

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. ดินน้ำมันยี่ห้อ FIMO บริษัท EBERHARD FABER GmbH
2. ดินน้ำมันยี่ห้อ ไฮเคลย์ (ไม้บอกลูกประกอบ) บริษัท ดี เอช เอ สยามเวลาจำกัด
3. พีวีซี ไฮบริด ดิสเพอร์ชัน เรซิน เกรด 74 GP บริษัท ทีพีซี เพ็ทท์ เรซิน จำกัด
4. ไดออกทิลฟทาเลต Dioctyl Phthalate (DOP) บริษัทเอ็มซีสยามโลจิสติกส์จำกัด
5. ก्लीเซอรอล บริษัท วิทยาศาสตร์ จำกัด
6. กรดบอริก
7. คุ๊อบ Heraeus Type VT 5042 EK
8. โกร่งบดยา
9. ตะแกรงร่อนแป้งขนาด $1 \times 1 \text{ mm}^2$
10. เครื่องชั่ง SARTORIUS BASIC MODEL 310 S
11. เครื่องแก้วเช่นบีกเกอร์ และแท่งแก้วคน เป็นต้น
12. ถุงมือยาง
13. ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับใส่ตัวอย่างเพื่อวัดการกัมมันตรังสีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.45 ซม. สูง 1 ซม. ด้านล่างปิดไว้ด้วยแผ่นอะลูมิเนียมหนา 0.04 ซม.
14. ดันกำเนิดรังสี $^{241}\text{Am/Be}$ ความแรง 30 มิลลิวูรี่ จำนวน 2 ตัว
15. ฉงพาราฟิน
16. แผ่น FLEX BORON
17. หัววัดรังสี GLASS SCINTILLATION NE905 ขนาด 2.5 ซม. x 1 ซม.
18. แผ่นแคดเมียมความหนา 0.5 มม.
19. เครื่องวิเคราะห์แบบหลายช่อง CANBERRA SERIES 35PLUS
20. เครื่องกำเนิดศักดาไฟฟ้าสูง EG&G ORTEC MODEL 556
21. เครื่องขยายสัญญาณ EG&G ORTEC MODEL 575A

3.2 การเตรียมชิ้นงานตัวอย่าง

3.2.1 การทดลองหาวัสดุพื้นฐานที่เหมาะสมเพื่อเป็นวัสดุกำบังนิวตรอนช้าที่สามารถปั้นขึ้นรูปได้

โดยการเลือกใช้ วัสดุพื้นฐานสามอย่างได้แก่ ดินน้ำมัน (ยี่ห้อ FIMO และไฮเคลย์) และพีวีซี ไฮบริด คิสเพอร์ชันเรซินเกรด 74GP นำมาผสมกับ DOP หรือ กลีเซอรอลเพื่อให้ได้วัสดุที่มีลักษณะเป็นพลาสติกขอล แล้วจึงนำมาเคียวกรอบริกโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำ ดินน้ำมัน FIMO หรือไฮเคลย์ หรือพีวีซี ไฮบริด คิสเพอร์ชันเรซิน เกรด 74GP ผสมกับ DOP หรือกลีเซอรอลให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวโดยใช้แท่งแก้วคน
2. เคียวส่วนผสมในขั้นตอนที่ 1 ด้วยกรอบริก จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่สามารถปั้นขึ้นรูปได้ (ไม่เหลวและไม่แห้งแข็งจนเกินไป)
3. ทำการทดลองซ้ำในขั้นตอนที่ 1 และ 2 โดยการเปลี่ยนปริมาณของวัสดุต่างๆ ดังแสดงใน ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปริมาณของ ดินน้ำมัน FIMO และไฮเคลย์ พีวีซี ไฮบริด คิสเพอร์ชัน เรซิน เกรด 74GP กรอบริก DOP และกลีเซอรอลในชิ้นงาน

ชิ้นงาน	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (กรัม)					
	FIMO	ไฮเคลย์	พีวีซี	DOP	กลีเซอรอล	กรอบริก
A1	2.0	-	-	0.050	-	0.175
A2	2.0	-	-	0.085	-	0.269
A3	2.0	-	-	0.119	-	0.428
A4	2.0	-	-	0.150	-	0.603
A5	2.0	-	-	0.171	-	0.826
A6	2.0	-	-	0.200	-	1.182
A7	2.0	-	-	0.233	-	1.182
A8	2.0	-	-	0.269	-	1.310
A9	2.0	-	-	0.289	-	1.502
B1	-	2.0	-	0.167	-	0.182
B2	-	2.0	-	0.102	-	0.317

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชิ้นงาน	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ (กรัม)					
	FIMO	ไฮเคลย์	ฟิวซี	DOP	กลีเซอรอล	กรดบอริก
B3	-	2.0	-	0.132	-	0.432
B4	-	2.0	-	0.167	-	0.452
B5	-	2.0	-	0.210	-	0.452
B6	-	2.0	-	0.254	-	0.498
B7	-	2.0	-	0.281	-	0.510
B8	-	2.0	-	0.310	-	0.734
B9	-	2.0	-	0.340	-	0.801
C1	-	2.0	-	-	0.100	0.157
C2	-	2.0	-	-	0.167	0.176
C3	-	2.0	-	-	0.205	0.232
C4	-	2.0	-	-	0.256	0.336
C5	-	2.0	-	-	0.271	0.381
C6	-	2.0	-	-	0.357	0.430
D1	-	-	1.497	0.417	-	1.191
D2	-	-	1.505	0.416	-	0.922
D3	-	-	1.503	0.414	-	0.900
D4	-	-	1.503	0.410	-	0.878
E1	-	-	1.502	0.470	-	1.185
E2	-	-	1.508	0.479	-	1.212
E3	-	-	1.503	0.470	-	1.306
E4	-	-	1.499	0.465	-	1.401
E5	-	-	1.510	0.465	-	1.452
F1	-	-	1.499	0.522	-	1.400
F2	-	-	1.508	0.525	-	1.697
F3	-	-	1.506	0.535	-	1.499
F4	-	-	1.504	0.535	-	1.692

3.2.2 การศึกษาผลของระยะเวลาในการให้ความร้อนที่มีต่อพลาสติกซอลของพีวีซี

โดยการเลือกใช้ พีวีซี ไฮบริด คิสเปอร์ชัน เรซิน เกรด 74GP เป็นวัสดุพื้นฐานแล้วผสมกับ DOP เพื่อให้ได้วัสดุที่มีลักษณะเป็นพลาสติกซอล แล้วให้ความร้อน หลังจากนั้นจึงนำมาเติมกรบอริก โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำ พีวีซี ไฮบริด คิสเปอร์ชัน เรซิน เกรด 74GP ผสมกับ DOP ให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว
2. นำเข้าอบในตู้อบ อุณหภูมิ 67.5 องศาเซลเซียส*
3. เติมกรบอริก จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ไม่เหลวและไม่แห้งแข็งจนเกินไป
4. ทำการทดลองซ้ำในขั้นตอนที่ 1 - 3 โดยการเปลี่ยนปริมาณของวัสดุและเวลาดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ปริมาณของ พีวีซี ไฮบริด คิสเปอร์ชัน เรซิน เกรด 74GP DOP และเวลาในการให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน

ชิ้นงาน	พีวีซี (กรัม)	DOP (กรัม)	เวลา (นาที)
G1	2.000	1.251	120
G2	2.004	1.250	90
G3	2.001	1.250	60

* บริษัทพีซี เพสท์ เรซิน จำกัด ซึ่งทำการศึกษเกี่ยวกับดินน้ำมันยี่ห้อ FIMO แนะนำให้ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แต่เมื่อนำมาทดลองจริง พลาสติกซอลเกิดการจับตัวกันอย่างรวดเร็วจนสังเกตความเปลี่ยนแปลงได้ยากจึงลดอุณหภูมิในการทดลองลงเหลือ 67.5 องศาเซลเซียส

3.2.3 การศึกษาผลของปริมาณพลาสติกไซเซอร์ที่มีต่อพลาสติกของพีวีซี

โดยการเลือกใช้ พีวีซี ไฮบริด คิสเพอร์ชัน เรซิน เกรด 74GP เป็นวัสดุพื้นฐานแล้วผสมกับ DOP เพื่อให้ได้วัสดุที่มีลักษณะเป็นพลาสติกขอล แล้วให้ความร้อน หลังจากนั้นจึงนำมาเติมกรดบอริก โดยมีขั้นตอนในการเตรียมเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2.2 แต่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของ DOP ดังแสดงใน ตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ปริมาณของ พีวีซี ไฮบริด คิสเพอร์ชัน เรซิน เกรด 74GP และ DOP

ชิ้นงาน	พีวีซี (กรัม)	DOP (กรัม)	เวลา (นาที)
H1	2.000	1.250	60
H2	2.003	1.231	60
H3	2.000	1.219	60
H4	2.001	1.017	60

3.2.4 การเตรียมตัวอย่างในปริมาณที่มากขึ้นเพื่อนำไปกำบังนิวตรอนช้า

จากการทดลองในหัวข้อ 3.2.3 พบว่าชิ้นงานที่เหมาะสมแก่การป็นชิ้นรูปคือชิ้นงาน H1 และ H2 จึงเตรียมให้มีปริมาณมากขึ้นแต่ใช้สัดส่วนเดิม เพื่อนำไปทดลองคุณสมบัติในการกำบังรังสี องค์ประกอบของชิ้นงานแสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ปริมาณของ พีวีซี ไฮบริด คิสเพอร์ชัน เรซิน เกรด 74GP กรดบอริก DOP และเวลาในการให้ความร้อนในชิ้นงานชุด I

ชิ้นงาน	พีวีซี (กรัม)	DOP (กรัม)	เวลา (นาที)	กรดบอริก (กรัม)	ความเข้มข้น ของ กรดบอริก
I1	100.002	62.501	60	150.676	48.11
I2	100.004	61.653	60	136.977	45.87

3.2.5 การศึกษาผลของเวลาที่ให้ความร้อนที่มีต่อชิ้นงาน

ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาผลของความร้อนที่ใช้ในการอบให้ความร้อนที่มีต่อพลาสติกซอลของพีวีซีโดยมีขั้นตอนการเตรียมเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2.2 แต่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและเวลาดังแสดงใน ตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ปริมาณของ พีวีซี ไฮบริด คิสเปอร์ชัน เรซิน เกรด 74GP กรดบอริก DOP และเวลาในการให้ความร้อนในชิ้นงานชุด J

ชิ้นงาน	ผงพีวีซี (กรัม)	DOP (กรัม)	กรดบอริก (กรัม)	เวลา (นาที)
J1	100.000	61.500	110.501	75
J2	100.001	61.500	110.501	80
J3	100.001	61.502	110.503	85
J4	100.00	61.501	110.500	90
J5	100.002	61.500	110.500	95
J6	100.003	61.500	110.502	100
J7	100.000	61.501	ND	105

3.2.6 การเตรียมชิ้นงานตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของกรดบอริกแตกต่างกัน

โดยการเตรียมชิ้นงานตัวอย่างเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2.2 แต่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและเวลาดังแสดงใน ตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ปริมาณของ พีวีซี ไฮบริด คิสเปอร์ชัน เรซิน เกรด 74GP ครอบคลุม DOP และเวลาในการให้ความร้อนในชิ้นงานชุด K

ชิ้นงาน	พีวีซี (กรัม)	DOP (กรัม)	ครอบคลุม (กรัม)	เวลา (นาที)
K1	100	61.504	0.000	110
K2	100	61.503	8.503	110
K3	100	61.505	17.944	105
K4	100	61.500	28.504	105
K5	100	61.501	40.375	105
K6	100	61.500	70.000	100
K7	100	61.506	80.002	95
K8	100	61.503	110.500	95

3.2.7 การศึกษาผลของความร้อนที่มีต่อการระเหยของพลาสติกไซเซอร

เป็นการทดลองผลของความร้อนที่มีผลต่อพลาสติกไซเซอร โดยการผสมพีวีซี ไฮบริด คิสเปอร์ชัน เรซิน เกรด 74GP 50.025 กรัม กับ พลาสติกไซเซอร 30.780 กรัม แล้วนำเข้าไปอบในตู้อบ อุณหภูมิ 67.5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที แล้วนำมาแบ่งใส่ในแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ แล้วจึงนำเข้าไปอบอีกครั้ง และบันทึกน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อหลังการอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 น้ำหนักและเวลาในการให้ความร้อน

ชุดที่	น้ำหนัก อะลูมิเนียมฟอยล์ (กรัม)	น้ำหนักรวมก่อนอบ (กรัม)	เวลาในการอบ (นาที)
1	0.595	10.508	60
2	0.614	10.710	75
3	0.703	10.908	90
4	0.712	11.056	105
5	0.585	11.117	120
6	0.658	11.044	135

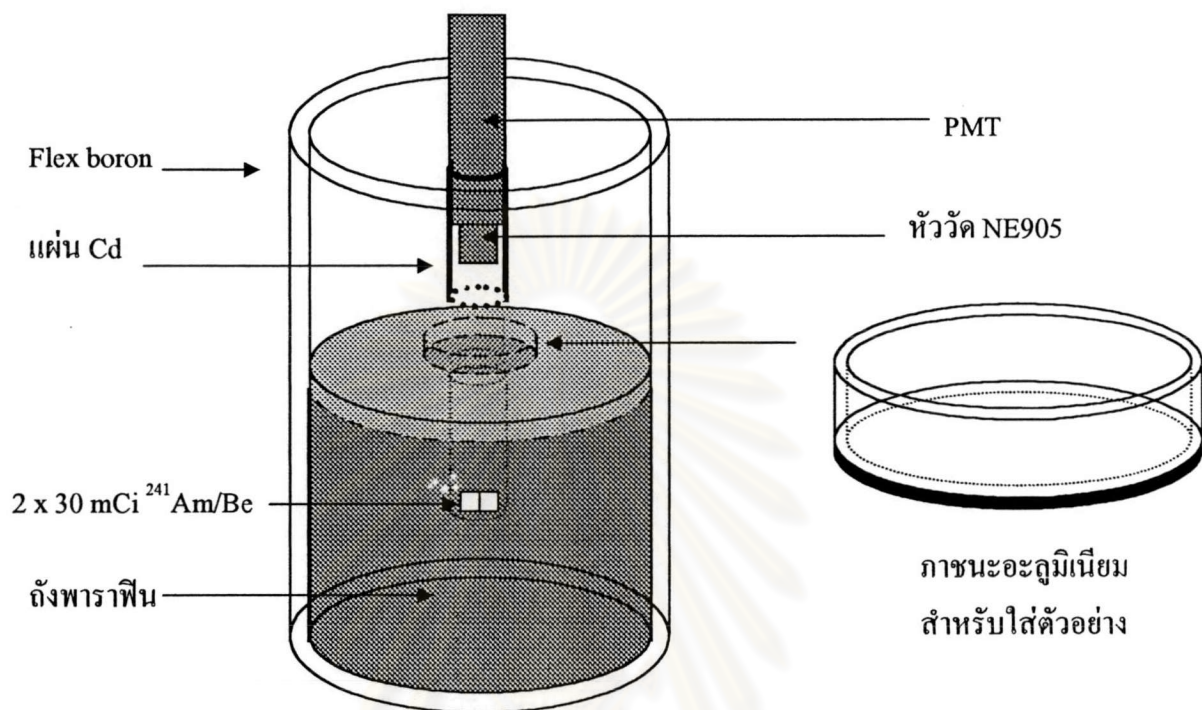
3.3 การทดลองหาความสามารถในการกำบังนิวตรอนช้า

หาความสามารถในการกำบังนิวตรอนช้าที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเปลี่ยนความเข้มข้นของกรดบอริกในชิ้นงานที่ได้จากการหัวข้อ 3.2.6 โดยใช้การจัดวางอุปกรณ์และระบบวัดอนุภาคนิวตรอน ดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2 ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนของถังพาราฟินสำหรับบรรจุต้นกำเนิดอนุภาคนิวตรอน $^{241}\text{Am/Be}$ ส่วนของหัววัด และส่วนของชิ้นงานตัวอย่าง

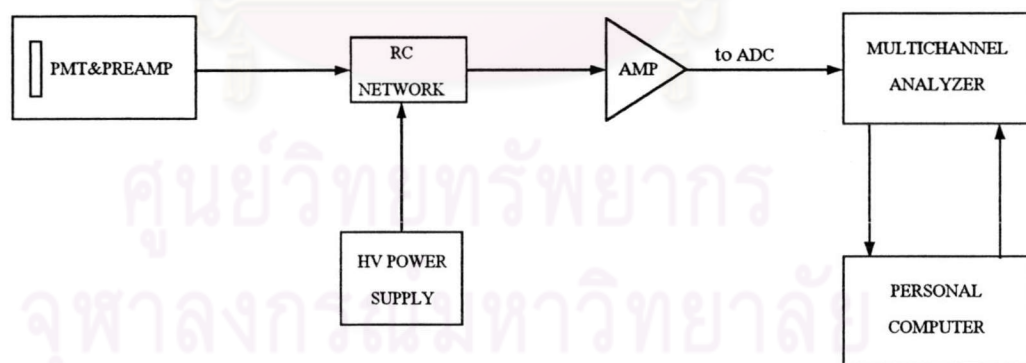
ส่วนของถังพาราฟินซึ่งมีลักษณะทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 ซม. ความสูง 16 ซม. กึ่งกลางด้านบนมีลักษณะเป็นช่องทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. ลึก 12 ซม. ช่องดังกล่าวเป็นช่องสำหรับบรรจุต้นกำเนิดอนุภาคนิวตรอน $^{241}\text{Am/Be}$ โดยทำหน้าที่ลดพลังงานของนิวตรอนเร็วเป็นนิวตรอนช้า อิพิเทอร์มอลนิวตรอนและเทอร์มอลนิวตรอน ตามลำดับ ผิวด้านบนของถังพาราฟินหุ้มไว้ด้วยชิ้นงาน II (หัวข้อ 3.2.4) เหลือช่องว่างตรงตำแหน่งเดียวกับช่องของถังพาราฟิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำบังอนุภาคนิวตรอนที่อาจกระเจิงมาจากทิศทางที่ไม่ใช่จากช่องของถังพาราฟิน ด้านข้างของถังพาราฟินหุ้มด้วยแผ่น FLEX BORON เพื่อวัตถุประสงค์ในการกำบังอนุภาคนิวตรอนที่อาจกระเจิงเข้าหัววัด

หัววัด NE905 จัดให้อยู่กึ่งกลางของช่องของถังพาราฟิน ผิวหน้าของหัววัดห่างจากกันของช่องของถังพาราฟิน 20 ซม. ด้านข้างของหัววัดหุ้มด้วยแผ่นแคดเมียมความหนา 0.5 มม. เพื่อวัตถุประสงค์ในการกำบังอนุภาคนิวตรอนที่อาจกระเจิงเข้าหัววัด

ตัวอย่างบรรจุในวงแหวนอะลูมิเนียมเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.45 ซม. สูง 1 ซม. ด้านล่างปิดไว้ด้วยแผ่นอะลูมิเนียมหนา 0.04 ซม.



รูปที่ 3.1 การจัดวางอุปกรณ์การวัดอนุภาคนิวตรอน



รูปที่ 3.2 แผนผังระบบวัดรังสีนิวตรอนที่ใช้หัววัดรังสี NE905

3.3.1 การศึกษาผลของความเข้มข้นของกรดบอริกที่มีต่อการกำบังนิวตรอนช้า

การวัดจำนวนนับรังสีแบ่งเป็นสองส่วนใหญ่ๆโดยใช้ระบบวัดการนับจำนวนนับรังสีตั้งที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในส่วนแรกวัดจำนวนนับรังสีโดยไม่มีการกำบังส่วนหน้าของหัววัดรังสี และส่วนที่สองวัดจำนวนนับรังสีเมื่อปิดด้านหน้าของหัววัดรังสีด้วยแผ่นแคดเมียมความหนา 0.5 มม.

ทั้งสองส่วนวัดจำนวนนับรังสีโดยไม่มีความชื้น (มีแต่ภาชนะอะลูมิเนียม) 3 ครั้งๆ ละ 10 นาที แล้วจึงวัดจำนวนนับรังสีโดยเปลี่ยนตัวอย่างเป็นชิ้นงานที่มีปริมาณกรดบอริก 0, 5, 10, 15, 20, 30.21, 33.12 และ 40.63 % ตามลำดับ โดยทำการวัดจำนวนนับรังสีชิ้นงานละ 3 ครั้งๆ ละ 10 นาที เช่นกัน จนครบทุกตัวอย่าง จำนวนนับรังสีของแต่ละตัวอย่างคือผลต่างของจำนวนนับรังสีที่วัดโดยไม่มีแผ่นแคดเมียมกั้นหน้าหัววัดรังสี กับจำนวนนับรังสีที่วัดเมื่อมีแผ่นแคดเมียมกั้นหน้าหัววัด

3.3.2 การศึกษาผลของความหนาของชิ้นงานที่มีต่อการกำบังนิวตรอนช้า

หาความสามารถในการกำบังนิวตรอนช้าที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเปลี่ยนความหนาของชิ้นงาน โดยเลือกใช้ชิ้นงาน K6 ที่ได้จากหัวข้อ 3.2.6 โดยการบรรจุชิ้นงานลงในภาชนะอะลูมิเนียมที่มีความหนาแตกต่างกันดังนี้ 0.3, 0.4, 0.5, 0.7, 0.9 และ 1.0 ซม. และนำไปวัดการกำบังโดยระบบวัดจำนวนนับรังสีเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.3.1 แต่เปลี่ยนเวลาในการวัดจำนวนนับรังสีครั้งละ 20 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย