บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดลองครั้งนี้ต้องการหาระดับของเหลวในกระป๋องชนิดสเปรย์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.3 – 6.6 ซม. และหนา 0.3 มม. พบว่าอุปกรณ์ที่ดีที่สุด คือ ต้นกำเนิดรังสีซีเซียม–137 ซึ่งให้รังสีแกมม่าที่มีพลังงานต่ำ (0.662 MeV) เพียงค่าเดียว มีครึ่งชีวิตยาว (30 ปี) และเป็นสารกัมมันตรังสีมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไป กับหัววัดไกเกอร์ พร้อมอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ซึ่งเป็นชุดที่มีราคาถูกที่สุด วางอุปกรณ์ไว้คนละด้านของภาชนะ โดยให้จุดศูนย์กลางของต้นกำเนิดรังสีอยู่ในแนวขอบบนของหน้าต่างของหัววัด ซึ่งจะทำให้รังสีเปลี่ยนแปลงทันทีเมื่อระดับของเหลวผ่านขอบบนของหัววัด ถ้าใช้ซีเซียม–137 ขนาด 280 ไมโครคูรี จะได้อัตราการเพิ่มเฉลี่ย 136 cpm. ต่อหนึ่งมิลลิเมตรที่ของเหลวเปลี่ยนแปลง ซึ่งมากกว่าความคลาดเคลื่อนในการนับ 2.1 เท่า และมีความคลาดเคลื่อนในการวัด (โดยวิธีเขียนกราฟ) $\pm$ 0.5 มม. (คิดเป็นปริมาตร $\pm$ 1.9 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในกระป๋องขนาด ϕ = 6.6 ซม.)

อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ ควรลดระดับลงเป็นขั้น ๆ ในการวัด เพราะแจ็คจะเอียงเล็กน้อย ถ้าปรับระดับจากต่ำไปสูง และระดับของเหลวในภาชนะจะเท่ากับระยะจากขอบบน ของหัววัด (ขอบบนหน้าต่าง) ถึงก้นภาชนะ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$(A - 13.5) + x = y$$

A : เป็นค่าคงที่ ซึ่งเท่ากับระยะจากพื้นของฐาน ถึงขอบบนของหัววัด(ซม.)

13.5 : เป็นความสูงของขอบบนของไม้บรรทัดจากพื้นของฐาน (ซม.)

x : เป็นค่าที่อ่านได้จากสเกลของไม้บรรทัด 0.4 – 9 ซม. (ซม.)

y : เป็นความสูงของของเหลวในภาชนะ (ซม.)

อุปกรณ์ชุดนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการวัดด้วยการเพิ่มเวลาในการวัดต่อครั้งเป็น 2 หรือ 3 นาที ซึ่งจะได้อัตราการเพิ่มต่อหนึ่งมิลลิเมตร เพิ่มเป็น 2.8 เท่าของความ

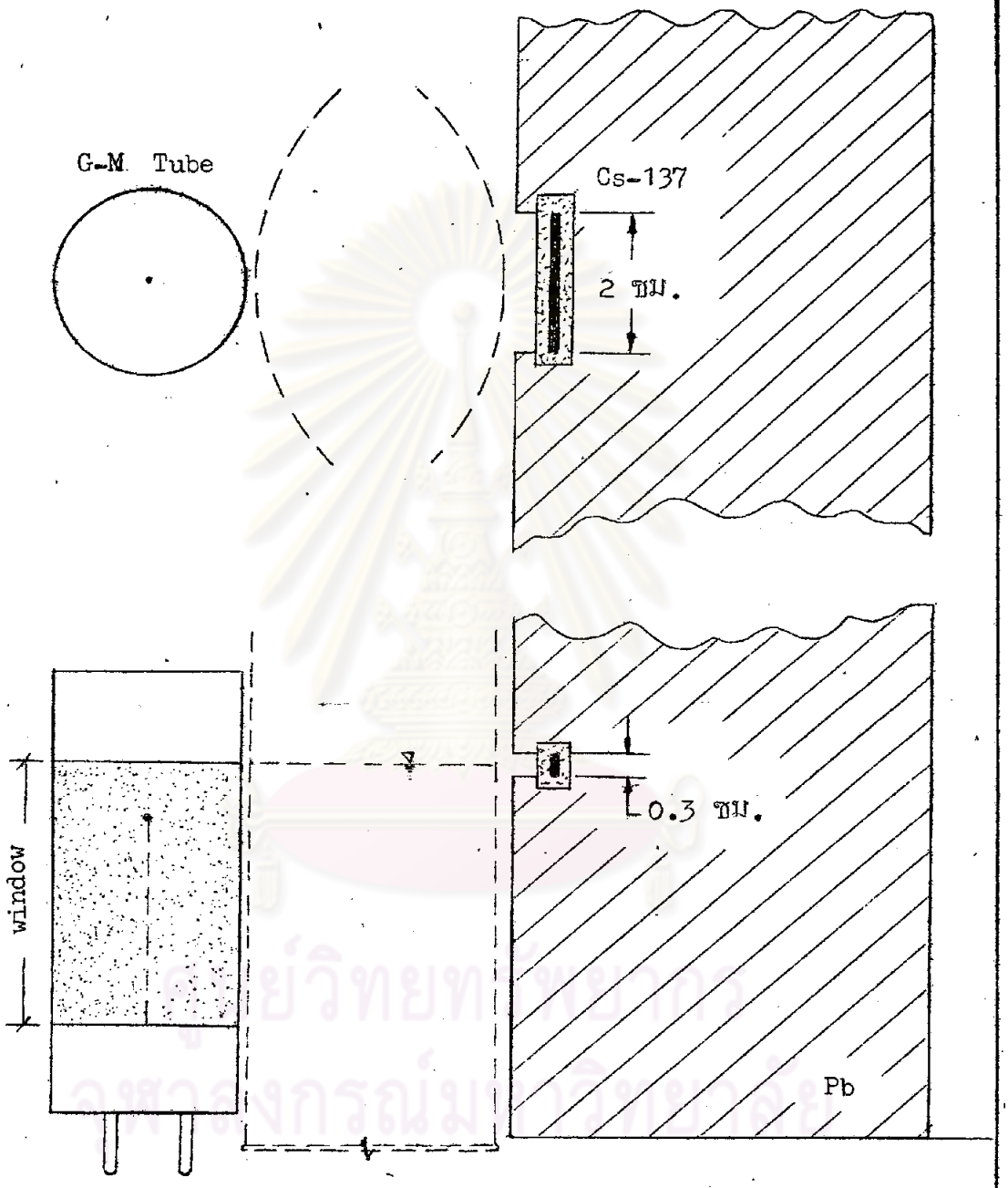
คลาดเคลื่อนในการวัด ทำให้การวัดมีความแม่นยำยิ่งขึ้น

ถ้าจะสร้างอุปกรณ์สำหรับการตรวจสอบที่จะต้องทำงานเป็นประจำ ก็ควรเพิ่มความแรงของต้นกำเนิดรังสีให้สูงกว่านี้ (เป็น 0.6 – 0.8 มิลลิคูรี) เพื่อให้ความแน่นอนในการวัดดีขึ้น หรือใช้เวลาในการวัดน้อยลง และควรเปลี่ยนรูปร่างของภาชนะที่บรรจุสารซีเซียมให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม เช่นมีพื้นที่หน้าตัดขนาด 0.3 x 2 ซม. เพราะว่าความสูงของต้นกำเนิดรังสีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณรังสี และเพิ่มความยาว เป็นการเพิ่มจำนวนโฟตอนต่อระยะทางที่ระดับของเหลวเปลี่ยนแปลงให้สูงขึ้น หัววัดก็เช่นเดียวกัน ควรเปลี่ยนเป็นหัววัดไกเกอร์ชนิดหน้าต่างอยู่ด้านข้าง ซึ่งประสิทธิภาพในการวัดรังสีแกมม่าได้ดีกว่า และหน้าต่างมีรูปร่างเป็น รูปทรงกระบอกขอบบนตัดตรง ทำให้พื้นที่รับรังสีของหัววัดมากขึ้นในส่วนบน (เมื่อเทียบกับแบบเดิมที่เป็นส่วนโค้งของวงกลม) ปริมาณรังสีจะเปลี่ยนแปลงมากเมื่อระดับของเหลวผ่านขอบบนของหน้าต่างของหัววัดอุปกรณ์ชุดใหม่ (ดังแสดงในรูป 5.1) จะให้อัตราการเพิ่มสูงกว่าเดิม แต่ตำแหน่งการวางของต้นกำเนิดรังสีจะต้องหาใหม่ อาจจะไม่ใช่จุดกึ่งกลางตรงกับขอบบนของหัววัดก็ได้

<u>วิธีการวัดระดับ</u> เมื่ออุปกรณ์นี้ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันในจำนวนมาก ๆ

1. วัดปริมาณรังสีเช่นเดียวกับหัวข้อที่ 4.9.2 และเขียนกราฟเหมือนรูป 4.4 ทดลอง 2 – 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยของอัตราการเพิ่ม, ระดับและเคานท์ที่อ่านได้ ณ จุดหักเหของเส้นกราฟ

2. ปรับระดับของฐานวางกระป๋องให้ต่ำกว่าระดับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ 2 หรือ 3 มม. สมมุติให้ลดต่ำลง 3 มม. ก็เขียนกราฟเส้นตรงให้มีความชันเท่ากับอัตราการเพิ่มเฉลี่ยของข้อ 1 (แกนตั้งเป็นปริมาณรังสี และแกนนอนเป็นระดับ หรือปริมาตร) จุดบนเส้นกราฟที่อ่านปริมาณรังสีเท่ากับค่าเฉลี่ยของข้อ 1 จะตรงกับค่าของระดับมาตรฐานบวกอีกสามมิลลิเมตร และจุดที่อ่านได้มากกว่านี้อีก 3 เท่าของอัตราการเพิ่มจะตรงกับระดับมาตรฐาน



รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะของต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดไกเกอร์
ที่ดัดแปลงใหม่ เพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

3. นำกระป๋องอื่น ๆ มาวัด อ่านปริมาณรังสีในเวลา 3 เท่าของข้อ 1 แล้วหารด้วย 3 ได้เท่าไร อ่านระดับในกราฟข้อ 2

ตัวอย่าง

กระป๋องสีสเปรย์ชนิดหนึ่ง ณ จุดหักเห มี

เคานท์เฉลี่ย 4502 cpm.

ระดับเฉลี่ย 12.42 ซม.

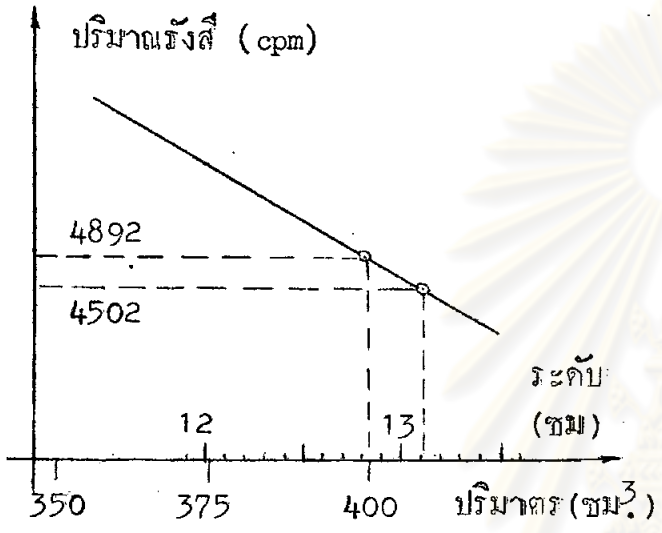
อัตราการเพิ่ม 130 cpm/mm.

(ระดับมาตรฐาน 400 ซม^3 = 12.82 ซม.)

ลดระดับของฐานวางกระป๋อง 3 มม.

∴ เคานท์จะเพิ่มขึ้น = 4502 + 3(130)

= 4892 cpm.



รูปที่ 5.2 แสดงตัวอย่างการเขียนกราฟเทียบปรับ สำหรับวัดระดับของผลิตภัณฑ์ในจำนวนมาก

การวิจัยที่น่าจะกระทำต่อไป คือ การวัดระดับด้วยระบบอัตโนมัติ โดยขับเคลื่อนอุปกรณ์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งได้รับสัญญาณควบคุมจากหัววัดรังสี วิธีนี้จะใช้ปริมาณรังสีเมื่อระดับของของเหลวอยู่กึ่งกลางหัววัดเป็นมาตรฐาน ถ้าระดับเปลี่ยนแปลงไปจะเกิดสัญญาณไปยังมอเตอร์และเคลื่อนอุปกรณ์วัดไปจนได้ระดับรังสีเท่ากับมาตรฐานจึงหยุด นั่นคือ อุปกรณ์วัดจะเคลื่อนที่ตามระดับของของเหลวตลอดเวลา ในหนังสืออ้างอิงที่ (9) ได้อธิบายไว้มากพอสมควร ซึ่งคำนวณขีดจำกัดของการวัด และส่วนประกอบอื่น ๆ เพื่อให้การวัดมีความแน่นอนสูง อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถบันทึกระดับได้ตลอดเวลาด้วยกราฟ จึงมีประโยชน์สำหรับอุตสาหกรรมในการควบคุมคุณภาพของสินค้าและคิดว่าอีกไม่นานนักประเทศไทยจะมีอุปกรณ์นี้ใช้บ้าง ถ้าอุตสาหกรรมเคมีมีมากขึ้น