หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การอภิปรายผลการทดลอง

ผลการวิจัยการวัดความแรงสัมบูรณ์ของต้นกำเนิดรังสี ไอโอดีน-131 ทอง-198 และโคบอลท์-60 โดยวิธีเบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ และโดยวิธีแกมมา-สเปคโตรเมตรี ตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ทำให้พบว่า วิธีทั้งสองต่างก็มีข้อดีและข้อเสีย เป็นข้อที่น่าวิจารณ์ไว้ดังต่อไปนี้

5.1 การอภิปรายผลการวัดความแรงสัมบูรณ์ด้วย โซเดียมไอโอไดด์ (ทัลเลียม) 5" x 5"

การวัดความแรงสัมบูรณ์ด้วย NaI (Tl) 5" x 5" โดยการเปรียบเทียบกับต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน วิธีนี้มีความยุ่งยากมากเพราะต้องหาค่าประสิทธิภาพของหัววัด ซึ่งต้องอาศัยต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานที่ทราบค่าความแรงที่แท้จริง เช่น โคบอลท์-60 (Co-60) ซีเซียม-137 (Cs-137) โซเดียม-22 (Na-22) และแมงกานีส-54 (Mn-54) เป็นต้น ค่าประสิทธิภาพนี้จะมีความสัมพันธ์กับพลังงานรังสีแกมมา และยังมีความสัมพันธ์กับโซลิดแองเกิล (Solid angle) ในการทดลองใช้หัววัดแบบซินทิลเลชัน NaI (Tl) ขนาด 5" x 5" และชุดเครื่องแยกพลังงานแบบหลายช่อง (Multichannel Analyzer) แล้วทำการทดลองหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดโดยใช้ต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน ที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง ทั้งในการทดลองด้วยวิธีนี้ต้องคำนึงถึง โซลิด แองเกิล ของหัววัด อีกทั้งระยะระหว่างหัววัดกับต้นกำเนิดรังสีให้คงที่ตลอดที่ทำการทดลองทุกครั้ง มิฉะนั้นแล้วผลการทดลองจะมีข้อผิดพลาด

5.2 การอภิปรายผลการวัดความแรงสัมบูรณ์โดยวิธีโคอินซิเดนซ์

การวัดความแรงสัมบูรณ์โดยวิธี เบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ เป็นการทดลองเพื่อศึกษาวิธีวัดความแรงสัมบูรณ์ของต้นกำเนิดรังสีบางตัว ข้อดีของวิธีนี้คือไม่ยุ่งยาก

เกี่ยวกับประสิทธิภาพของหัววัดเลยทำให้ไม่ต้องใช้ต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานแต่ข้อเสียของการวัดแบบนี้ก็มีมากเหมือนกัน เช่น ในกรณีที่ใช้หัววัดแบบไกเกอร์ เป็นเครื่องวัดรังสีหัววัดแรกใช้วัดแต่รังสีแกมมา โดยนำเอาแผ่นดูดกลืนกั้นรังสีเบต้าไว้ ส่วนหัววัดที่สองใช้วัดรังสีเบต้า แต่จากการทดลองพบว่าจะมีรังสีแกมมามารบกวนจนทำให้ผลการวัดผิดพลาด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีค่าแก้ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากต่อการวัดความแรงสัมบูรณ์ สาเหตุที่หัววัดรังสีเบต้าวัดรังสีแกมมา ทำให้ต้องหาค่าแก้เพื่อให้ผลการวัดสุดท้ายเป็นค่าความแรงสัมบูรณ์ที่แท้จริง จากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพหัววัดเบต้าที่ไวต่อรังสีแกมมาจะมีความสัมพันธ์กับระยะระหว่างหัววัดทั้งสองและต้นกำเนิดรังสีแล้วยังมีความสัมพันธ์กับพลังงานด้วย ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเบต้าที่ไวต่อรังสีแกมมา

ต้นกำเนิดรังสี	ระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงหัววัดแกมมา (ซม.)	ระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงหัววัดเบต้า (ซม.)	$(E_{\beta\gamma})$
ไอโอดีน-131	1	3.5	2.815×10^{-3}
ทอง-198	1	3.5	5.008×10^{-3}

จากการทดลองวัดความแรงสัมบูรณ์ของไอโอดีน-131 จัดระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงหัววัดเบต้าและแกมมาห่าง 3.5 ซม. และ 1 ซม. ตามลำดับ ประสิทธิภาพของหัววัดเบต้าที่ไวต่อรังสีแกมมา $(E_{\beta\gamma})$ มีค่าประมาณ 2.815×10^{-3} ส่วนการวัดความแรงสัมบูรณ์ของทอง-198 จัดระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงหัววัดเบต้าและแกมมาห่าง 3.5 ซม. และ 1 ซม. ตามลำดับ ประสิทธิภาพของหัววัดเบต้าที่ไวต่อรังสีแกมมา $(E_{\beta\gamma})$ มีค่าประมาณ 5.008×10^{-3} และกรณีวัดความแรงสัมบูรณ์

ของต้นกำเนิดรังสีโคบอลท์-60 จะต่างไปจากกรณีของไอโอดีน-131 และทอง-198 โดยใช้วิธีการหาอัตรานับรังสีเบต้าที่แท้จริงของเครื่องนับรังสีเบต้า โดยใช้แผ่นดูดกลืนรังสีกั้นระหว่างต้นกำเนิดรังสีและหัววัดเบต้าเพื่อหาค่าอัตราส่วน $\frac{N_\beta}{N_\gamma}$ ออกมา ซึ่งผลการทดลองจะทำให้ทราบค่าอัตรานับรังสีเบต้าที่แท้จริงได้ ผลการทดลองหาค่า $\frac{N_\beta}{N_\gamma}$ จะขึ้นอยู่กับการจัดระยะต้นกำเนิดรังสีและหัววัด ดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงการจัดระยะต้นกำเนิดรังสี หัววัดรังสีและค่าอัตราส่วน $\frac{N_\beta}{N_\gamma}$

ความแรงต้นกำเนิดรังสี (μCi)	ระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงหัววัดรังสีแกมมา (ซม.)	ระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงหัววัดรังสีเบต้า(ซม.)	อัตราส่วน $\frac{N_\beta}{N_\gamma}$
0.17	1	5	1.99
2.24	4	7	1.18
8.90	7	10	0.71

ส่วนค่าความแรงสัมบูรณ์ที่วัดได้จากวิธีเบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ และวิธี NaI (Tl) นั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.3 และ 5.4

ตารางที่ 5.3 แสดงความแรงสัมบูรณ์ของไอโอดีน-131 โดยวิธีเบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ และโดยวิธีแกมมาสเปคโตรเมตรี

ตัวอย่างที่	ความแรงสัมบูรณ์โดยวิธี โคอินซิเดนซ์ (μCi)	ความแรงสัมบูรณ์โดยวิธี แกมมาสเปคโตรเมตรี (μCi)
1	0.101 ± 0.015	0.104 ± 0.009
2	0.275 ± 0.008	0.271 ± 0.002
3	0.236 ± 0.034	0.231 ± 0.006
4	0.202 ± 0.018	0.203 ± 0.001
5	0.192 ± 0.018	0.185 ± 0.001
6	0.163 ± 0.011	0.167 ± 0.001
7	0.163 ± 0.010	0.157 ± 0.001
8	0.143 ± 0.012	0.142 ± 0.001
9	0.106 ± 0.010	0.097 ± 0.001
10	0.111 ± 0.010	0.107 ± 0.001
11	0.111 ± 0.010	0.107 ± 0.001

ตารางที่ 5.4 แสดงความแรงสัมบูรณ์ของทอง-198 โดยวิธีเบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ และโดยวิธีแกมมาสเปคโตรเมตรี

ตัวอย่างที่	ความแรงสัมบูรณ์โดยวิธี-โคอินซิเดนซ์ (μCi)	ความแรงสัมบูรณ์โดยวิธีแกมมาสเปคโตรเมตรี (μCi)
1	0.988 $\pm$ 0.038	0.971 $\pm$ 0.001
2	0.586 $\pm$ 0.027	0.578 $\pm$ 0.001
3	0.279 $\pm$ 0.013	0.278 $\pm$ 0.001
4	0.219 $\pm$ 0.010	0.211 $\pm$ 0.001
5	0.166 $\pm$ 0.008	0.163 $\pm$ 0.001
6	2.128 $\pm$ 0.047	2.251 $\pm$ 0.001
7	1.778 $\pm$ 0.069	1.174 $\pm$ 0.001

ตารางที่ 5.5 แสดงความแรงสัมบูรณ์ของโคบอลท์-60 โดยวิธีเบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ และโดยการเปรียบเทียบกับความแรงสัมบูรณ์ของต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน

ตัวอย่างที่	ความแรงต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานโคบอลท์-60 (μCi)	ความแรงสัมบูรณ์ที่วัดได้จากการทดลองโดยวิธีโคอินซิ-เดนซ์ (μCi)
1	0.17	0.18 $\pm$ 0.01
2	2.24	2.13 $\pm$ 0.16
3	8.90	9.15 $\pm$ 1.92

จากการทดลองการวัดความแรงสัมบูรณ์โดยวิธีเบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ และความแรงสัมบูรณ์โดย NaI (Tl) ขนาด 5" x 5" พอจะสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ความแรงสัมบูรณ์ซึ่งวัดโดยวิธี เบต้า-แกมมา โคอินซิเดนซ์ ต้นกำเนิดรังสีควรมีความแรงไม่สูงมากนัก ความแรงที่ใช้วัดไม่ควรเกิน 10 μCi เพราะถ้าต้นกำเนิดรังสีมีความแรงมากเกินไปจะทำให้เกิดความผิดพลาดจากอัตราการนับรังสีเบต้าและแกมมา อันสืบเนื่องมาจากขีดจำกัดของระบบการนับโดยใช้เครื่องวัดรังสีแบบไกเกอร์ (GM Counter) อัตรานับรังสีในเครื่องนับไม่ควรเกิน 5000 ครั้งต่อนาที เพราะถ้าอัตรานับรังสีสูงกว่าค่านี้จะทำให้ผลของชานซ์ โคอินซิเดนซ์ สูงกว่าค่าโคอินซิเดนซ์ที่แท้จริง

2. ระบบการวัดความแรงสัมบูรณ์ต้นกำเนิดรังสี โดยใช้เครื่องวัดรังสีเป็นแบบไกเกอร์ ทำให้มีขีดจำกัดการวัดความแรงต้นกำเนิดรังสีและใช้งานได้ดีกับต้นกำเนิดรังสีที่มีแผนภูมิการสลายตัวไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก

3. การทดลองนี้ กระทำเฉพาะต้นกำเนิดรังสีที่บริสุทธิ์เท่านั้น ไม่มีการผสมกันของต้นกำเนิดรังสีต่าง ๆ คือ วัดความแรงสัมบูรณ์ของไอโอดีน-131 ทอง-198 และโคบอลท์-60 ซึ่งเป็นต้นกำเนิดรังสีที่แยกกันโดยอิสระไม่ปะปนกัน และกระทำเฉพาะกรณีที่เป็นต้นกำเนิดรังสีที่เป็นจุด (Point Source) เท่านั้น

4. ในการหาความแรงสัมบูรณ์ของต้นกำเนิดรังสีไอโอดีน-131 และทอง-198 โดย NaI (Tl) 5" x 5" นั้น ได้นำค่าประสิทธิภาพของหัววัด NaI (Tl) ของกองฟิสิกส์ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่คำนวณหาไว้แล้วมาช่วยในการคำนวณความแรงสัมบูรณ์ดังความสัมพันธ์ $\text{Efficiency} = \frac{\text{cpm}}{\text{dpm.f}} \times 100\ \%$ ดังได้กล่าวไว้แล้วในภาคทฤษฎีว่า Efficiency นี้เป็นค่าใช้ได้เฉพาะกรณีของต้นกำเนิดรังสีที่เป็นจุดเท่านั้น สำหรับค่าประสิทธิภาพของหัววัด NaI (Tl) 5" x 5" ของต้นกำเนิดรังสีไอโอดีน-131 ที่พลังงานรังสีแกมมา 0.364 MeV มีค่าประมาณ

8.15 % ที่ระยะห่าง 5 ซม. จากหัววัด และสำหรับต้นกำเนิดรังสีทอง-198 ที่พลังงานรังสีแกมมา 0.411 MeV มีค่าประมาณ 7.9 % ที่ระยะ 5 ซม. ห่างจากหัววัด ส่วนความแรงสัมบูรณ์ของต้นกำเนิดรังสีโคบอลท์-60 นี้ ใช้ค่าความแรงสัมบูรณ์ที่กำหนดมากับตัวต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน