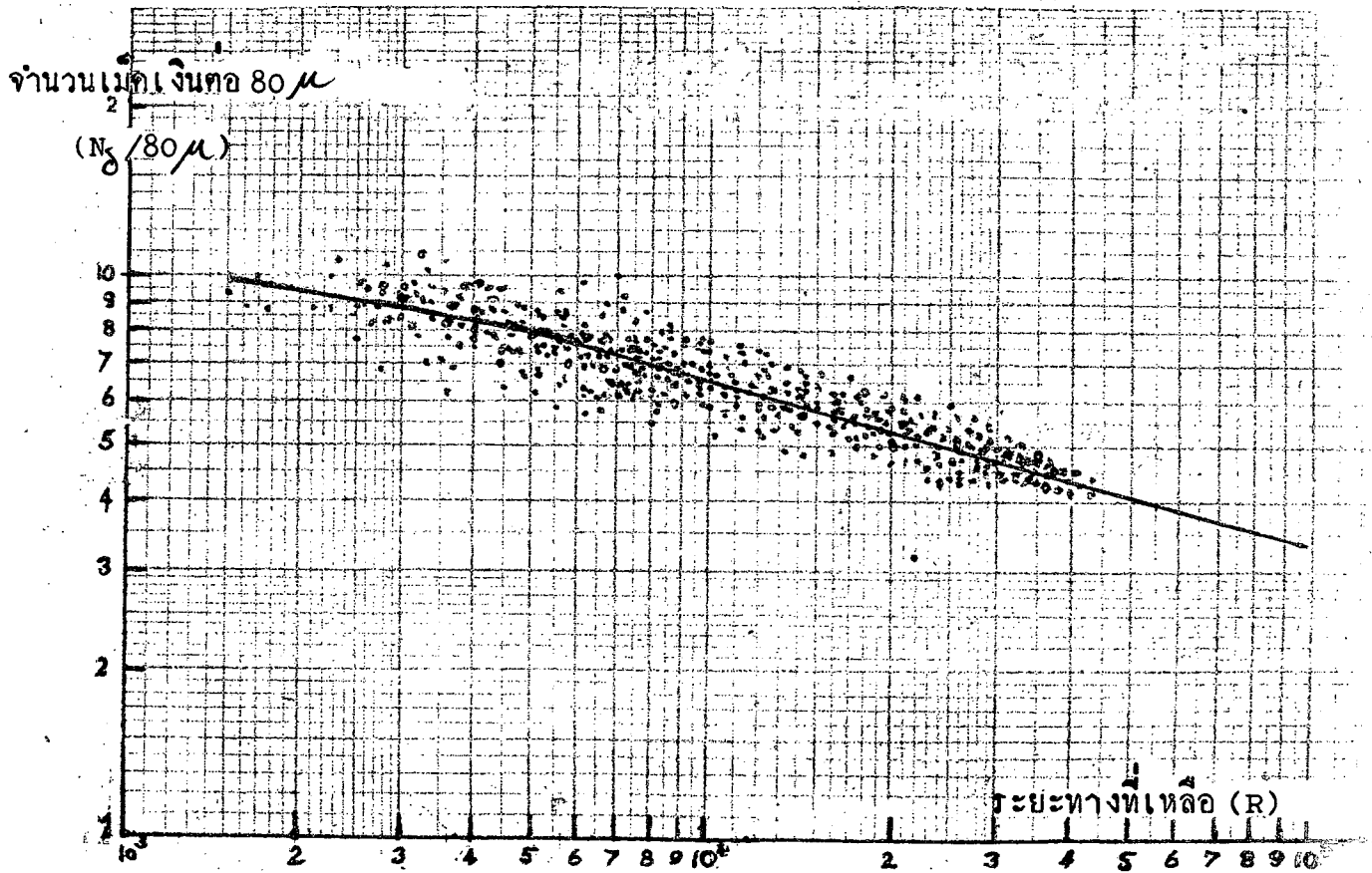




รายการวิเคราะห์และผล

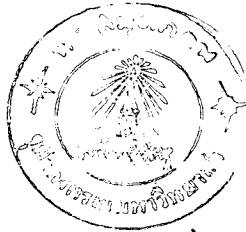
3.1 พวกที่มี $Z \leq 2$ ที่หยคในอิมัลชัน อนุภาคทั้ง 130 ตัวนั้น เขียนกราฟระหว่างความหนาแน่นของเม็ดเงินกับระยะทางที่เหลือที่ผ่านเข้าไปในอิมัลชัน (residual range) รวมอยู่ในแผ่นเดียวกัน ตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 กราฟระหว่างความหนาแน่นของเม็ดเงิน (grain density) กับระยะทางที่เหลือ (residual range), R ของโปรตอนที่จบในอิมัลชันทั้งหมด 130 ตัว

พิจารณาจากกราฟจะเห็นว่าจุดของกราฟมารวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน แสดงว่าส่วนใหญ่เป็นอนุภาคชนิดเดียวกัน และจากผลของการใช้เครื่องอิเล็กทรอนิกส์นับรังสีพบว่า เป็นโปรตอน 90 % ฉะนั้นส่วนใหญ่ของอนุภาคนี้เป็น โปรตอน ในที่นี้อาจมีควิที่รอน และตรีตอนเข้ามาบ้าง และลักษณะของกราฟแสดงว่า เมื่อความเร็วของอนุภาคมากขึ้น ค่าของความหนาแน่นของเม็ดเงินจะลดลง ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ (6) ของภาคผนวก (I ข)

3.2 แกนกลางอะตอมที่มี $Z > 3$ จำนวนรังสีเคลตาที่นับได้ของทางของแกนกลางอะตอมที่เกิดปฏิกิริยาแตกตัว เพื่อใช้หาค่าคงที่ a และ b ของสมการ (1) แสดงไว้ในตารางที่ 4, 5 และ 6 และกราฟแห่งสำหรับหาค่าเฉลี่ยของจำนวนรังสีเคลตาของแกนกลางอะตอมแต่ละตัวแสดงไว้ในกราฟตามรูปที่ 7



ตารางที่ 4 แสดงค่าของจำนวนรังสีเคลตาต่อความยาว 100μ ของทางของ
แกนกลางอะตอมที่เข้ามา (heavy incident) เลขที่ 18-98-95

เลขที่ ของแผ่น	จำนวนของรังสีเคลตาต่อความยาว 100μ ช่วงที่										ค่าเฉลี่ย $N_g/100\mu$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	23	22	21	24	20	20	20	22	20	19	21.1
6	23	19	19	20	21	19	21	22	19	20	21.3
7	19	23	21	20	21	21	19	22	20	22	21.7
8	21	22	21	21	22	23	22	22	22	20	22.1
9	20	24	19	20	21	21	21	19	23	20	20.8
10	21	23	22	22	21	21	19	19	20	20	21.0
11	27	24	21	22	21	23	21	19	23	21	21.6
12	19	22	23	19	23	24	21	20	22	19	21.2
13	20	24	23	22	21	22	22	17	18	20	20.9
14	18	20	22	20	24	25	18	24	18	25	21.4
15	20	21	20	23	23	21	24	20	19	17	20.8
16	22	20	21	25	21	23	23	19	21	22	21.7
17	22	21	21	19	23	21	22	23	20	22	21.4

ตารางที่ 5 แสดงค่าของจำนวนรังสีเคลตาต่อความยาว 100 μ ของแกนกลางที่
ที่เหลือเส้นกลางของรูปที่ 5

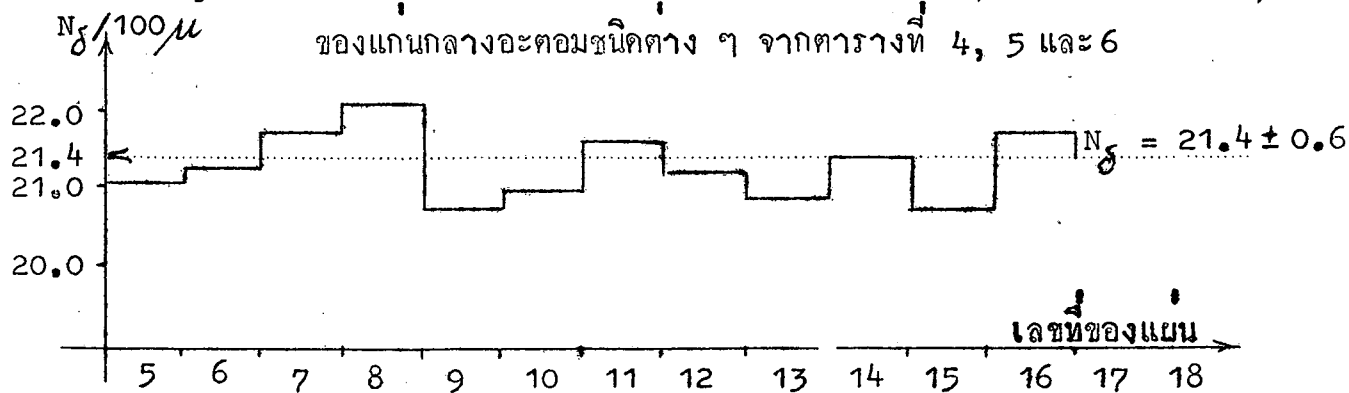
ความยาว ทาง (μ)	จำนวนของรังสีเคลตาต่อความยาว 100 μ										ค่าเฉลี่ย $N_g/100\mu$
	ช่วงที่										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1000	3	4	1	3	3	2	3	4	2	3	2.8
2000	1	2	3	2	4	1	1	3	5	2	3.4
3000	1	4	3	5	3	2	3	1	2	1	2.5
4000	4	3	2	1	3	1	3	2	2	2	2.3
5000	1	4	3	2	2	0	4	1	4	2	2.3
6000	2	3	2	2	1	3	4	1	3	2	2.3
7000	2	5	1	5	1	3	4	2	1	3	2.7
8000	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2.0
9000	2	5	5	1	4	1	2	3	2	2	2.7
10000	2	4	2	4	1	1	4	2	2	3	2.5
11000	2	4	2	2	1	2	3	-	-	-	2.3

หมายเหตุ " ความยาวทาง " หมายถึงความยาวของทางของอนุภาค นับจาก
จุดที่เกิดปฏิกิริยา

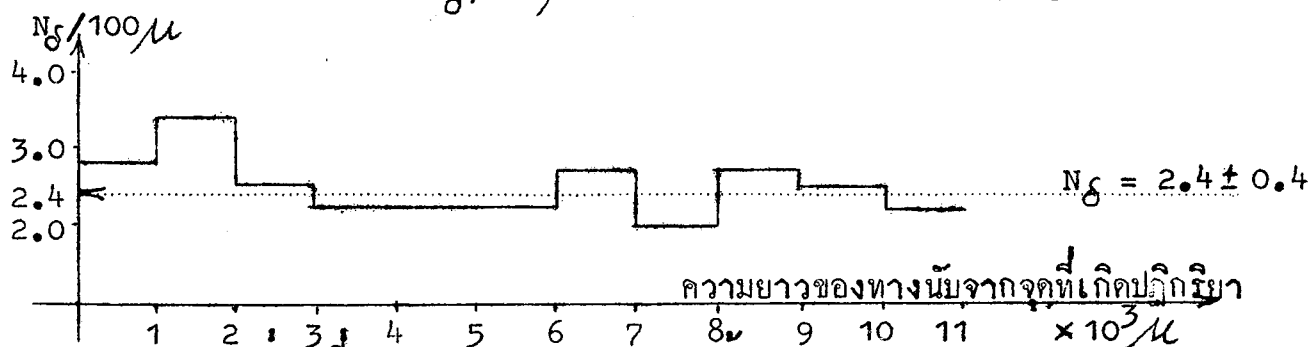
ตารางที่ 6 แสดงค่าของจำนวนรังสีเคตาต่อความยาว 100μ ของทางที่แตกออกไป
3 เส้นบนของรูปที่ 5

ความยาว ทาง (μ)	จำนวนของรังสีเคตาต่อความยาว 100μ										ค่าเฉลี่ย $N_g/100\mu$	ทาง อันที่
	ช่วงที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1000	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.1	1
2000	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0.4	
3000	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.2	
4000	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	
5000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.1	
6000	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0.5	
7000	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0.3	
8000	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0.3	
9000	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0.3	
1000	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0.4	2
2000	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0.4	
3000	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0.2	
4000	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0.3	
5000	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0.3	
6000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.2	
7000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.2	
8000	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	
9000	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0.2	
10000	1	0	1	1	1	0	-	-	-	-	-	
1000	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	3
2000	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	0.5	
3000	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	
4000	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0.3	
5000	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0.2	
6000	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.1	
7000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	
8000	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0.2	
9000	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-	

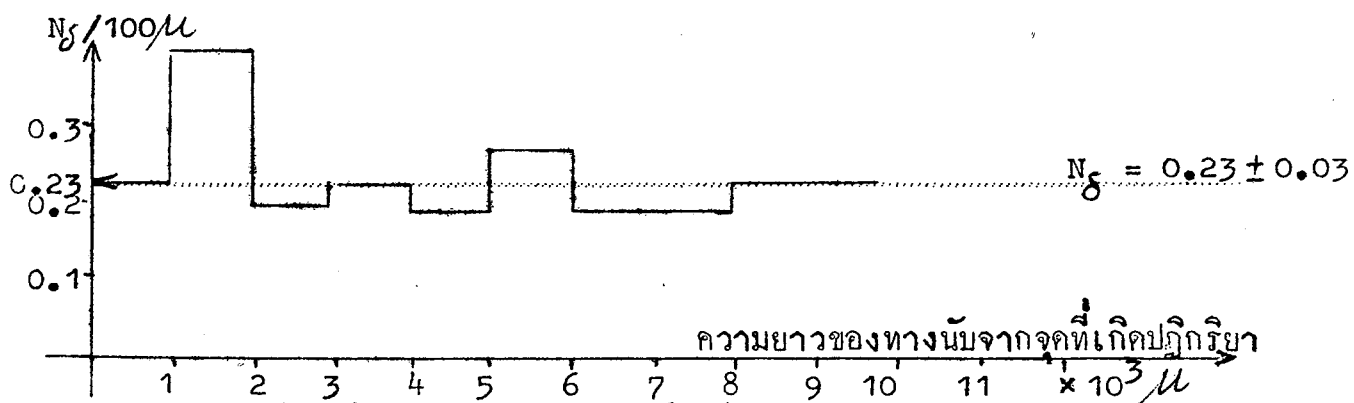
รูปที่ 7 กราฟแสดงการหาค่าเฉลี่ยของจำนวนรังสีเคลตต่อความยาว 100 μ ของแกนกลางอะตอมชนิดต่าง ๆ จากตารางที่ 4, 5 และ 6



(ก) ค่าเฉลี่ยของ $N_g/100\mu$ ของแกนกลางอะตอมที่เข้ามา (argon fragment)



(ข) ค่าเฉลี่ยของ $N_g/100\mu$ ของทางเสกกลาง (carbon fragment)



(ค) ค่าเฉลี่ยของ $N_g/100\mu$ ของส่วนที่แตกออกรวม 3 เส้น (α -particles)

หมายเหตุ ในรูป (ก) ทางผ่านนิวเคลียร์มีล้นเป็นจำนวนมาก จึงเขียนกราฟของจำนวนรังสีเคลตกับเลขที่ของแผ่นได้ ส่วนรูป (ข) และ (ค) ทางผ่านแผ่นน้อย จึงใช้ระยะจากจุดที่เกิดปฏิกิริยาแทนจำนวนแผ่น

การหาค่าคงที่ a และ b

จากกราฟในรูปที่ 7 ได้ค่าเฉลี่ยของจำนวนรังสีเคลตาของอนุภาคที่เกิดปฏิกิริยาการแตกตัว ดังนี้

ความหนาแน่นของรังสีเคลตาต่อ 100μ	
แกนกลางอะตอมที่เข้ามา	$N_{\sigma_1} = 21.4 \pm 0.6$
แกนกลางอะตอมที่เหลือเสากลาง	$N_{\sigma_2} = 2.4 \pm 0.4$
อนุภาคที่แตกไป 3 เส้นบนของรูปที่ 5 หน้า 17	$N_{\sigma_3} = 0.23 \pm 0.03$

ผลของการนับเม็ดเงินต่อความยาว 100μ ของทางของอนุภาค

อนุภาคที่เกิดทางยาวที่สุดจากเขาวเวอร์ของจุดดาวตัวหนึ่ง,	$\sigma_0 = 18 - 20$ เม็ด/ 100μ
อนุภาคที่แตกออก 6 เส้นกลางของรูปที่ 5 หน้า 17	$\sigma_1 = 18 - 20$ เม็ด/ 100μ
อนุภาคที่แตกออก 3 เส้นบน	$\sigma_2 = 75 - 80$ เม็ด/ 100μ

จากค่าความหนาแน่นของเม็ดเงินเมื่อเทียบกับ σ_0 จะเห็นได้ว่า

ทาง 6 เส้นกลาง มีค่า $\sigma_1 \ll 2 \sigma_0$
 ฉะนั้นอนุภาค 6 ตัวกลางคือ โปรตอน มี $Z = 1$

ทาง 3 เส้นบน มีค่า $2 \sigma_0 \ll \sigma_2 \ll 5 \sigma_0$
 ฉะนั้นอนุภาค 3 ตัวบนคือ อนุภาคอัลฟา มี $Z = 2$

ทางอันกลาง ชั้นแรกหาค่าของประจุอย่างประมาณโดยใช้วิธีนับความหนาแน่นของรังสีเคลตาเทียบจากอนุภาคอัลฟา

ใช้สูตร
$$N_{\sigma} = aZ^2 + b$$

สมมติว่า b มีค่าน้อยและตัดทิ้งไป
$$N_{\sigma} \sim aZ^2$$

สำหรับอนุภาคอัลฟา
$$N_{\sigma_3} = 0.23 \pm 0.03 \text{ และ } Z = 2$$

$$\therefore 0.23 \pm 0.03 \sim a \times 4$$

$$\therefore a \sim 0.0575$$

แทนค่า a เพื่อหา Z โดยประมาณของแกนกลางอะตอมเส้นกลางของรูปที่ 5

$$\text{ทางอันกลางใช้ } N_{G_2} = 2.4 \pm 0.4 \text{ และ } a \sim 0.0575$$

$$2.4 \pm 0.4 \sim 0.0575 Z^2$$

ได้ Z อยู่ระหว่าง 5.9 กับ 6.4

$$\therefore Z \sim 6$$

อนุภาคนี้น่าจะเป็น คาร์บอน

นำประจุของแกนกลางอะตอมทั้ง 3 ชนิดรวมกันโดยใช้หลักของประจุเท่ากัน (charge balance) ก่อนและหลังการแตกตัว เพื่อหาประจุของแกนกลางอะตอมที่เข้ามา ซึ่งจะมีประจุ $(6 \times 1) + (3 \times 2) + 6 \sim 18$ คือ อาร์กอน A (argon)

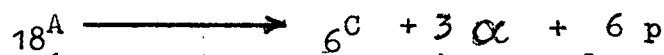
ทดสอบหาค่า Z จากความหนาแน่นของรังสีเคลตาที่นับได้ คือ

$$N_{G_1} = 21.4 \pm 0.6$$

$$21.4 \pm 0.6 \sim 0.0575 Z^2$$

ได้ Z อยู่ระหว่าง 18 กับ 19

แสดงว่า อนุภาคที่เข้ามาเป็นอาร์กอน และแตกตัวออกตามสมการ



นำค่า N_G และ Z^2 ของอาร์กอน คาร์บอน อนุภาคอัลฟา และอนุภาคโปรตอน แทนค่า

ในสมการ $N_G = aZ^2 + b$ เพื่อหาค่า a และ b ที่ถูกต้อง

อาศัยวิธี Least square ของวิธีการทางสถิติจะได้อา

$$a = 0.066 \text{ และ } b = 0.002$$

ฉะนั้นสมการที่ถูกต้องคือ $N_G / 100 \mu = 0.066 Z^2 + 0.002$ (3-1)

จากสมการ (3-1) นำไปหาประจุของแกนกลางอะตอมอีก 6 ตัว ดังมีรายการการนับความหนาแน่นของรังสีเคลตาในตารางที่ (7) และกราฟแท่งหาค่าเฉลี่ยของ N_G ตามรูปที่ (8) นำค่าเฉลี่ยจากกราฟหาประจุของแกนกลางอะตอมอีก 6 ตัว ได้ผลตามตารางที่ (8)

* ดูในภาคผนวก (III)

ตารางที่ 7 แสดงค่าของความหนาแน่นของรังสีเคดูตาต่อความยาว 100μ ของแกนกลาง
อะตอมรวม 6 ตัว

(1) ทางเลขที่ 38 - 31 - 24

เลขที่ ของแผ่น	จำนวนของรังสีเคดูตาต่อความยาว 100μ										ค่าเฉลี่ย $N_c / 100\mu$
	ช่วงที่										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
32	3	2	2	0	3	3	2	5	0	1	2.1
33	2	3	4	3	4	3	3	3	2	3	3.0
34	2	1	2	3	1	2	4	1	3	2	2.1
35	1	0	1	2	2	2	2	1	2	3	1.6
36	3	2	1	1	4	0	3	2	2	3	2.1
37	2	1	1	2	1	1	0	3	3	1	1.5
38	2	1	2	1	2	0	3	0	2	3	1.6

ตารางที่ 7 (ต่อ)

(2) ทางเลขที่ 12 - 30 - 94

เลขที่ ของแผ่น	จำนวนของรังสีเตลูตาต่อความยาว 100 μ										ค่าเฉลี่ย $N_g/100\mu$
	ช่วงที่										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	6	5	4	3	5	3	5	3	2	1	3.7
2	2	3	4	2	6	3	2	0	2	1	2.5
3	4	2	2	2	4	2	4	2	1	1	2.4
4	2	3	3	2	5	3	5	4	3	1	3.1
5	2	3	2	2	3	1	3	1	2	4	2.3
6	2	1	1	2	3	1	3	2	4	1	2.0
7	2	2	2	2	2	4	3	2	1	2	2.2
8	4	5	2	2	3	3	1	3	2	2	2.7
9	4	0	2	2	2	1	1	2	3	3	2.0
10	3	1	3	2	1	1	4	1	2	4	2.2
11	2	3	2	2	4	3	2	1	0	2	2.2
12	3	3	1	1	0	2	4	1	2	2	1.9



ตารางที่ 7 (ต่อ)

(3) ทางเลขที่ 12 - 05 - 65

เลขที่ ของแผน	จำนวนของรังสีตกต่อความยาว 100 μ										ค่าเฉลี่ย $N_g/100\mu$
	ช่วงที่										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	2	1	1	3	0	4	0	1	1	1.3
2	3	1	1	2	1	1	1	8	3	2	2.0
3	1	1	0	2	2	2	3	2	3	1	1.7
4	1	2	1	1	2	0	2	0	2	2	1.3
5	2	1	1	3	2	2	2	3	0	2	1.8
6	1	1	1	1	3	1	2	1	2	4	1.7
7	0	1	2	0	1	2	1	2	2	2	1.3
8	1	3	1	1	1	1	0	1	2	2	1.3
9	0	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1.1
10	1	1	2	2	0	3	1	2	3	1	1.6
11	0	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1.1

ตารางที่ 7 (ต่อ)

(4) ทางเลขที่ 42 - 25 - 63

เลขที่ ของแผ่น	จำนวนของรังสีเคดูตาต่อความยาว 100 μ ช่วงที่										ค่าเฉลี่ย $N_g/100\mu$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
29	2	1	0	2	3	2	1	3	1	1	1.6
30	3	3	3	2	4	4	1	2	0	2	2.4
31	2	4	2	3	5	3	1	3	7	3	2.8
32	3	2	5	3	4	2	4	5	4	3	3.5
33	4	3	5	1	4	4	4	2	3	2	3.2
34	4	3	3	3	3	3	2	4	4	4	3.4
35	5	4	3	3	0	4	3	5	4	2	3.3
36	2	3	0	4	4	5	5	4	4	3	3.4
37	3	1	2	5	5	3	3	3	2	2	2.9
38	2	4	2	3	4	3	2	5	4	2	3.1
39	3	3	1	2	2	3	4	4	2	5	2.7
40	4	3	3	3	3	1	0	5	2	5	2.9
41	5	1	4	1	6	4	2	3	3	3	3.2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

(5) ทางเลขที่ 1 - 76 - 51

เลขที่ ของแผน	จำนวนของรังสีเตลูตาต่อความยาว 100 μ										ค่าเฉลี่ย $N_g/100\mu$
	ช่วงที่										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	1	1.6
2	3	2	0	3	2	2	1	1	2	2	1.8
3	1	3	1	2	1	1	2	2	3	2	1.8
4	2	1	2	3	1	2	4	1	0	3	1.9
5	5	2	2	3	2	2	0	0	2	0	1.7
6	2	1	1	7	1	1	3	1	1	3	2.1
7	2	0	3	2	1	2	1	3	1	1	1.6
8	2	2	1	2	2	1	3	1	4	0	1.8
9	4	3	1	3	3	2	3	2	1	1	2.3
10	4	2	6	3	3	2	4	0	1	0	2.5
11	4	2	1	1	2	1	2	1	2	3	1.9
12	2	2	3	3	2	3	3	2	2	1	2.3
13	1	3	2	1	1	2	1	2	3	3	1.9
14	1	2	2	2	1	1	0	2	1	0	1.2
15	0	2	2	3	3	2	3	2	2	0	1.9
16	0	2	1	1	1	6	1	2	2	2	1.8
17	2	1	1	2	3	3	1	2	0	1	1.6
18	1	0	4	2	3	0	1	2	1	2	1.6
19	1	1	2	4	1	3	2	1	0	1	1.6

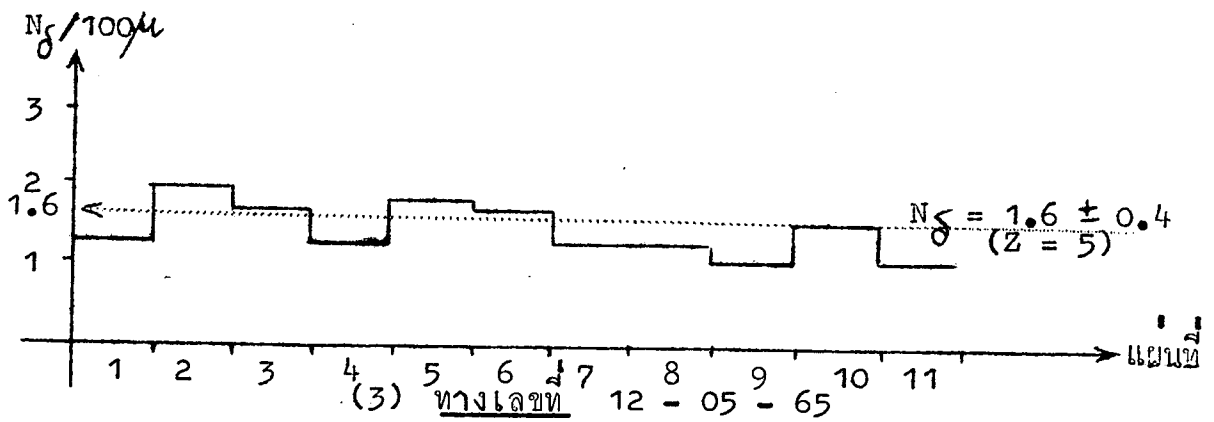
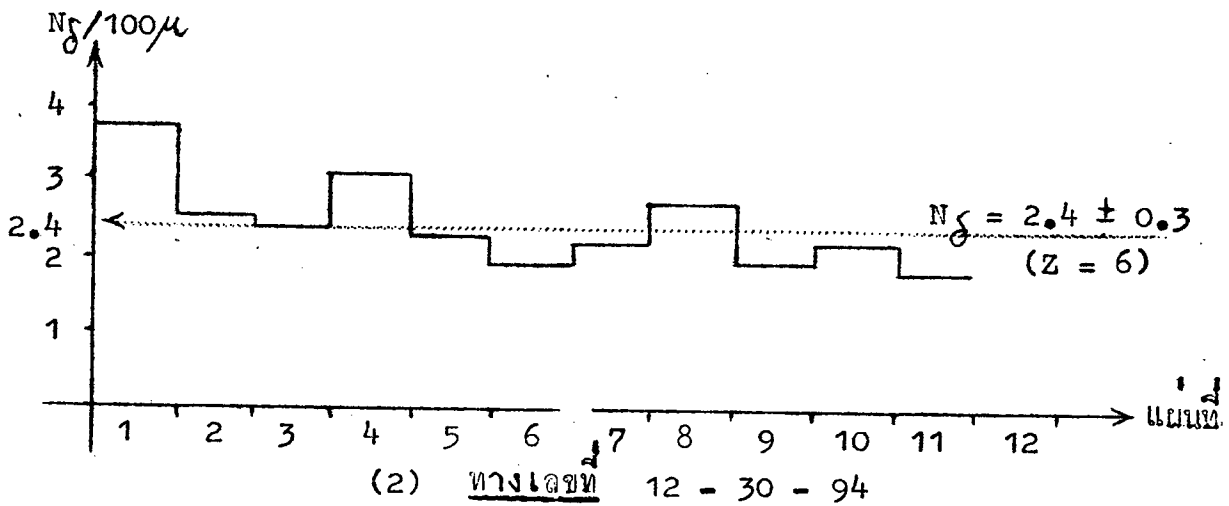
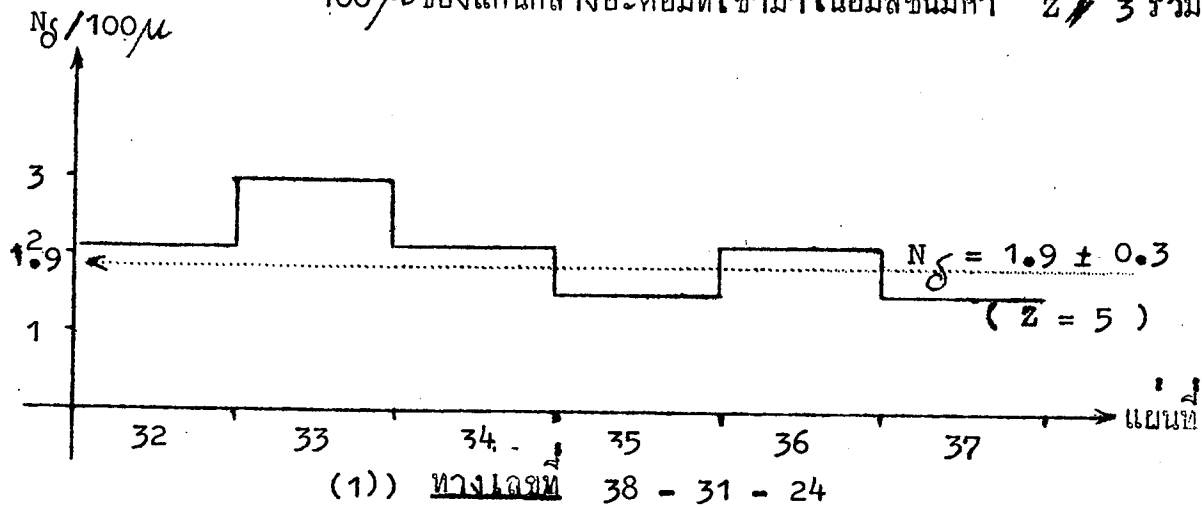
ตารางที่ 7 (ต่อ)

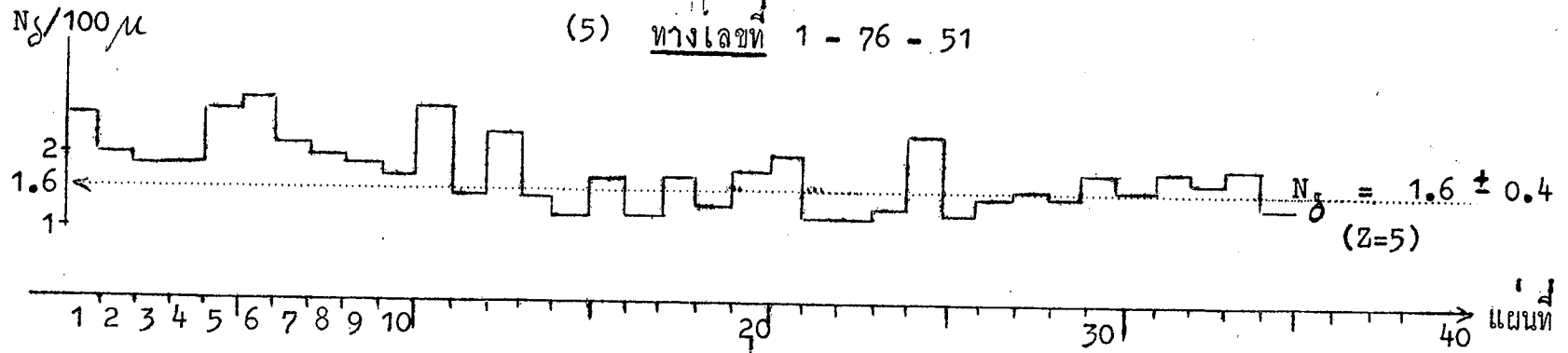
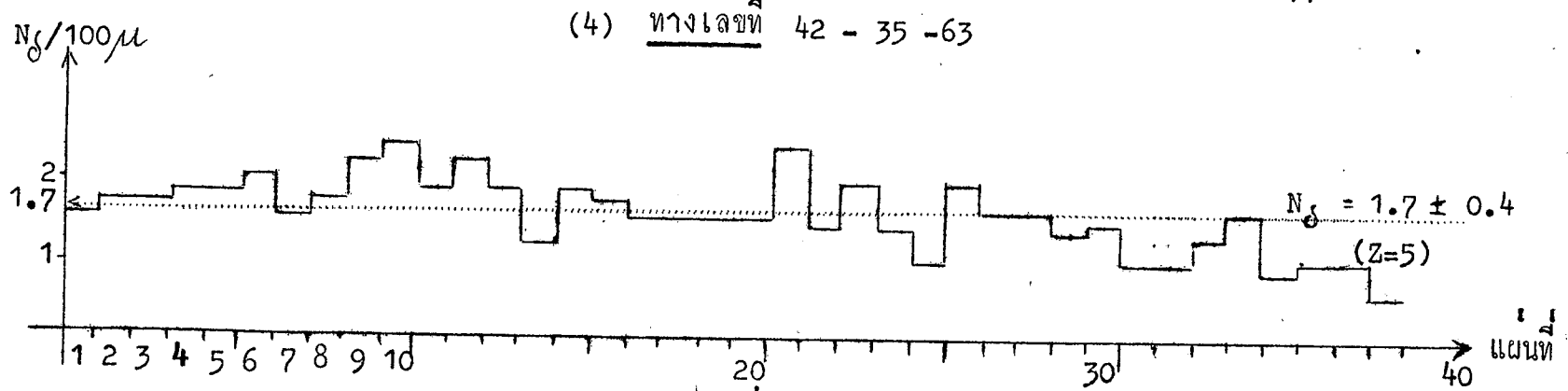
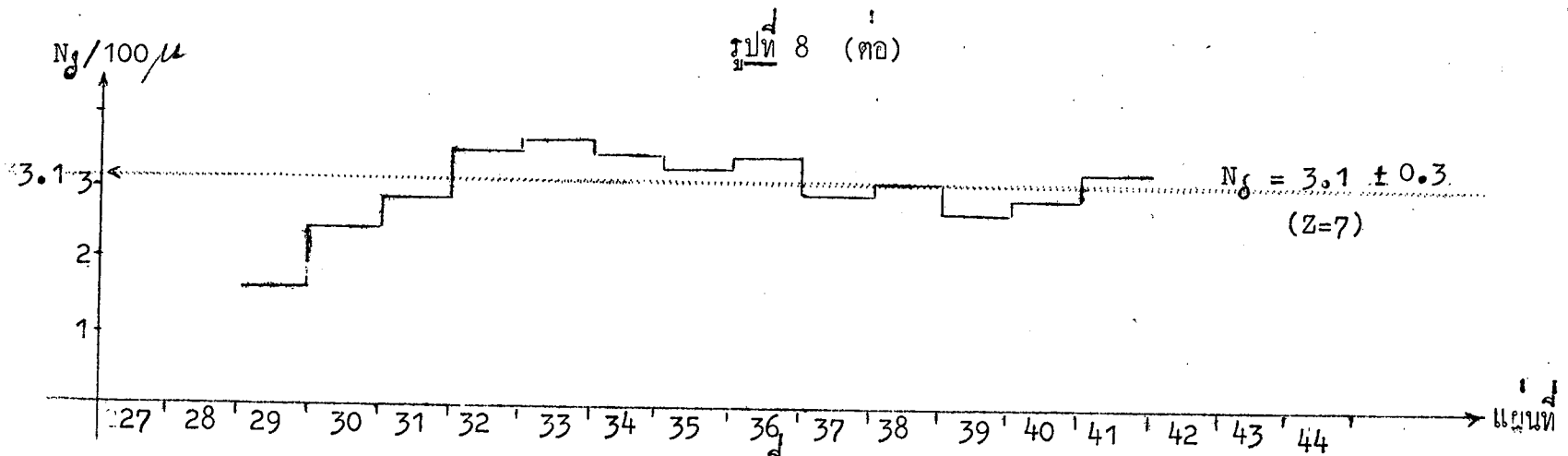
(5) ทางเลขที่ 1 - 76 -51 (ต่อ)

เลขที่ ของแผ่น	จำนวนของรังสีเคลตาต่อความยาว 100 μ ช่วงที่										ค่าเฉลี่ย N _g /100 μ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
20	1	1	1	3	2	1	1	2	3	1	1.6
21	2	5	2	1	2	3	4	3	1	2	2.5
22	1	1	1	1	2	1	3	2	1	2	1.5
23	2	2	1	2	3	1	1	1	4	3	2.0
24	1	0	1	2	1	1	3	1	2	2	1.4
25	2	1	3	1	0	1	1	0	1	0	1.0
26	1	2	0	2	0	2	4	3	4	2	2.0
27	0	2	2	1	1	4	2	4	1	0	1.7
28	1	3	0	1	2	4	3	1	2	0	1.7
29	0	2	2	3	1	0	2	1	2	1	1.4
30	4	2	0	1	3	1	1	0	2	1	1.5
31	0	2	1	2	1	1	0	2	0	1	1.0
32	0	2	0	1	2	2	2	0	1	0	1.0
33	1	0	2	1	3	0	2	1	1	2	1.3
34	2	2	5	2	1	2	1	2	0	0	1.7
35	0	1	3	2	0	0	0	0	1	2	0.9
36	3	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1.0
37	1	0	0	0	1	1	2	2	1	2	1.0
38	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0.6

เลขที่ ของแผ่น	จำนวนของรังสีเคลือบความยาว 100 μ ช่วงที่										ค่าเฉลี่ย NG/100 μ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	3	2	3	3	2	2	1	3	5	1	2.5
2	2	3	1	1	1	1	2	3	4	2	2.0
3	2	2	1	1	2	1	3	3	1	3	1.9
4	3	1	1	2	2	3	2	1	1	3	1.9
5	4	2	1	3	1	2	3	4	3	4	2.6
6	1	2	2	3	4	4	3	4	2	2	2.7
7	5	3	1	2	3	2	1	1	2	1	2.1
8	2	2	2	3	3	1	2	2	1	2	2.0
9	4	2	1	1	1	0	2	3	2	3	1.9
10	3	2	1	2	1	3	3	0	1	1	1.7
11	3	2	4	3	2	2	1	2	3	0	2.6
12	2	2	0	0	1	1	3	3	0	3	1.5
13	4	1	1	2	3	3	2	1	3	3	2.3
14	2	3	2	2	3	0	1	0	2	0	1.5
15	0	2	0	0	0	3	3	2	2	0	1.2
16	1	0	4	1	1	0	0	4	3	3	1.7
17	1	1	1	2	1	2	3	0	1	0	1.2
18	1	1	3	2	2	2	0	2	2	2	1.7
19	0	0	2	0	1	2	3	2	1	2	1.3
20	4	0	0	3	3	0	3	2	1	2	1.8
21	2	0	0	1	2	4	0	4	4	3	2.0
22	1	3	0	1	1	0	0	3	2	1	1.2
23	2	2	2	0	2	2	1	0	1	0	1.2
24	1	3	2	0	0	2	2	2	0	1	1.3
25	1	2	3	3	4	3	2	0	3	2	2.3
26	0	1	3	1	1	0	3	2	1	1	1.3
27	0	2	1	0	2	0	2	2	3	3	1.5
28	1	0	2	0	2	1	3	4	1	2	1.6
29	0	1	2	3	1	3	2	1	0	2	1.5
30	0	0	0	0	3	1	2	5	6	1	1.8
31	1	2	3	1	2	0	3	1	2	1	1.6
32	0	2	1	3	2	3	2	2	2	1	1.8
33	3	2	2	2	0	1	0	1	3	3	1.7
34	5	0	3	0	3	0	3	4	0	1	1.9
35	0	0	1	1	2	2	3	2	1	2	1.4

รูปที่ 8 กราฟแท่งแสดงการหาค่าเฉลี่ยของจำนวนรังสีเกิดต่อความยาว 100 μ ของแกนกลางอะตอมที่เข้ามาในอิมัลชันมีค่า $Z > 3$ รวม 6 ตัว





(6) ทางเลขที่ 1 - 89 - 84

ตารางที่ 8 แสดงผลของการคำนวณหาค่า Z ของแกนกลางอะตอมที่มี $Z \gg 3$
รวม 7 ตัว

ทางอันที่	หมายเลขของทาง ของแกนกลางอะตอม	$\text{Ng}/100\mu$ จากกราฟแท่ง	ค่าเฉลี่ย	ชื่อธาตุ
1	38 - 31 - 24	1.9 ± 0.3	5	Boron
2	12 - 30 - 94	2.4 ± 0.3	6	Carbon
3	12 - 05 - 65	1.6 ± 0.4	5	Boron
4	42 - 35 - 63	3.1 ± 0.3	7	Nitrogen
5	1 - 76 - 51	1.7 ± 0.4	5	Boron
6	1 - 89 - 84	1.6 ± 0.4	5	Boron
7	18 - 98 - 95	21.4 ± 0.6	18	Argon*

การกระจายของประจุของแกนกลางอะตอม (charge spectrum) ทั้ง 7 ตัวนี้
ได้แสดงไว้ด้วยกราฟแท่งตามรูปที่ 9

* คือทางของแกนกลางอะตอมซึ่งแตกออกเกิดปฏิกิริยาที่ใช้เป็นมาตรฐานในการหาค่า a และ b

รูปที่ 9 แสดงจำนวนแกนกลางอะตอมที่มี $Z \gg 3$ รวม 7 ตัวที่พบในการวิเคราะห์

จำนวนแกนกลางอะตอม
(ตัว)

