

บทที่ ๓

อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย

๑. อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ก. เครื่องมือในการวิจัย

- เครื่องมือ จาร์ เทส
- หลอดไฟ อินฟราเรด (ดังรูปที่ ๒.๘ หน้า ๔๘)
- จานอลูมิเนียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๐๐ มม.
- บีกเกอร์ ขนาด ๖๐๐ มิลลิตร
- เครื่องกวน ใช้แท่งแม่เหล็ก (ดังรูปที่ ๒.๘ หน้า ๔๘ )
- เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง ( pH meter )

ข. สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

- ยูเรนิล ไนเตรท  $[UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O]$
- สารละลายมาตรฐาน เรเดียม - ๒๒๖
- สารส้ม  $[Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O]$
- แบเรียม คลอไรด์ ( $BaCl_2$ )
- โซเดียม ไฮดรอกไซด์ ( $NaOH$ )
- โซเดียม คาร์บอเนต ( $Na_2CO_3$ )
- คัลเซียม ไฮดรอกไซด์  $[Ca(OH)_2]$
- กรดซัลฟูริก ( $H_2SO_4$ )
- กรดไนตริก ( $HNO_3$ )



ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ๒.๘ หลอดไฟอินฟราเรดที่ใช้ในการระเหยกากกัมมันตรังสีที่เป็นของเหลว



รูปที่ ๒.๘ เครื่องกวนที่ใช้แท่งแม่เหล็ก

- ไตร โซเดียม ฟอสเฟต ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ )
- เหล็ก (III) คลอไรด์ ( $\text{FeCl}_3$ )
- โคอแอกกูแตนท์ เอค ไคแอก ออร์กาทิท (orgatite )  
เซพาราน (separan )

๒. การเตรียมกากกัมมันตรังสี และสารละลายที่ใช้ในการวิจัย

ก. เตรียมกากกัมมันตรังสีที่ทำเทียมขึ้น ( simulated radioactive liquid wastes ) โดยใช้น้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการนิวเคลียร์ ภาควิชานิวเคลียร์ เทคโนโลยี จุฬาฯ. ผสมกับยูเรนิล ไนเตรท โดยใช้ยูเรนิล ไนเตรท ๕ กรัม ต่อน้ำทิ้ง ๑ ลิตร

ข. เตรียมกากกัมมันตรังสีเทียม ใช้น้ำทิ้งจากการสกัดแร่โมนาไซต์ ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (พปส.) ผสมกับสารละลายมาตรฐานเรเดียม - ๒๒๖ (  $10^{-6}$  ฟีโคกูรีต่อลิตร ) โดยใช้ ๑ มิลลิลิตรต่อน้ำทิ้ง ๑ ลิตร

ค. เตรียมกากกัมมันตรังสีเทียม โดยใช้น้ำทิ้งจากถังเก็บกากกัมมันตรังสี ที่ พปส. ผสมกับสารละลายมาตรฐานเรเดียม - ๒๒๖ (  $10^{-6}$  ฟีโคกูรีต่อลิตร ) โดยใช้ ๐.๒๕ มิลลิลิตรต่อน้ำทิ้ง ๑ ลิตร

๓. เตรียมสารละลายที่ใช้ในการทดลอง

๑. เตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น  $10^{-5}$  ฟี ฟี เอ็ม ของ สารส้ม โซเดียม ไฮดรอกไซด์ โซเดียม คาร์บอเนต แบเรียม - คลอไรด์ ไตร โซเดียม ฟอสเฟต เหล็ก (III) คลอไรด์ โดยชั่งสารแต่ละชนิดหนัก ๑๐๐ กรัม ละลาย ในน้ำกลั่น ๑ ลิตร

๒. เตรียมกรดไนตริก เข็มชน  $10^{\circ}$  พี พี เอ็ม โดยใช้  
กรดไนตริก (เข็มชน) ๖๙.๕ % จำนวน ๑๐๑.๕๗ มิลลิลิตร ต่อน้ำกลั่น  
๑ ลิตร
๓. เตรียมกรดซัลฟูริก เข็มชน  $10^{\circ}$  พี พี เอ็ม โดยใช้  
กรดซัลฟูริก (เข็มชน) ๙๖ % จำนวน ๕๖.๖ มิลลิลิตร ต่อน้ำกลั่น ๑ ลิตร
๔. เตรียมโคแอกกูแลนต์ เอค ออร์กาไทท์ และเซฟาราน เข็มชน  
 $10^{\circ}$  พี พี เอ็ม โดยชั่งสารแต่ละชนิดหนัก ๑ กรัม แล้วคอย ๆ  
เทลงในน้ำกลั่น ๑ ลิตร โดยมีการกวนตลอดเวลา เพื่อป้องกันมิให้จับตัว  
เป็นก้อน

### ๓. วิธีการวิจัย

๑. การทดลองโดยใช้กากกัมมันตรังสีเทียมจากข้อ ๒ก. และวัดความแรงรังสี  
ด้วยไกเกอร์ มุลเลอร์ เคาน์เตอร์ ดังนี้

ก. ใช้กากกัมมันตรังสีเทียม ปริมาณ ๕๐๐ มิลลิลิตร เทิมลงไปในปีคเกอร์  
ขนาด ๖๐๐ มิลลิลิตร ที่ตั้งอยู่บนเครื่องกวน (ใช้แท่งแม่เหล็ก)

ข. เริ่มตุนกวนโดยใช้ความเร็วสูงสุด

ค. เติมสารเคมีต่าง ๆ ที่เตรียมมาอย่างรวดเร็วในปีคเกอร์โดยเรียง  
ตามลำดับ และแบ่งออกเป็น ๓ ชุดคือ

๑. สารส้ม โซเดียม ไฮดรอกไซด์ แบริยม คลอไรด์

๒. สารส้ม โซเดียม คาร์บอเนต แบริยม คลอไรด์

๓. สารส้ม กัลเชียม ไฮดรอกไซด์ แบริยม คลอไรด์

ง. ลดอัตราการกวนลงเหลือ ๒๐ - ๓๐ รอบต่อนาที และกวนต่ออีก  
ประมาณ ๑๐ - ๓๐ นาที

จ. หยุดกวน บันทึกปริมาตรของฟลอค วัด pH ของสารละลาย ก่อนเติม  
และหลังเติมสารเคมี สังเกตความขุ่นของสารละลาย

ฉ. คุกสารละลาย ๒ มิลลิลิตร ลงบนแผ่นอลูมิเนียม แลวนำไปประเหย  
ด้วยหลอดอินฟราเรด นำไปวัดปริมาณรังสีด้วยเครื่องไกเกอร์  
มุลเลอร์ เคาน์เตอร์ ทั้งก่อน และหลังเติมสารเคมี

ช. ใช้โคแอกกูแลนต์ เอค ออร์กาไทท์ และเซฟาราน แต่ละชนิด  
เติมลงไปเพื่อช่วยการจับตัวของฟลอค โดยเติมในช่วงหลังจากการ  
กวนช้า แล้ว ๒๐ นาที กวนให้เข้ากันกับสารละลายแล้วหยุดกวน  
สังเกตดูการรวมตัวของฟลอค ความเร็วในการตกตะกอน และปริมาตร  
ที่ตกลงมา เปลี่ยนปริมาณของออร์กาไทท์ และเซฟาราน เพื่อเลือก  
ปริมาณที่เหมาะสมที่สุดของสารแต่ละชนิด

๒. การทดลองโดยใช้กากกัมมันตรังสีเทียมจากข้อ ๒ข. แล้ววัดปริมาณ  
รังสีด้วย อัลฟา ซิลทิลเลชั่น เคาน์เตอร์

ก. เติมตัวอย่างกากกัมมันตรังสีเทียม โดยใช้ ๕๐๐ มิลลิลิตร ลงใน  
บีคเกอร์ ขนาด ๖๐๐ มิลลิลิตรในแต่ละใบ จำนวน ๔ ใบ ที่ติดบนเครื่องมือ  
จาร์ เทส

ข. เริ่มตนกวนโดยใช้ความเร็วสูงสุด

ค. เติมสารเคมี ตามลำดับดังนี้ สารส้ม กรดซัลฟูริก แบเรียม -  
คลอไรด์ ลงในบีคเกอร์แต่ละใบ

ง. ลดอัตราการกวนลงเป็น ๒๐ - ๕๐ รอบต่อนาที แล้วกวนต่ออีกนาน ๒๐ นาที

จ. หยุดกวน ตั้งทิ้งไว้ ๓๐ - ๖๐ นาที สังเกตปริมาตรของตะกอนวัด pH ทั้งก่อน และหลังการเติมสารเคมี

ฉ. ดูคอกของเหลวใส ๆ ส่วนบน หลังจากตะกอนตกลงมาแล้วจำนวน ๕ มิลลิลิตร ลงในแผ่นอลูมิเนียม แล้วนำไปตั้งให้ระเหยด้วยหลอดอินฟราเรด แล้วนำไปวัดปริมาณรังสีอัลฟา โดยใช้เครื่องอัลฟา บีทิลเลชันเคาน์เตอร์ การวัดนี้จะวัดทั้งก่อน และหลังการเติมสารเคมี

ช. เปลี่ยนปริมาณของสารเคมีที่เติมลงไป เพื่อเลือกปริมาณที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละตัว โดยสังเกตลักษณะของฟลอค ความเร็วในการตกตะกอน ความสามารถในการขจัดกากกัมมันตรังสี และดูปริมาตรของตะกอนที่ตก

ช. ใช้โคแอกกูแลนต์ เอค ออร์กาไทท์ และเซพาราน โดยเติมภายหลังจากการกวนช้าแล้ว ๒๐ นาที กวนให้เข้ากับสารละลายแล้วหยุดกวน สังเกตดูการจับตัวของฟลอค ความเร็วในการตกตะกอน และปริมาตรของมัน

ฉ. เปลี่ยนปริมาณของ ออร์กาไทท์ และเซพารานต่าง ๆ กัน เพื่อเลือกปริมาณที่เหมาะสมที่สุดของสารแต่ละชนิด

๓. การทดลองโดยใช้กากกัมมันตรังสีเทียมจากข้อ ๒ค. ของสารเคมี  
ดังต่อไปนี้

ก. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ ๒ แต่จะใช้ฟลอคของสารเคมี ดังต่อไปนี้



๑. สารส้ม กรดซัลฟูริก แแบเรียม คลอไรด์
๒. สารส้ม กรดไนตริก แแบเรียม คลอไรด์
๓. สารส้ม กรดไนตริก เหล็ก ( III ) คลอไรด์ แแบเรียม  
คลอไรด์
๔. สารส้ม กรดซัลฟูริก เหล็ก ( III ) คลอไรด์ แแบเรียม  
คลอไรด์
๕. ไตร โซเดียม ฟอสเฟต แแบเรียม คลอไรด์
๖. กัลเซียม ไฮดรอกไซด์ แแบเรียม คลอไรด์

ข. ใช้โคแอกกูแลนท์ เอค ออร์กาไทท์ และเซพาราน ในแต่ละชุด  
ของสารเคมี แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ ๒.

๕. การทดลองโดยใช้กากกัมมันตรังสีชนิดที่เป็นของเหลวที่ได้จากการทำให้  
บริสุทธิ์ของยูเรเนียม และขอเตรียมที่โรงงานสกัดแร่โมนาไซต์ ที่ พปส. แล้ววัด  
ความแรงรังสีด้วยอัลฟา ซิลทิลเลชั่น เคาน์เตอร์

ก. ทำการทดลองเช่นเดียวกับ ข้อ ๒. แต่จะใช้ชุดของสารเคมี  
ดังต่อไปนี้

๑. สารส้ม โซเดียม ไฮดรอกไซด์ แแบเรียม คลอไรด์
๒. สารส้ม โซเดียม คาร์บอเนต แแบเรียม คลอไรด์
๓. สารส้ม กัลเซียม ไฮดรอกไซด์ แแบเรียม คลอไรด์
๔. โซเดียม ไฮดรอกไซด์ ไตร โซเดียม ฟอสเฟต แแบเรียม -  
คลอไรด์



ข. ใช้โคแอกกูแลนท์ เอค ออร์กาไทท์ และเซพาราน ในแต่ละชุด  
ของสารเคมีดังกล่าว แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับ ข้อ ๒.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย