

## บทที่ 3

## วิธีการทดลอง

3.1 แผ่นมันท์กรอยเซลล์โลหะอะซิเทท

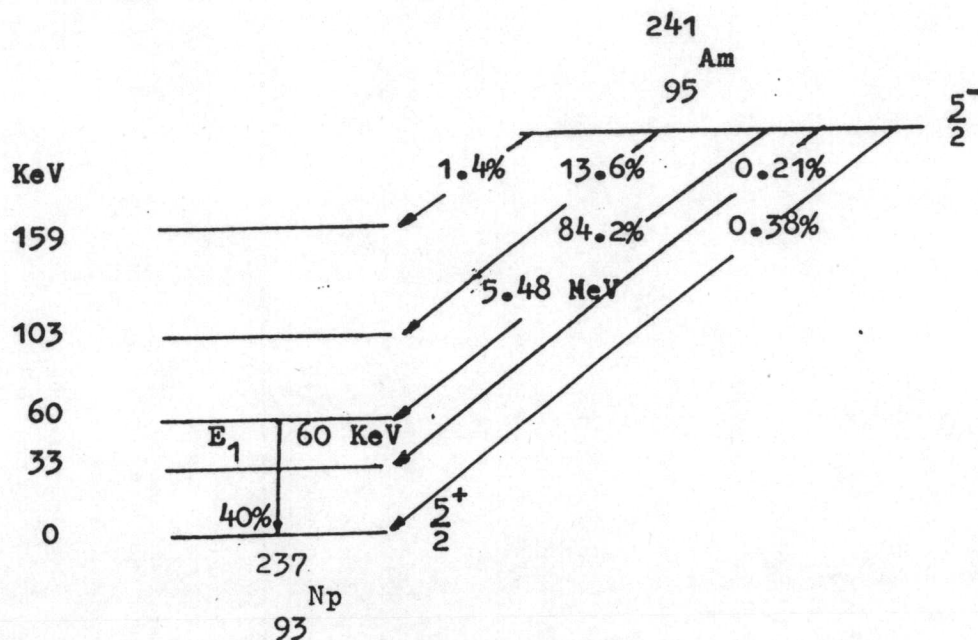
แผ่นมันท์กรอยนี้สามารถมันท์กอนูภาคอัลฟาได้ มีราคาถูกและหาซื้อได้ตามร้านอุปกรณ์เครื่องเขียน เหมาะสำหรับงานวิจัยและสาธิตเกี่ยวกับวิชาการศึกษารอยอนุภาค โดยวิธีกัดขยายรอย (Track Etching) แผ่นมันท์เซลล์โลหะอะซิเททมีลักษณะใสส่องมองกับไฟไม่เป็นลูกคลื่น จุดตกไฟง่ายและหกรวดอย่างรวดเร็ว มีความหนาประมาณ 0.022 เซนติเมตร ความหนาแน่น 1.25 กรัม/(เซนติเมตร)<sup>3</sup> การคัดเลือกแผ่นมันท์กรอยนำมาส่องกับไฟ สังเกตดูภูมิหลังน้อยที่สุดด้วยตาเปล่า ตัดให้มีความกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร ซึ่งสามารถบรรจุได้ในกรอบสไลด์ (Slide holder)

3.2 การมันท์กอนูภาคอัลฟา

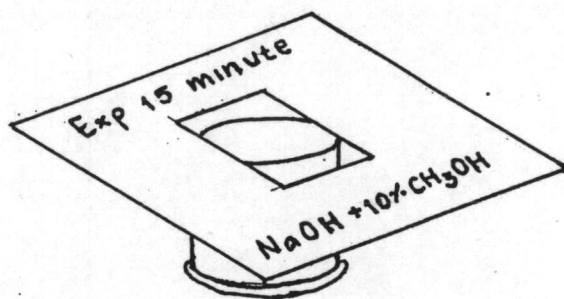
นำแผ่นเซลล์โลหะอะซิเทท ไปฝังรับอนุภาคอัลฟาที่สลายตัวจากซาทูอเมอริเซียม  $^{241}_{95}\text{Am}$  ที่ได้จาก การเตรียมชั้นโดยวิธีอิเล็กโทรดโพสิชัน (Electrodeposition) โดยนางสาวอรุณี แสงอรียานิช<sup>(13)</sup> มีลักษณะเป็นแผ่นอลูมิเนียมกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร มีซาทูอเมอริเซียมติดอยู่ตรงกลาง 0.92 ไมโครกรัม

ซาทูอเมอริเซียมเป็นสารกัมมันตภาพรังสี มีครึ่งชีวิต 458 ปีสลายตัวให้อนุภาคอัลฟาพลังงาน 5.482 Mev 84.2 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานอื่นอีกตามรูปที่ 3.1

การฝังรับอนุภาคอัลฟา โดยวางแผ่นเซลล์โลหะอะซิเททที่อยู่ในกรอบสไลด์บนท่อเอสลอนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตรซึ่งวางอยู่บนซาทูอเมอริเซียมให้อนุภาคอัลฟาวิ่งทำมุม 90 องศา กับแผ่นเซลล์โลหะอะซิเททในบรรยากาศและที่อุณหภูมิห้อง (ดังรูป 3.2) ระยะเวลาฝังรับ 15 นาที ยกเว้นแผ่นมันท์กรอยของการกัดขยายรอยที่ 50°C และ 60°C ฝังรับนาน 10 นาที



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงการสลายตัวของธาตุอмериเซียม-241 (13)



รูปที่ 3.2 แสดงการร่อนอนุภาคอัลฟาของแผ่นมันทิก

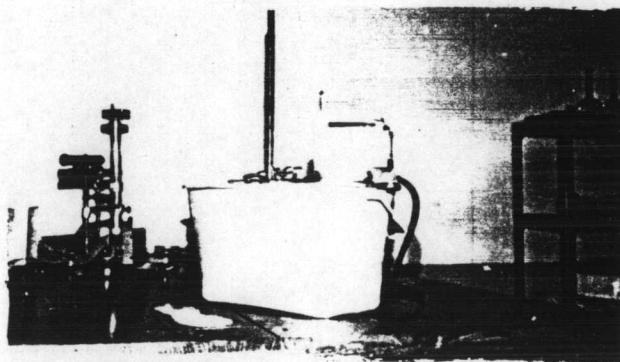
3.3 การกักขยายรอย

รอยอนุภาคอัลฟานบนแผ่นเซลลูโลสอะซิเตท สามารถทำให้ใหญ่ขึ้นได้โดยนำไปแช่ในสารละลายเคมี ที่เงื่อนไขต่างๆ ตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แสดงเงื่อนไขต่างๆ ของสารละลายเคมีที่ใช้ในการศึกษาทดลองหาความหนาแน่นรอยสูงสุด

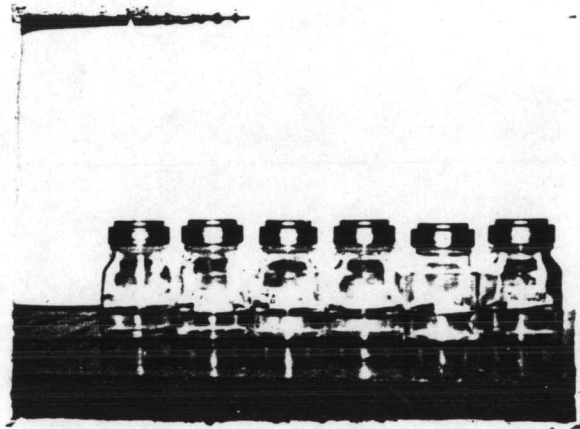
สารละลาย ความเข้มข้น 2-7 นอร์มัล	อุณหภูมิ °C	% CH <sub>3</sub> OH
NaOH	28	-
	40	-
	50	-
	60	-
	28	10
	28	20
	28	25
KOH	28	-
	28	10
	28	20
	28	25

การทดลองทำเป็นชุดแต่ละชุดได้ทำการทดลองที่ความเข้มข้น 6 ค่าคือที่ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 นอร์มัลอุณหภูมิห้อง 28 °C ส่วนอุณหภูมิอื่นๆ ใช้ควบคุมโดยเครื่อง Griffin Accurstate S15-162 ดังรูป 3.3



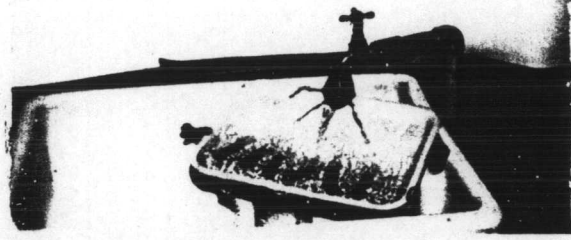
รูป 3.3 แสดงการควบคุมอุณหภูมิในระหว่างทำการทดลองโดยเครื่อง Griffin Accurostate S15-162

สำหรับการผสมสารละลายอัลกอฮอล์โคโคเอซิลอัลกอฮอล์และเมซิลอัลกอฮอล์ แต่ว่าเอซิลอัลกอฮอล์เมื่อผสมแล้วสารละลายจะกักขยายรอยมากเกินไปทำให้แผ่นมันทึกรอยอ่อน ไม่เรียบจึงไม่เหมาะลมหที่จะใช้ผสม แต่สารละลายที่ผสมเมซิลอัลกอฮอล์นั้นใช้ได้ และเมซิลอัลกอฮอล์ ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) ที่ใช้มีคุณสมบัติเป็นของเหลวใสไม่มีสี ความบริสุทธิ์ 98 เปอร์เซ็นต์ จุดเดือด 67 องศาเซลเซียส ใช้เป็นตัวแทนละลายโคโคเอซิลอัลกอฮอล์ รั้งนั้น ขณะทำการทดลองต้องบรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดทรงรูป 3.4



รูป 3.4 แสดงการทดลองขณะแช่แผ่นเซลลูโลสอะซิเตทในสารละลายค่างผสม เมซิลอัลกอฮอล์

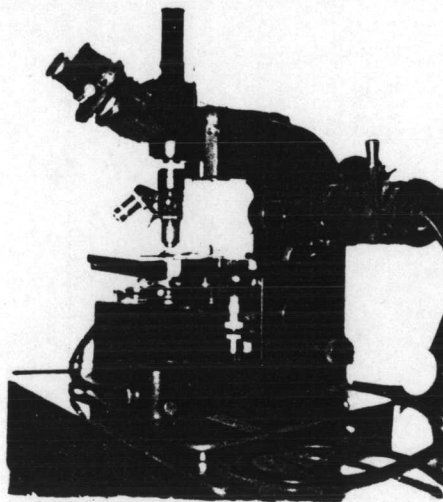
ช่วงเวลาในการแช่สารละลายเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายค่าง ส่วนผสมของเมซิลอัลกอฮอล์และอนุภูมิในขณะทำการทดลอง โดยใช้เวลาเมื่อรอยอนุภาคอัลฟาเริ่มปรากฏขึ้น แล้วนำแผ่นเซลลูโลสอะซิเตทมาล้างด้วยน้ำที่ไหลช้าๆ อยู่ตลอดเวลา (slow running water) ตามรูปที่ 3.5 เพื่อหยุดปฏิกิริยาการกักรอย เป็นเวลาประมาณ 10 นาที ผึ่งทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปนับจำนวนรอยต่อพื้นที่หน้ากล้อง (ตามในหัวข้อ 3.4.1) จากนั้นก็นำไปแช่ในสารละลายเพื่อกักขยายรอยอีกครั้ง ตามขั้นตอนและเงื่อนไขเดิมโดยใช้เวลาตามความเหมาะสม แล้วนำขึ้นมาับจำนวนรอยต่อพื้นที่หน้ากล้อง จนกระทั่งจำนวนรอยต่อที่พื้นที่หน้ากล้องลดลง กระทำได้ประมาณ 6 ครั้ง



รูปที่ 3.5 แสดงการล้างแผ่นบันทึกเพื่อหยุดปฏิกิริยาการกัดขยายรอยโดยน้ำไหลอย่างช้าๆ

#### 3.4 การนับจำนวนรอย

รอยที่ถูกกัดขยายแล้วในการทดลอง 3.3 นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ Cooke-Troughton & Sim ของบริษัทวิกเกอร์อินสตรูเมนต์ (Vicker Instruments) แห่งประเทศอังกฤษ ตามรูป 3.6 กล้องมีตารางสีเหลี่ยมเล็กๆ ที่คออยู่ที่เลนส์ใกล้ตา โดยใช้กำลังขยาย 600 เท่า ตารางที่เห็นในหนึ่งพื้นที่หน้ากล้องจะมีพื้นที่เท่ากับ  $1.44 \times 10^{-2}$  ตารางมิลลิเมตร การนับจะนับเฉลี่ยไปทั่วพื้นที่ของผิวโดยแต่ละแผ่นจะนับในจำนวนพื้นที่หน้ากล้องทั้งหมด 50 พื้นที่



รูปที่ 3.6 แสดงกล้อง Cooke-Troughton & Sim ที่ใช้ในการทดลอง

### 3.5 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของรอย

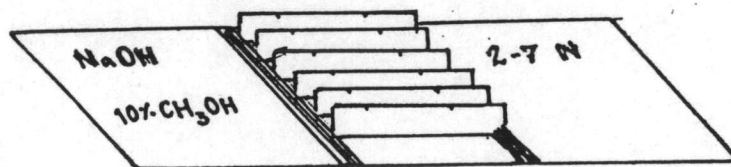
รอยที่ถูกกัดขยายแล้ว จะมีลักษณะเป็นรูปกรวยเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใกล้เคียงกัน ในการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยนี้ ใช้ไมโครมิเตอร์ที่ติดกับเส้นสเกล โดยใช้กำลังขยายประมาณ 600 เท่า จะได้นาฬิกาเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 ไมครอนต่อ 1 ของสเกลบนไมโครมิเตอร์ สุ่มวัดเฉพาะรอยที่มีขนาดใกล้เคียงกันเป็นจำนวน 30 รอย และนำมาหาค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางในทุกๆ เงื่อนไขที่ใช้ในหัวข้อ 3.3 เฉพาะเวลาประมาณที่ความหนาแน่นรอยสูงสุดเท่านั้น

### 3.6 การหาอัตราเร็วการกัดความผิว ( Bulk etching rate )

#### 3.6.1 วิธีวัดความหนาผิวโดยตรง

แผ่นเซลลูโลสอะซิเตทที่มีความหนาประมาณ 0.22 มิลลิเมตร ในการวัดความหนาที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากโค่นในสารละลายเคมีแล้ว ให้นำส่วนหนามาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ขนาดกำลังขยาย 300 เท่าจะมองเห็นความหนาโค่นออกหน้ากล้องโดยไม่ต้องเลื่อนไปที่หน้ากล้องอินดิคไป

การเตรียมแผ่นเซลลูโลสอะซิเตท เพื่อจะวัดความหนานั้นได้ตัดแผ่นนี้ให้มีขนาดยาว 2-2.5 เซนติเมตร กว้าง 0.25 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถวางบนแท่นกล้องจุลทรรศน์ได้ นำค่านที่ต่อการวัดไปขีดให้เรียบด้วยกระดาษทรายชนิดละเอียดมาก ทำเครื่องหมายจุดที่ต่อการวัดความหนา เพื่อให้วัดที่ตำแหน่งเดิมเสมอ แล้วนำไปวางบนแผ่นกระจกสไลด์ โดยยึดให้แนวค่านที่ต่อการวัดตั้งฉากกับแผ่นสไลด์ ดังรูป 3.7



รูป 3.7 แสดงการวางแผ่นเซลลูโลสอะซิเตทเพื่อวัดความหนา

วัดความหนาของแผ่นมันที่กก่อนถูกแช่ในสารละลายเคมี หลังจากนั้นให้นำไปแช่ในสารละลายเคมี โดยใช้เวลาในการแช่แต่ละครั้งเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมในแต่ละเงื่อนไข ตามตาราง 3-2

สารละลาย ความเข้มข้น (2-7N)	เวลา ชั่วโมง	สารละลายความเข้มข้น(2-7N) 28°C	เวลา ชั่วโมง	สารละลาย ความเข้มข้น(2-7N)28°C	เวลา ชั่วโมง
NaOH 28°C	8	-		KOH	5
NaOH 40°C	2	NaOH 10% CH <sub>3</sub> OH	5	KOH 10% CH <sub>3</sub> OH	2
NaOH 50°C	1.5	NaOH 20% CH <sub>3</sub> OH	1.5	KOH 20% CH <sub>3</sub> OH	1
NaOH 60°C	0.5	NaOH 25% CH <sub>3</sub> OH	1	KOH 25% CH <sub>3</sub> OH	1

ตารางที่ 3-2 แสดงเวลาที่แช่สารละลายเคมีในแต่ละครั้งที่วัดความหนาที่เปลี่ยนแปลง

หลังจากแช่แผ่นมันที่กรอยในสารละลายเคมีแล้วได้วัดความหนาเอาไว้ แล้วนำกลับไปแช่อีก และวัดความหนาอีกครั้ง ทำเช่นนี้อย่างน้อย 4 ครั้ง จากความหนาที่ได้นำไปหาความชันตามวิธี least square fit<sup>(14)</sup> จึงได้แสดงตัวอย่างการคำนวณไว้ในภาคผนวก การคำนวณโดยใช้เครื่อง Hewlett Packard HP97 จากความชันของกราฟนำมาหาค่า  $V_B$  ของแต่ละความเข้มข้นได้จาก  $V_B = \frac{\text{ความหนาที่เปลี่ยนแปลง}}{2}$

### 3.6.2 วิธีวัดความหนาจากการชั่งมวลที่ถูกกัดออกไป

วิธีเตรียมटकแผ่นเซอูโลสอะซิเททให้มีพื้นที่ประมาณ 10 ตารางเซนติเมตร นำแผ่นที่ตัดไปชั่งโดยเครื่องชั่งละเอียดอ่านได้ 4 ตำแหน่งของกรัม แล้วนำไปแช่ในสาร

ละลายเคมีเช่นเดียวกับวิธี (1) แต่ใช้เวลาตามตารางที่ 3-3  
 ตารางที่ 3-3 แสดงเวลาที่ใช้น้ำสารละลายเคมีในแต่ละครั้งที่ซึ่งมวลที่เปลี่ยนแปลง

สารละลาย ความเข้มข้น (2-7N)	เวลา ชั่วโมง	สารละลาย ความเข้มข้น (2-7N) 28°C	เวลา ชั่วโมง	สารละลาย ความเข้มข้น (2-7N) 28°C	เวลา ชั่วโมง
NaOH 28°C	24	-	-	KOH	7
NaOH 40°C	4	NaOH 10% CH <sub>3</sub> OH	6	KOH 10% CH <sub>3</sub> OH	4
NaOH 50°C	3	NaOH 20% CH <sub>3</sub> OH	3	KOH 20% CH <sub>3</sub> OH	2
NaOH 60°C	1	NaOH 25% CH <sub>3</sub> OH	2	KOH 25% CH <sub>3</sub> OH	2

นำค่ามวลของแผ่นเซลล์โลหะซีเททที่ถูกกัดกลงไป มาหาความชันโดยวิธี  
 least square fit จากการคำนวณโดยใช้เครื่อง Hewlett Packard HP97  
 จะได้ความชันซึ่งเป็นค่าของมวลที่เปลี่ยนแปลงต่อชั่วโมงของแต่ละแผ่น

จากนั้นหา  $v_B$  ได้จากสูตร

$$v_B = \frac{1}{2\rho A} \frac{\Delta M}{\Delta t} \quad 3.1$$

เมื่อ  $\rho$  = ความหนาแน่นของแผ่นเซลล์โลหะซีเทท

$A$  = พื้นที่ของแต่ละแผ่น

$\frac{\Delta M}{\Delta t}$  = ความชันจากเครื่องคำนวณ