

บทที่ ๓

วิธีการทดลอง



๓.๑ วิธีการเตรียมแผ่นเซลลูโลสในเตรท

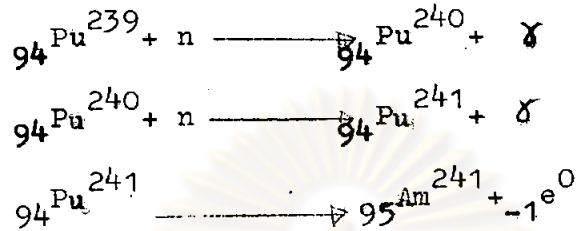
เหตุที่ต้องเลือกเตรียมแผ่นเซลลูโลสในเตรทเพื่อใช้ศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือกลาวไวข้างต้นคือ แผ่นเซลลูโลสชนิดนี้สามารถบันทึกรอยของอนุภาคที่มีประจุค่าสุดได้ตั้งแต่โปรตอน

การเตรียมแผ่นเซลลูโลสในเตรทมีวิธีการดังนี้คือ ค่อย ๆ รินน้ำมันแอม (amyl acetate) ปริมาตร ๑๗ ลบ.ซม. ลงผสมกับสารดินระเบิด (nitro-cellulose) ที่อยู่ในสภาพแข็งเปื่อย (เพื่อป้องกันการลุกเป็นไฟในอากาศจึงต้องผสมผงดินระเบิดกับน้ำไว้) มวล ๒ กรัม คนจนสารดินระเบิดละลายเป็นของเหลวใส เก็บไว้ในหลอดแก้ว ปิดจุกให้แน่น ทิ้งไว้ประมาณ ๒ สัปดาห์ จะได้ของเหลวใสที่มีตะกอนนอนก้นอยู่จำนวนหนึ่ง แลวกค่อย ๆ รินเอาเฉพาะของเหลวใสหลอดแก้วอีกหลอดหนึ่งไว้ จากนั้นเอาของเหลวใสนั้นมาหยดลงบนแผ่นกระจกใสที่ทิ้งไว้โดยมีภาชนะครอบให้มิดชิดนานประมาณ ๑ วัน เพื่อให้ของเหลวนั้นระเหยอย่างช้า ๆ เหลือแค่เซลลูโลสในเตรทที่แข็งตัวเป็นแผ่นใสเหมือนกระจกคิอยู่บนแผ่นกระจกใสคั้น การที่ให้สารละลายระเหยอย่างช้า ๆ นั้น เพื่อให้ได้แผ่นเซลลูโลสที่มีผิวหน้าเรียบ ลอกแผ่นเซลลูโลสนี้ออกได้โดยแช่ในน้ำเย็นธรรมดาที่จะหลุดลอยออกมา นำไปผึ่งให้แห้งในอากาศ จะได้แผ่นเซลลูโลสในเตรทที่นำไปใช้บันทึกรอยของอนุภาคต่าง ๆ ได้ต่อไป แต่เนื่องจากแผ่นเซลลูโลสในเตรทที่เตรียมขึ้นได้นี้บางและอ่อนมาก จะนำไปใช้การโค่นควกต้องคิดไว้กับแผ่นกระจกใสคั้น แผ่นเซลลูโลสที่เตรียมได้นี้จะหนาประมาณ ๑๓ ไมครอน

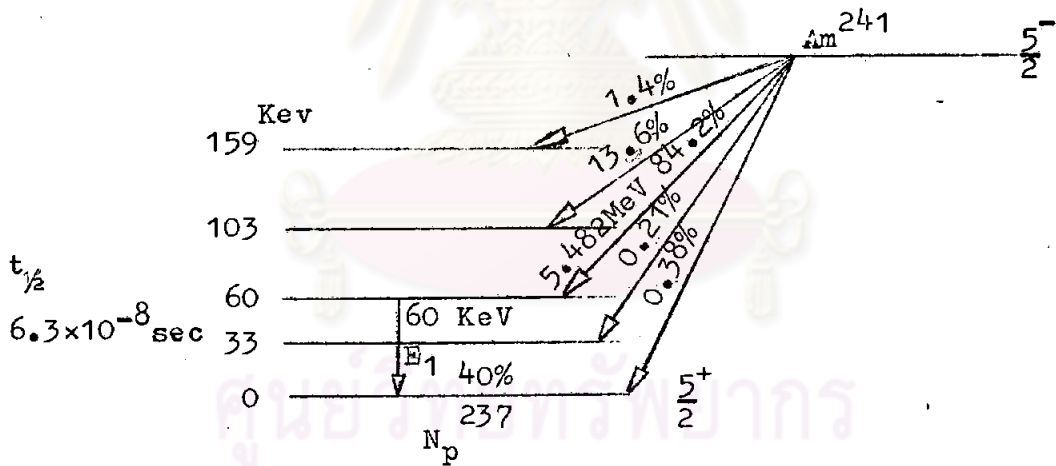
๓.๒ การอาบรังสี

ในการนี้ได้นำแผ่นเซลลูโลสในเตรทไปอาบรังสีอัลฟาจากสาคูเอเมอร์เซียม (^{241}Am)

อเมอริเซียมเป็นธาตุที่พบครั้งแรกในปี ค.ศ. ๑๙๔๔ โดยเกิดจากการยิงนิวตรอนไปทำปฏิกิริยากับธาตุพลูโตเนียม (${}_{94}\text{Pu}^{239}$) ดังสมการ (๘)



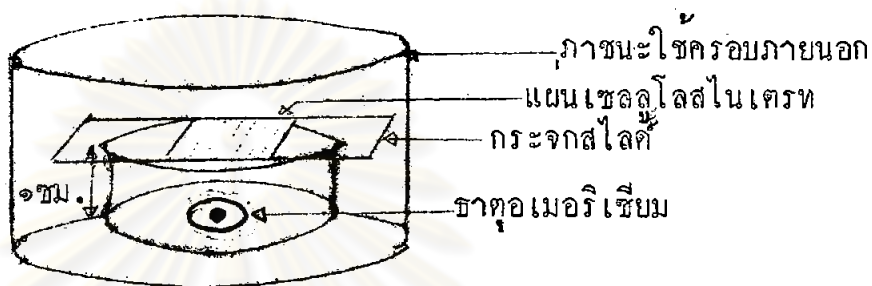
ซึ่งต่อมาก็ได้พบอเมอริเซียมเป็นธาตุอิสระในธรรมชาติ เป็นสารกัมมันตรังสีมีครึ่งชีวิต (half-life) ยาวนาน ๔๕๕ ปี สลายตัวให้อนุภาคอัลฟาพลังงานต่าง ๆ ดังแผนภาพในรูปที่ ๓.๑ (๑๐)



รูปที่ ๓.๑ แผนภาพแสดงการสลายตัวให้อนุภาคอัลฟาพลังงานต่าง ๆ ของธาตุอเมอริเซียม

ธาตุอเมอริเซียมที่ใช้อบรมรังสีนี้ได้มาจาก น.ส. อรุณี แสงอรिवนิช ซึ่งได้เตรียมขึ้นโดยวิธีอิเล็กโทรลิซิส (electrodeposition) (๑๑) ให้อเมอริเซียมไปติดอยู่ในจานอลูมิเนียม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๒.๕ มม. มีผงอเมอริเซียมจำนวน ๐.๘๖ ไมโครกรัม ติดอยู่ที่ตอนกลางจานอลูมิเนียม เป็นจุดวงกลมเล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๐.๐๓ มม.

ในการอาบรังสีนี้ ได้เอาแผ่นเซลล์โลสในเตรทติดอยู่กับแผ่นกระจกใสลงมาวางรับรังสี โดยวางลงบนถ้วยเล็ก ๆ ซึ่งสูงประมาณ ๑ ซม. มีธาตุอเมอริเซียมอยู่ในถ้วยนั้น และมีภาชนะครอบข้างนอกอีกชั้นหนึ่ง ดังรูปที่ ๓.๒



รูปที่ ๓.๒ แสดงการอาบรังสีอัลฟาของแผ่นเซลล์โลสในเตรท

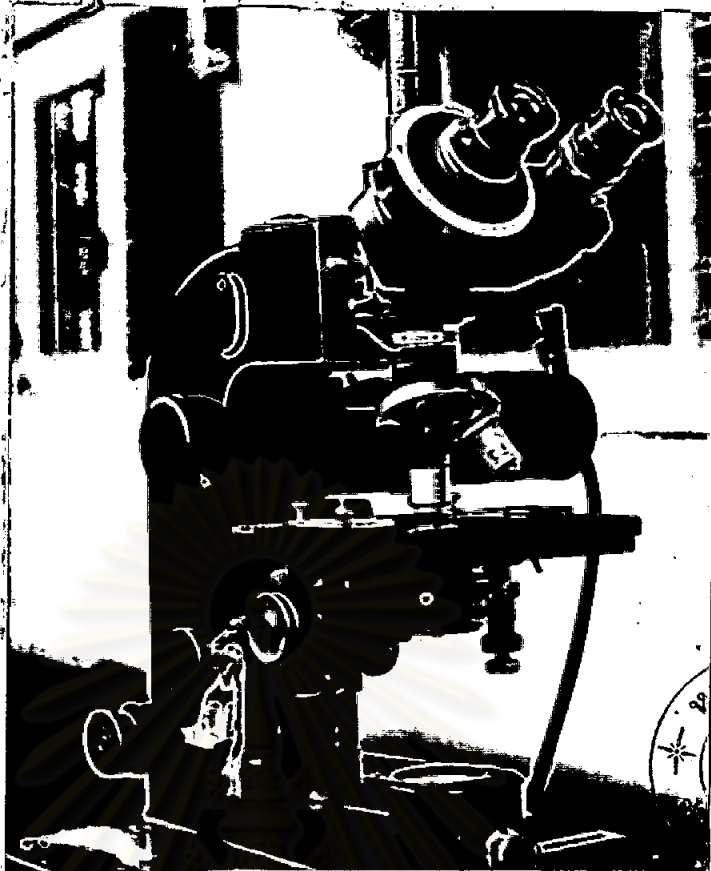
ใช้เวลาอาบรังสีนาน ๓ นาที และ ๕ นาที (เวลานานรอยที่ปรากฏก็จะมากตาม ในการนี้ใช้เวลาน้อยเพื่อความสะดวกในการนับรอย)

๓.๓ การกัดรอย (etching)

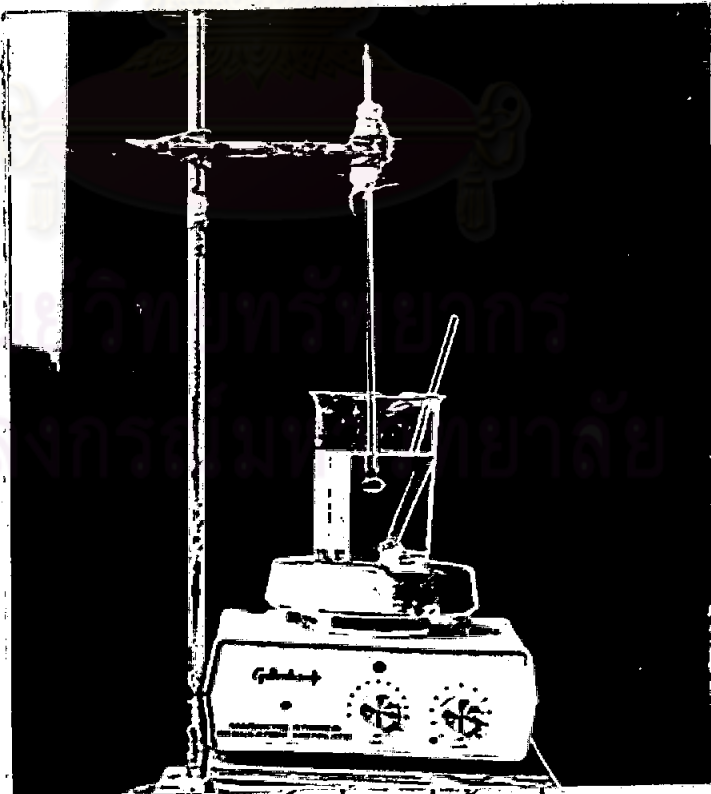
รอยที่ได้ในตอน ๓.๒ จะมีขนาดเล็กมาก ต้องใช้สารละลายเคมีกัดรอยให้มีขนาดโตขึ้น แล้วนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงธรรมดา กล้องที่ใช้ในการศึกษารอยนี้ เป็นกล้องแบบคุก-ทรูตัน แอนด์ ซิมส์ (Cooke-Troughton & Sims) ของบริษัทวิกิเตอร์อินสตรูเมนต์ส (Vicker Instruments) แห่งประเทศอังกฤษ ใช้กำลังขยายทั้งหมด ๖๐๐ เท่า ลักษณะของกล้อง ดังรูปที่ ๓.๓

สารละลายเคมีที่ใช้คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น ๖.๒๕ นอร์มอล และ ๒.๕ นอร์มอล

นำแผ่นเซลล์โลสในเตรทที่อาบรังสีแล้ว แชลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยใช้เตาไฟฟ้าซึ่งปรับอุณหภูมิได้ และมีเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ การติดตั้งเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ ๓.๔



รูปที่ ๓.๓ เป็นรูปกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงธรรมดาแบบคูก-ทรูตัน แอนคิมส
ของบริษัทวิกเคอร์อินสตรูเมนต์สแห่งประเทศอังกฤษ

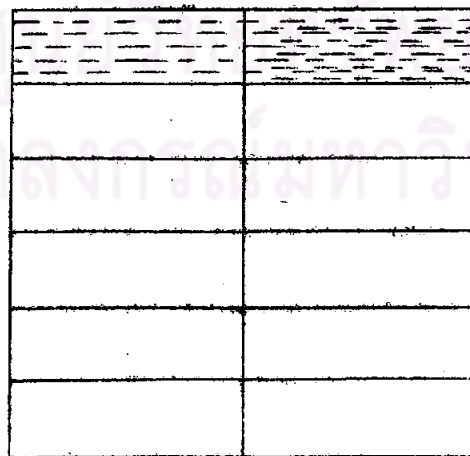


รูปที่ ๓.๔ รูปการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ระหว่างการศึกษา

ในการทดลองนี้ได้เลือกใช้อุณหภูมิ ๓๐, ๓๕, ๔๐, ๕๐, ๖๐ องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาต่าง ๆ กันเช่นที่ ๓๐ องศาเซลเซียสได้เริ่มใช้เวลา ๓๐ นาที แล้วนำเอาชิ้นมาล้างน้ำเพื่อหยุดปฏิกิริยาการกักรอยและล้างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ออกให้หมด ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ ๕ นาที โดยให้นำมาทำการถ่ายเทอย่างช้า ๆ ตลอดเวลา ต่อจากนั้นก็ผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปนับรอยต่อไป หลังจากนับรอยเสร็จแล้วให้นำแผ่นเซลล์ูโลส แผ่นเดมนี้ไปกักคอกในชวงเวลา ๑๐ นาทีบ้าง ๕ นาทีบ้าง เมื่อหลังจากล้างสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และตากแห้งแล้ว ก็นับรอยอีก ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ ไปจนกระทั่งจำนวน รอยลดลง และแผ่นเซลล์ูโลสในเตรหถูกกักไปบางมากจนใช้การไม่ได้ก็เลิก ที่อุณหภูมิอื่น ๆ ก็ทำเช่นเดียวกัน แต่ชวงเวลาอาจไม่เท่ากันทั้งนี้เพราะวารอยเกิดช้าเร็วไม่เท่ากัน

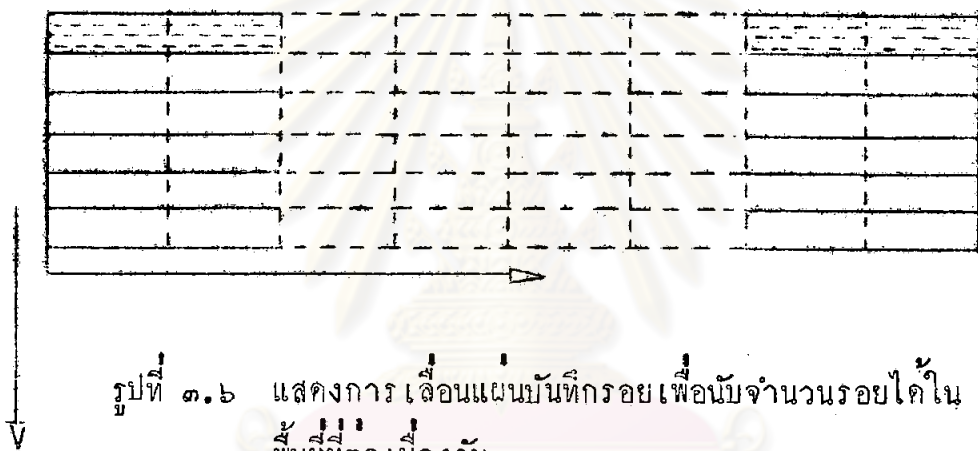
๓.๕ การนับจำนวนรอยและการวัดค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของรอย

๓.๕.๑ การนับจำนวนรอยได้ใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีสเกลสี่เหลี่ยมคี่ดที่เลนส์ ใกล้เคียง ซึ่งสามารถเทียบกับวัตถุที่มีพื้นที่ประมาณ ๑.๕๔×๑๐^{-๒} ตารางมิลลิเมตร นับจำนวน รอยทั้งหลายที่อยู่ภายในกรอบสี่เหลี่ยม กรอบสี่เหลี่ยมนี้จะประกอบด้วยสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ เท่ากัน มีลักษณะดังรูปที่ ๓.๕



รูปที่ ๓.๕ เป็นรูปลักษณะสเกลสี่เหลี่ยมคี่ดที่เลนส์ใกล้เคียงของกล้องจุลทรรศน์

การนับรอยเริ่มตนนับรอยทางด้านซ้ายมือเรื่อยไป รอยที่อยู่คาบเส้นกรวยสี่เหลี่ยมใหญ่ทางซ้ายมือและด้านบนจะไม่นับ เพื่อกันไม่ให้นับรอยซ้ำกัน แต่ถ้าเป็นรอยที่อยู่คาบเส้นกรวยสี่เหลี่ยมใหญ่ทางขวามือและด้านล่างจะนับ เป็นอย่างนี้ทุก ๆ ตอน แล้วเลื่อนแผ่นบันทึกรอยเปลี่ยนตำแหน่งนับรอยไปทางขวามือโดยตลอด เมื่อสิ้นสุดทางแล้วก็เลื่อนตำแหน่งเป็นแนวกลาง แล้วเริ่มนับรอยจากซ้ายไปขวามือที่ละชนิด ๆ เพื่อให้ได้พื้นที่ที่สังเกตเป็นพื้นที่ต่อเนื่องกันไปดังรูปที่ ๓.๖

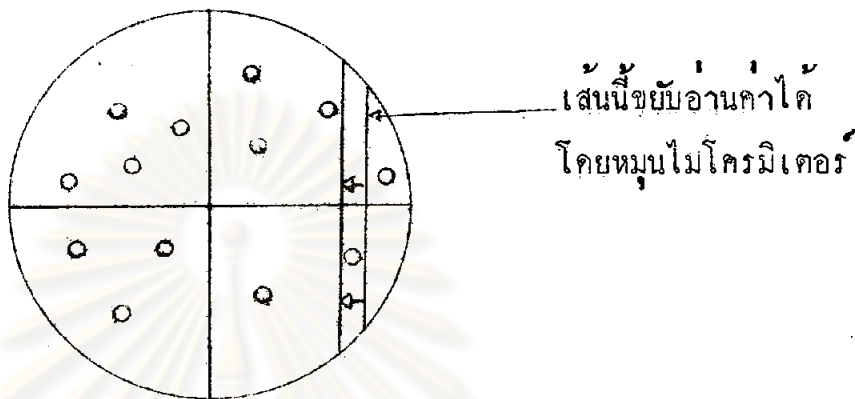


รูปที่ ๓.๖ แสดงการเลื่อนแผ่นบันทึกรอยเพื่อนับจำนวนรอยได้ในพื้นที่ต่อเนื่องกัน

นับรอยในกรวยสี่เหลี่ยมพื้นที่ 9.44×90^{-2} ตารางมิลลิเมตร ๕๐ ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย ต่อจากนั้นก็คำนวณหาค่าจำนวนรอยต่อหน่วยพื้นที่ ซึ่งเรียกว่า ความหนาแน่นรอยต่อไป

๓.๔.๒ การวัดค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของรอย วัดได้โดยใช้ไมโครมิเตอร์ที่ติดกับเลนส์ใกล้ตาซึ่งอ่านละเอียดได้น้อยที่สุดถึง ๐.๑๕ ไมครอน ลักษณะการวัดภายในกล้องดังแสดงในรูปที่ ๓.๗

เมื่อวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยแล้ว ก็นำค่ามาเขียนกราฟแห่งระหว่างจำนวนรอยกับค่าเส้นผ่าศูนย์กลาง ปรากฏว่า ต้องใช้จำนวนรอยถึง ๑๖๐ รอย จึงจะได้กราฟแห่งที่มียอดเดี่ยว ต่อจากนั้น ก็หาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามวิธีของการกระจายของ ปัวซอง (Poisson distribution) (๑๒)



รูปที่ ๓.๓ ลักษณะภายในกล้องจุลทรรศน์ไมโครมิเตอร์ใช้วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยไต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย