บทที่ 3

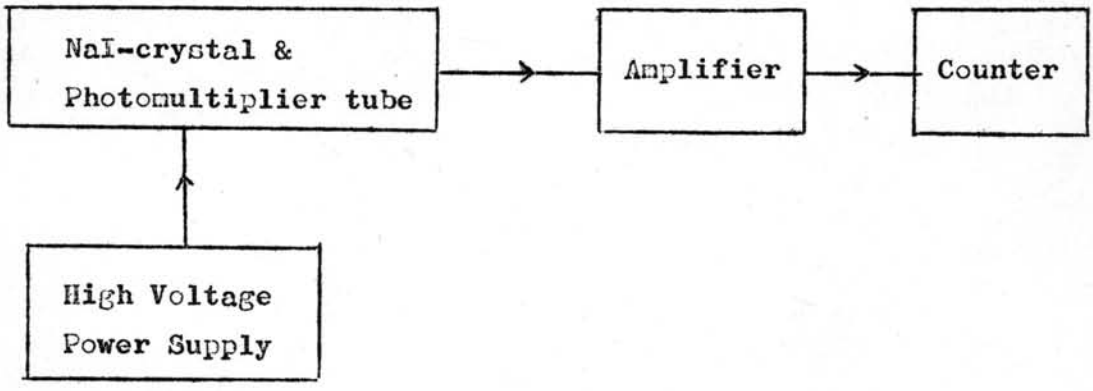
การดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องวัดรังสีแบบซินทิลเลชัน ดังรูปที่ 3-2 และรูปที่ 3-3
2. ลูกเหล็กทรงกลมอาบรังสีนิวตรอน 4 ลูก 4 ขนาด
3. ของเหลวที่ใช้เป็นตัวกลางในการเคลื่อนที่ของลูกเหล็ก ได้แก่น้ำมันหล่อลื่น และนมข้นหวาน
4. กระบอกแก้วยาว 75 ซ.ม. รัศมีภายใน 1.78 ซ.ม.
5. ตะแกรงสำหรับรองรับหรือวางลูกเหล็กในกระบอกแก้ว
6. คีมสำหรับจับลูกเหล็กทรงกลม

3.1.1 เครื่องวัดรังสีแบบซินทิลเลชัน

ประกอบด้วยหัวเครื่องนับ ซึ่งเป็นผลึกโซเดียมไอโอไดด์ผสมกับ Thallium (Tl) ซึ่งทำตัวเป็นอิมเพียวริตี (Impurity) ผลึกนี้เรียกว่า Scintillator ต่ออยู่กับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ โดยมีไฟฟ้าศักย์สูงช่วย (High Voltage Power Supply) ทั้งหมดต่อไปยังเครื่องขยาย (Amplifier) แล้วสัญญาณจะถูกส่งเข้าเครื่องนับ ดังแผนภาพที่ 3.1



รูปที่ 3-1 : แสดงแผนภาพโดยสังเขปของเครื่องวัดรังสีแบบซินทิลเลชัน

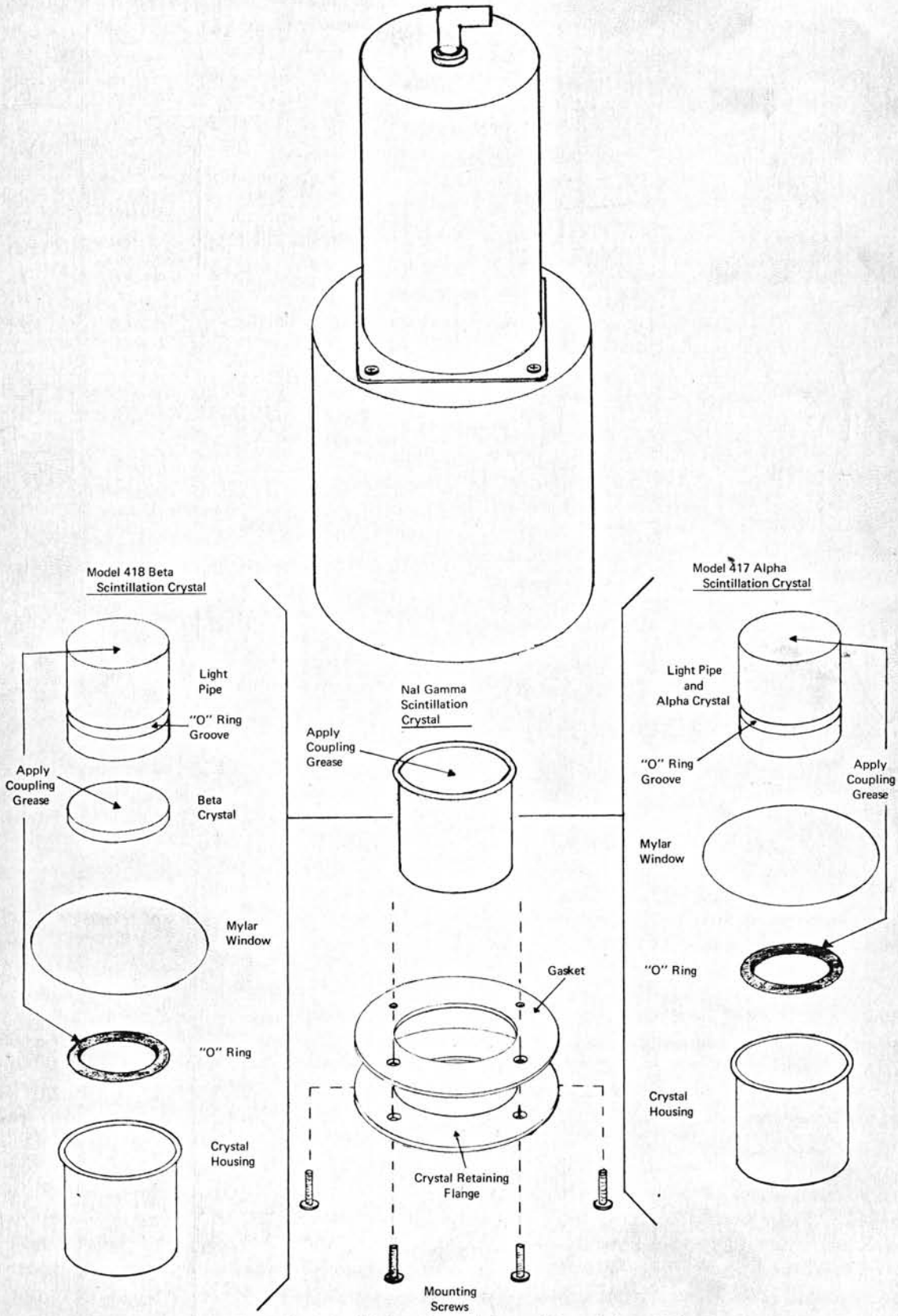


Figure 3. Scintillation Crystal Assembly and Installation

รูปที่ 3-2. หัวเครื่องวัดแบบซินทิลเลชัน

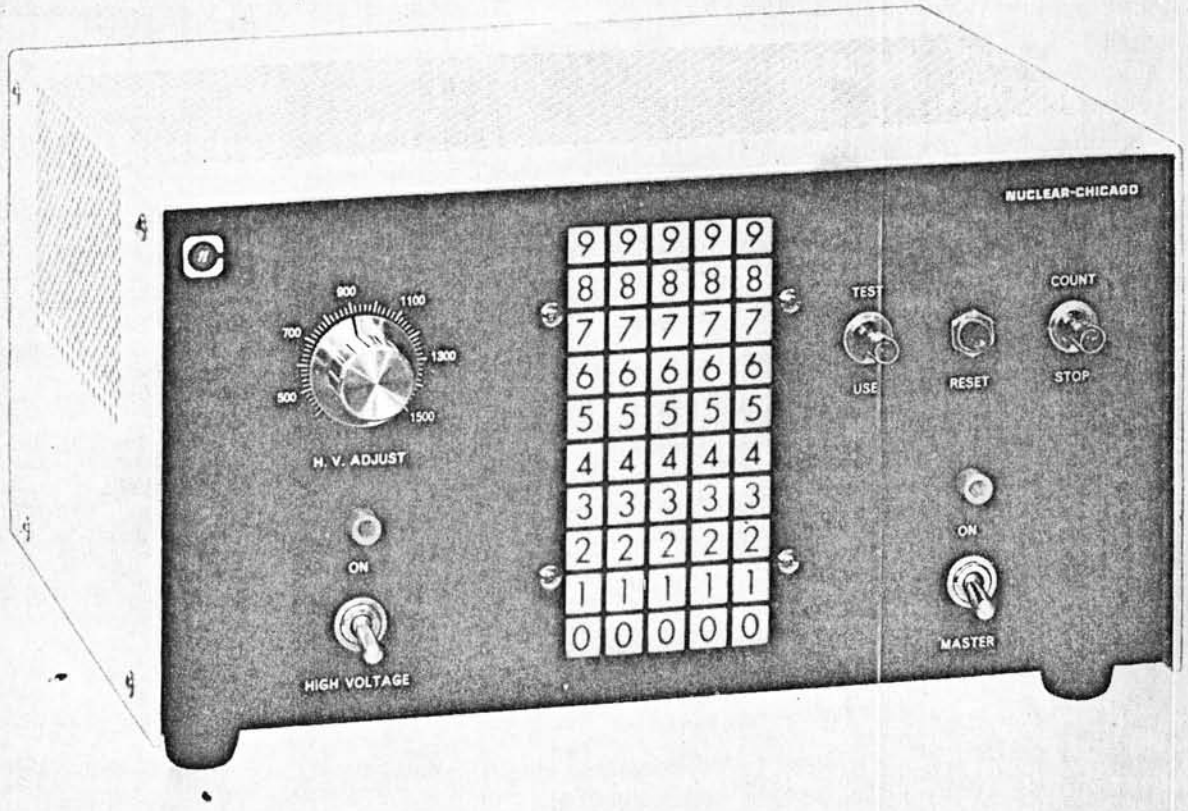


FIGURE 1. MODEL 8770 EDUCATIONAL SCALER

รูปที่ 3-3 เครื่องนับรังสีแกมมา

หลักการทำงานของเครื่องมือได้กล่าวไว้แล้วในภาคทฤษฎีหัวข้อ 2.5

3.1.2 การเตรียมลูกเหล็กทรงกลมอาบรังสีนิวตรอน

ลูกเหล็กที่ใช้เป็นชนิดเดียวกับลูกปืนรถยนต์ หาซื้อได้และเลือกมา 4 ลูก รัศมีต่าง ๆ กัน นำลูกปืนนี้ไปอาบรังสีนิวตรอน ที่เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ให้ได้ความแรงของรังสีแต่ละลูกประมาณ 0.1 μCi (μCi = microcurie)

เวลาในการอาบรังสีของแต่ละลูก คำนวณได้จากสมการที่ (2-3) โดยถือว่า $t' = 0$ เมื่อทันทีที่เอาลูกเหล็กออกจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

$$A = \frac{F\ \sigma_{act}\ N(1 - e^{-\lambda t})}{3.7 \times 10^{10}} \quad \text{curie}$$

ค่าที่ใช้ในการคำนวณ

F = 10^{13} นิวตรอนต่อ ซ.ม.^{2} - วินาที

σ_{act} = 0.7×10^{-24} ซ.ม.^{2}

1 barn = 10^{-24} ซ.ม.^{2}

$\lambda = \frac{0.693}{T\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{45}$ วัน

= 6.45×10^{-4}/ ซ.ม.

M = 55.85 กรัมต่อกรัมอะตอม

N_o = 6.02×10^{23} อะตอมต่อ 1 กรัมอะตอม

ในการวิจัยนี้ใช้เหล็ก -58 (Fe^{58}) เป็นไอโซโทปที่จะอาบนิวตรอน Fe^{58} มีอยู่ร้อยละ 0.33 ในเหล็กธรรมชาติ ดังนั้นมวล m ที่ใช้ในการคำนวณจึงไม่ใช่มวลทั้งหมดของลูกปืนลูกนั้น ๆ หาได้จากสมการ

$$m' = \frac{0.33\ m}{100} \quad \text{กรัม}$$

เมื่อ m' เป็นมวลของ Fe^{58}

ดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แสดงเวลาของการอาบรังสีของลูกปืนลูกต่าง ๆ

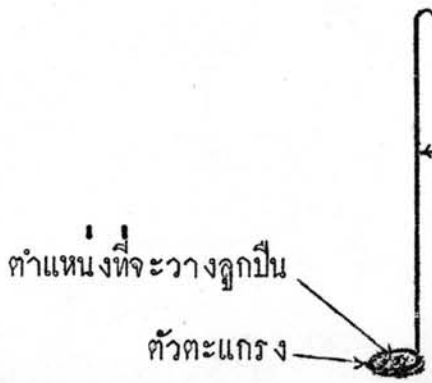
ลูกปืนที่	รัศมี (ซ.ม.)	m (กรัม)	m' (กรัม)	N (อะตอม)	เวลา ช.ม.
1	0.17	0.15	5.05×10^{-4}	5.47×10^{18}	15.76
2	0.20	0.26	8.73×10^{-4}	9.46×10^{18}	9.10
3	0.24	0.44	14.65×10^{-4}	15.8×10^{18}	5.40
4	0.32	1.06	35×10^{-4}	37.8×10^{18}	2.26

3.1.3 ของเหลวและหลอดแก้ว

ใช้ของเหลวตัวอย่างที่มีความหนืดสูง 2 ชนิด คือน้ำมันหล่อลื่น (Lubricant oil) และนมข้น บรรจุไว้ในหลอดแก้วทรงกระบอกยาว 75 ซ.ม. และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.56 ซ.ม. (บรรจุของเหลวครั้งละชนิด) กระบอกแก้วจะถูกยึดแน่นให้ตั้งในแนวดิ่ง ดังรูปที่ 3-3

3.1.4 ตะแกรงที่ใช้รองรับลูกปืน

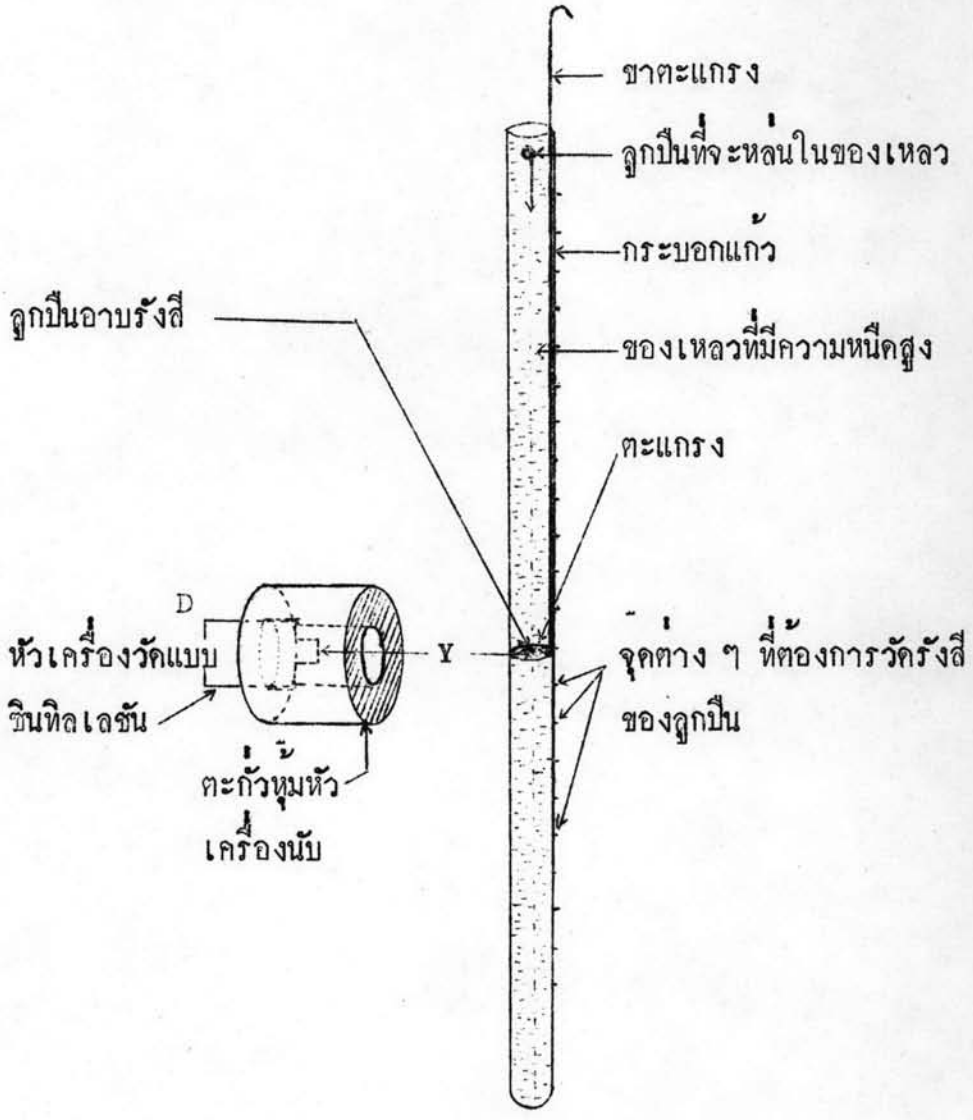
ตะแกรงทำเป็นรูปวงกลมมีขนาดพอดีที่จะสวมเข้าไปในกระบอกแก้วได้ มีขายาวกว่ากระบอกแก้ว เพื่อสะดวกในการดึงขึ้นหรือหย่อนลงตามจุดที่ต้องการได้ ดังรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 ลักษณะของตะแกรง

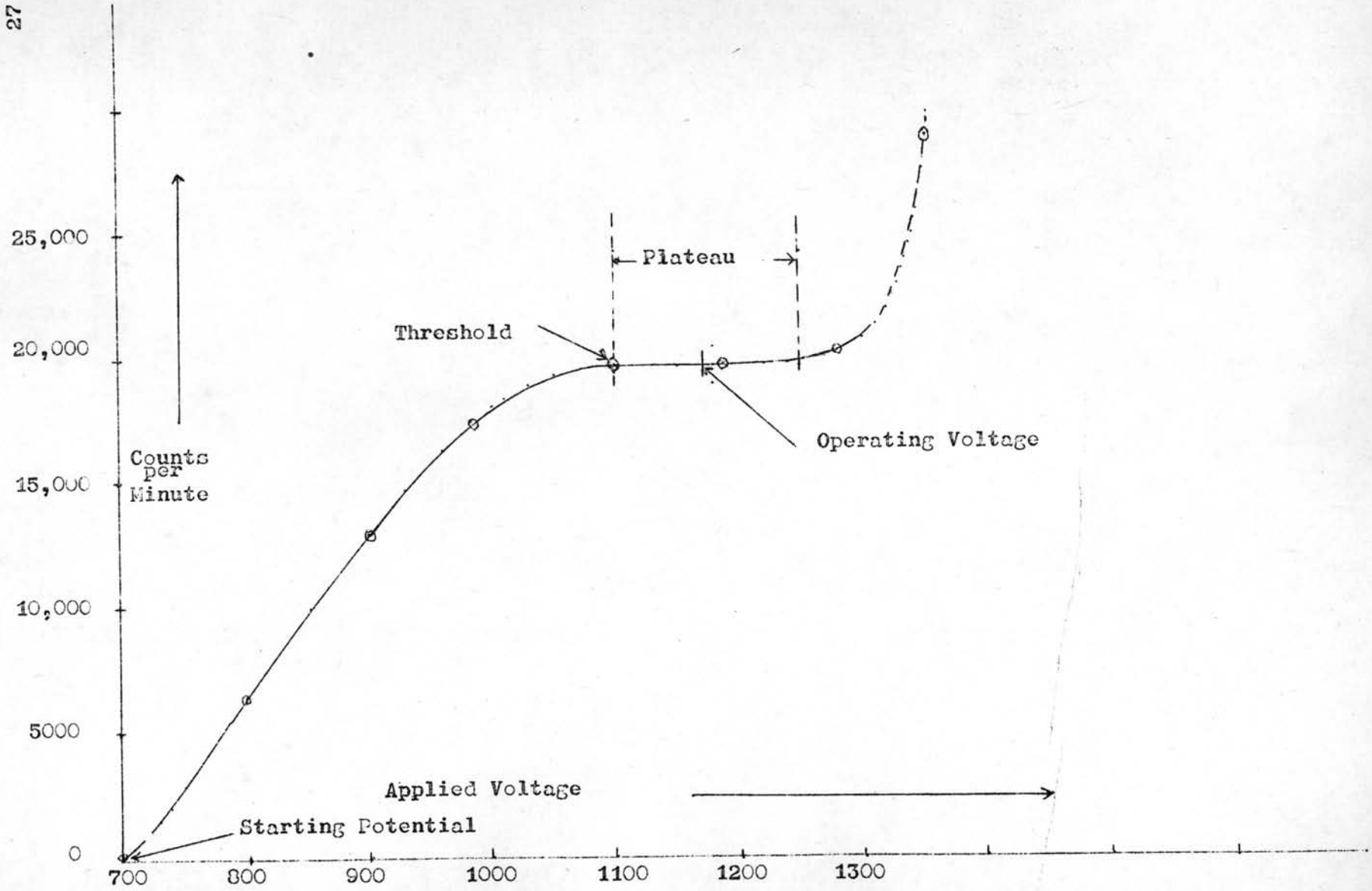
3.2 วิธีทำการวิจัย

ตั้งเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 3-3



รูปที่ 3-5. แสดงภาพการตั้งเครื่องมืออย่างคร่าว ๆ

วงแหวนตะกั่วที่ใช้หุ้มหัวเครื่องวัด เพื่อกันรังสีจากแบคกราวน์ (Background radiation) หนาประมาณ 10 ซ.ม. หัวเครื่องวัดห่างจากกระบอกแก้วประมาณ 10 ถึง 20 ซ.ม. (ระยะ Y) อยู่ในแนวประมาณกึ่งกลางกระบอก หันหัววัดเข้าหาลูกปืนที่ตำแหน่งดังแสดงในรูป 3-3 ก่อนจะทำการวัดรังสีเพื่อการวิจัย จะต้องหาศักย์ไฟฟ้าที่จะใช้ในการวัด



รูปที่ 3-6. แสดงการหาค่า Operating Voltage ของเครื่องวัดรังสีแบบซินทิลเลชัน

รังสีสำหรับเครื่องวัดนี้เสียก่อน ศักย์ไฟฟ้านี้เรียกว่า Operating Voltage ศักย์ไฟฟ้าที่ต้องการหาได้จากการทดลองดังแสดงในกราฟรูปที่ 3-4 โดยใช้รังสีจากลูกปืนเป็นต้นกำเนิดรังสี ในการวิจัยนี้ใช้ Operating Voltage เท่ากับ 1180 โวลท์

ทำการวัดนับรังสีของลูกปืนโดยใช้คีมจับ จับลูกปืนลูกใดลูกหนึ่งวางลงบนตะแกรงในกระบอกแก้วให้อยู่ในตำแหน่งตรงกลางตะแกรงพอดี เลื่อนตะแกรงลงมาที่จุดที่ต้องการจะวัดรังสี จุดแรกคือจุดที่ 30 ซ.ม. เหนือระดับหัวเครื่องวัด วัดจำนวน cpm และบันทึกไว้เลื่อนลูกปืนลงไปทีละ 3 ซ.ม. และวัด cpm ไว้ทุกครั้งจนกระทั่งลูกปืนอยู่ที่ตำแหน่ง 30 ซ.ม. ใต้ระดับหัวเครื่องวัดเป็นจุดสุดท้าย แล้วนำลูกปืนออกจากกระบอกแก้ว หาเวลาประมาณที่ลูกปืนลูกนั้นจะใช้ในการเคลื่อนที่จากผิวบนของของเหลว ในกระบอกไปถึงปลายล่างกระบอก แล้วตั้งเวลาของเครื่องนับรังสีให้มากกว่าเวลานี้เล็กน้อย ใช้คีมจับจับลูกปืนจุ่มในของเหลวใต้ผิวเล็กน้อย ตรงกลางปากกระบอกแก้วพอดี ปล่อยลูกปืนพร้อมกับเปิดเครื่องนับรังสี ค่าที่นับได้เรียกว่าจำนวนสะสม C ทำหลาย ๆ ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย หักแบคกราวน์ที่หาไว้แล้วออกจาก C นี้จะได้ค่าสะสมจากรังสีของลูกปืนแต่เพียงอย่างเดียวตามที่ต้องการ

จากค่า cpm ที่บันทึกไว้แต่ตอนแรก หักค่าแบคกราวน์ออกเสียแล้ว หาค่าเฉลี่ยของ cpm คือ $\bar{D}$ ตามสมการที่ (2-15)

ลูกปืนลูกอื่น ๆ ก็ทำเช่นเดียวกัน นำเอาค่า $\bar{D}$ และ C ไปคำนวณหาความเร็วตามสมการที่ (2-19) บันทึกค่าความเร็วนี้ไว้ เพื่อเปรียบเทียบกับความเร็วที่จะวัดได้ในวันต่อ ๆ ไป

ในกรณีที่ของเหลวตัวกลางเป็นชนิดทึบแสง เช่น นมข้น ไม่สามารถจะมองเห็นลูกปืนได้ เราก็มีวิธีในการหาเวลาประมาณที่ลูกปืนจะเคลื่อนที่จากที่ผิวบนไปถึงก้นหลอดได้ โดยการสังเกตุความเร็วของการนับรังสีจากเครื่องนับ อัตราความเข้มของรังสีจะแรงขึ้นเรื่อยๆ และจะแรงที่สุดเมื่อลูกปืนอยู่ที่หน้าเครื่องวัดพอดี จากนั้นจะค่อย ๆ นับจาง จับเวลาตั้งแต่เริ่มปล่อยลูกปืนจนกระทั่งเครื่องนับเริ่มนับจาง แล้วเอา 2 คูณ ก็จะได้เวลาที่ต้องการพอประมาณ ดังนั้นในการวัดจำนวนสะสมอาจตั้งเวลาตามที่หาไว้นี้หรือจะให้มากกว่าเล็กน้อยก็ได้.