บทที่ 4

การทดลอง

4.1 การทดลองย่อยสลายแร่ระดับห้องทดลอง

4.1.1 การเตรียมสารตัวอย่าง

สารตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองนี้คือ แร่ยูซิไนต์ จากเหมืองแร่ในภาคกลางของประเทศไทย เป็นแร่ในตระกูล Multiple oxide แร่นี้ได้ผ่านการแต่งแร่โดยวิธีเลือกด้วยมือมาก่อน นำมาบดละเอียดขนาด -200 เมช (50%)

4.1.2 การทดลองหาปริมาณของ MnO_2 ที่เหมาะสมในการย่อยสลายแร่ด้วยกรดซัลฟูริค

เนื่องจากแร่ที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ยูเรเนียมที่มีออกซิเดชันบวก 4 ซึ่งไม่ละลายในกรดเจือจาง จึงจำเป็นต้องเติม MnO_2 เพื่อเปลี่ยนออกซิเดชัน ของยูเรเนียมเป็นบวก 6 โดยการเติม MnO_2ในปริมาณ MnO_2 ที่เหมาะสม การทดลองแต่ละครั้งใช้แร่ 7 กรัม ใช้เครื่องมือดังแสดงในรูป 3.1 และ 3.2 โดยใช้สภาวะดังต่อไปนี้

1) กรดซัลฟูริค 30% (น้ำหนัก/ปริมาตร)

2) ของแข็ง 30%

3) อุณหภูมิ 60° ซ

4) ความเร็วของใบพัดกวน 400 - 500 รอบต่อนาที

ข้อ 1 ถึง 4 จะต้องรักษาให้คงที่ การทดลองแต่ครั้งจะใช้ MnO_2 ปริมาณต่าง ๆกันดังนี้

1) MnO_2 8 กรัมต่อแร่ 1 กิโลกรัม

2) MnO_2 10 กรัมต่อแร่ 1 กิโลกรัม

3) MnO_2 16 กรัมต่อแร่ 1 กิโลกรัม

4) MnO_2 24 กรัมต่อแร่ 1 กิโลกรัม

ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5.1 และกราฟที่ 5.1

4.1.3 การทดลองหาความเข้มข้นของกรดที่เหมาะสมในการย่อยสลายแร่ ยูซิไนต์

ทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4.1.2 โดยใช้สภาวะการย่อยสลายดังนี้

1) แร่ 7 กรัม

2) ของแข็ง 30%

3) อุณหภูมิ 60° ซ

4) MnO_2 16 กรัมต่อแร่ 1 กิโลกรัม

5) ความเร็วของใบพัดกวน 400 - 500 รอบต่อนาที

การทดลองนี้ใช้กรด ซัลฟูริก ที่มีความเข้มข้น 7.5 , 10 , 12.5 และ 15 เปอร์เซนต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ผลการทดลองดังแสดงในรูป 5.2

4.1.4 <u>การทดลองเพื่อหาสัดส่วนของแร่ต่อสารละลาย (Pulp density) ที่เหมาะสมในการย่อยสลายแร่</u>

ใช้สภาวะ (Condition) ในการทดลองดังนี้

1) กรดซัลฟูริก 12.5% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

2) MnO_2 16 กรัมต่อแร่ 1 กิโลกรัม

3) อุณหภูมิ 60°ซ

4) ความเร็วของใบพัดกวน 400 - 500 รอบต่อนาที

การทดลองนี้ใช้สัดส่วนแร่ต่อสารละลาย ดังนี้ 10, 20, และ 30 เปอร์เซนต์ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5.3

4.1.5 <u>การทดลองเพื่อเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการย่อยสลายแร่</u>

เป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการย่อยสลายแร่ยูซิไนต์ ศึกษาที่อุณหภูมิ 40, 60, และ 80°ซ ใช้สภาวะดังต่อไปนี้

1) กรดซัลฟูริก 12.5%

2) MnO_2 16 กรัมต่อแร่ 1 กิโลกรัม

3) ของแข็ง 10 %

4) ความเร็วของใบพัดกวน 400-500 รอบต่อนาที

ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 5.4

4.2 <u>การทดลองย่อยสลายแร่ด้วยเครื่องมือระดับกึ่งห้องทดลอง</u> การทดลองนี้เลือกใช้สภาวะที่ดีที่สุด สำหรับการย่อยสลายแร่ที่ได้จากการทดลองในข้อที่ 4.1 สภาวะในการย่อยสลายที่เลือกใช้ดังนี้

- ใช้แร่ยูซิไนต์ ขนาด - 200 เมช 50 % 100 กรัม
- กรดซัลฟูริกเข้มข้น 12.5 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

- MnO_2 20 กรัมต่อแร่ 1 กิโลกรัม

- อุณหภูมิ 100 °ซ

- ปริมาตรรวมประมาณ 1 ลิตร

ใช้ชุดเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 3.4 ให้ความเร็วของเครื่องกวน 400 - 500 รอบต่อนาที

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่าง ทุก ๆ 8 ชั่วโมง โดยดูดสารละลายพร้อมตะกอนแร่ออกมาขณะเปิดเครื่องแยกสารละลายออกจากแร่โดยใช้เครื่องเหวี่ยง ล้างตะกอนด้วยกรดซัลฟูริก pH 1.4 จำนวน 10 เท่าของตัวอย่าง นำสารละลายและน้ำล้างตะกอนไปวิเคราะห์หาปริมาณของยูเรเนียม ดังแสดงผลในรูป 5.5

4.3 การแยกยูเรเนียม กระทำให้บริสุทธิ์โดยกระบวนการแลกเปลี่ยนอิออนแบบต่อเนื่อง (Continuous ion - exchange)

กระบวนการย่อยสลายแร่ ในข้อ 4.2 ธาตุอื่น ๆ จะถูกละลายออกมาพร้อมยูเรเนียมด้วย เช่น Ti Fe Th Y Ce จึงจำเป็นต้องนำสารละลาย (Leach Liquor) ที่ได้ผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนอิออนเพื่อ ทำให้ได้สารละลายยูเรเนียมบริสุทธิ์

4.3.1 การเตรียมสารละลายที่ได้จากการย่อยแร่ ก่อนผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนอิออน

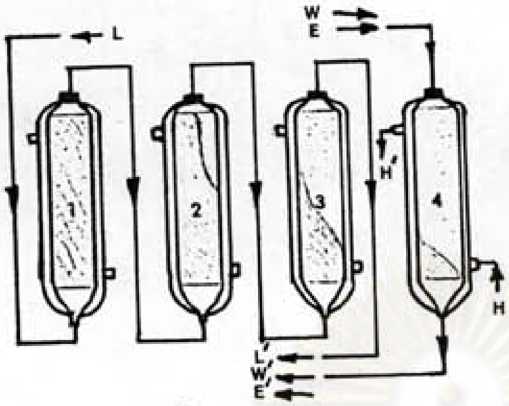
นำสารละลายที่ได้จาก การย่อยสลายแร่ (ข้อ 4.2) พร้อมทั้งน้ำล้างตะกอนหลังแยก Residue ออกแล้ว มาปรับ pH เป็น 1.4 ด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ทอเรียมจะตกตะกอนแยกออกมาที่ pH ประมาณ 1.1 แยกตะกอนทอเรียมออกพร้อมทั้งล้างตะกอนด้วยกรดซัลฟูริค pH 1.4 1 - 2 ครั้ง สารละลายที่แยกตะกอนทอเรียมออกแล้วผ่านเครื่องกรอง ดังแสดงในรูปที่ 3.16

4.3.2 การนำสารละลายผ่านเรซิน

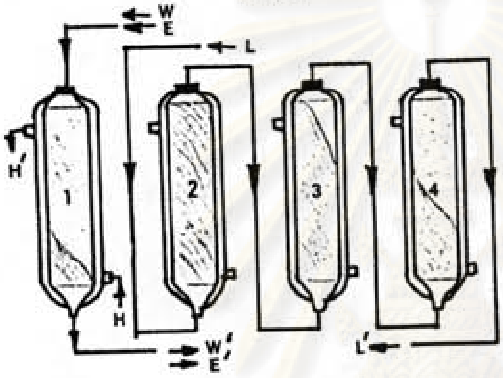
ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนอิออนแบบต่อเนื่อง ดังรูป 3.6 และ 3.7 ประกอบด้วยคอลัมน์บรรจุเรซิน 4 คอลัมน์ บรรจุเรซิน Duolite A 101 D คอลัมน์ละ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในระบบประกอบด้วย 4 วัฏจักร แต่ละวัฏจักร ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ Adsorption Washing และ Elution

Adsorption ทำโดยปล่อย Leach Liquor ผ่านเรซิน 3 คอลัมน์ อย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยมีอัตราการไหล 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

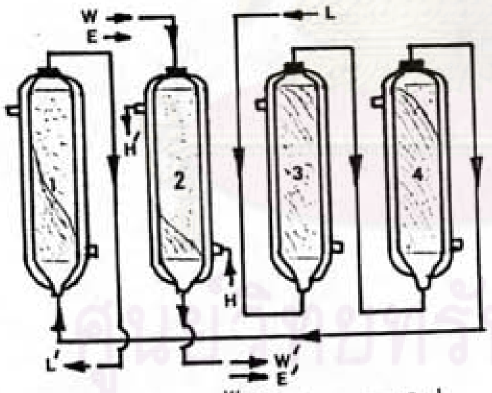
Washing เป็นขั้นล้างเหล็กออกจากเรซินในคอลัมน์ ที่เรซินอิ่มตัวด้วยยูเรเนียมแล้วจากขั้น



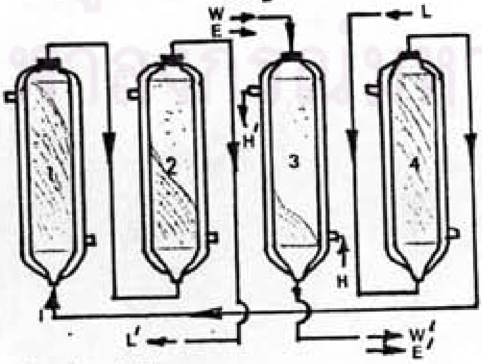
Cycle 1	Open valve			
Adsorption	L 1	C 2	C 3	B 3
Washing	W 4	T 4		
Elution	H 4	E 4	P 4	



Cycle 2	Open valve			
Adsorption	L 2	C 3	C 4	B 4
Washing	W 1	T 1		
Elution	H 1	E 1	P 1	



Cycle 3	Open valve			
Adsorption	L 3	C 4	C 1	B 1
Washing	W 2	T 2		
Elution	H 2	E 2	P 2	



Cycle 4	Open valve			
Adsorption	L 4	C 1	C 2	B 2
Washing	W 3	T 3		
Elution	H 3	E 3	P 3	

L Leach liqour

W Washing solution H_2SO_4 pH 1.4

E Eluant 1 M. H_2SO_4

H,H' Hot water 60 C

L' Barren

W' Tailing solution

E' Eluate

รูปที่ 4.1 แสดงการไหลของสารละลายและระบบวาล์วของ เครื่องแลก เปลี่ยนอิออนแบบต่อ เนื่อง ของแต่ละวัฏจักร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Adsorption ด้วยกรดซัลฟูริก pH 1.4 ดังแสดงในรูปที่ 4.1 อัตราการไหลของ Washing Solution เป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที สารละลายที่ผ่านเรซินในขั้นนี้แล้วจะมียูเรเนียมปนมาเล็กน้อย ซึ่งจะต้องนำกลับไปใช้เป็นน้ำล้างตะกอนในกระบวนการย่อยสลายแร่ต่อไป

Elution เป็นขั้นชะล้างยูเรเนียมออกจากเรซินที่ล้างเหล็กออกหมดแล้วในขั้น Washing โดยใช้กรดซัลฟูริก เข้มข้น 1 โมลาร์เป็น Eluant สารละลายที่ผ่านเรซิน จะมียูเรเนียมละลายออกมาเป็น Pregnant Eluate เพื่อนำไปผ่านกระบวนการทำให้ยูเรเนียมบริสุทธิ์ โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อไป

ระบบการแลกเปลี่ยนอิออน แบบต่อเนื่องแบ่งเป็น 4 วัฏจักร ดังแสดงในรูป 4.1 แสดงทิศทางการไหลของของสารละลาย และระบบวาล์วที่ใช้ในแต่ละวัฏจักร เมื่อครบ 4 วัฏจักรแล้วจะทำซ้ำวัฏจักรที่ 1 ใหม่

4.3.3 การทดลองเพื่อการศึกษาการจับยูเรเนียมในแต่ละคอลัมน์ เก็บตัวอย่างจาก Leach Liqour ที่ผ่านเรซินในคอลัมน์ที่ 1, 2 และ 3 เก็บตัวอย่างทุก ๆ 2 bed volume โดยเก็บตัวอย่างขณะทำการทดลอง ถึงวัฏจักรที่ 5 นำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณยูเรเนียมในสารละลาย เทียบกับยูเรเนียมใน Leach Liquor ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 5.6 และรูปที่ 5.6

4.3.4 การทดลองเพื่อหาปริมาณของเหล็ก และยูเรเนียม ในขณะ Washing

เก็บตัวอย่างจากคอลัมน์ที่ 4 (วัฏจักรที่ 5) ขณะ Washing ด้วยกรดซัลฟูริก pH 1.4 อัตราการไหลของสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที เก็บตัวอย่างทุก ๆ bed Volume นำไปวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก และยูเรเนียม ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 5.7

4.3.5 การทดลองเพื่อศึกษาหาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการอีลูตยูเรเนียมออกจากเรซิน

โดยการอีลูตยูเรเนียมด้วย กรดซัลฟูริก 1 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 28°ซ (อุณหภูมิห้อง) ในวัฏจักรที่ 5 และอีลูตด้วย กรดซัลฟูริค 1 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 60°ซ ในวัฏจักรที่ 6 เก็บตัวอย่างทุก ๆ bed Volume ผลการวิเคราะห์หาปริมาณยูเรเนียม ในตัวอย่างแสดงไว้ในตารางที่ 5.8

4.4 การสกัดยูเรเนียมด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

4.4.1 สารละลายที่ใช้ในการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.1.1 สารละลายยูเรเนียมบริสุทธิ์ที่ได้จากกระบวนการแลกเปลี่ยนอิออนมียูเรเนียมเข้มข้น 4.6 กรัมยูเรเนียมต่อลิตร

4.4.1.2 สารละลายอินทรีย์ 0.1 โมลาร์ ไตรออกทิลเอมีน 3% ไอโซเดคานอล ละลายอยู่ในน้ำมันก๊าด

4.4.1.3 สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 0.75 โมลาร์

4.4.1.4 สารละลายอินทรีย์ในข้อ 4.4.1.2 สกัดยูเรเนียมจากสารละลายในข้อ 4.4.1.1 จนได้สารละลายอินทรีย์ที่อิ่มตัวด้วยยูเรเนียม

4.4.2 การทดลองหาเวลาที่ใช้สกัดถึงสมดุล (Equilbrium time) ใช้สารละลายในข้อ 4.3.1.1 และ 4.4.1.2 อย่างละ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกันแล้วเขย่า ใช้เวลาเขย่าต่าง ๆ ดังนี้ 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, และ 60 วินาที ตามลำดับ รีบแยกชั้นน้ำของแต่ละการทดลองไปวิเคราะห์หาปริมาณของยูเรเนียม ที่ยังเหลืออยู่ในชั้นน้ำ โดยใช้วิธีเรืองรังสีเอ็กซ์ ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 5.11

4.4.3 <u>การทดลองหาเวลาสตริปถึงสมดุล</u>

ใช้สารละลายในข้อ 4.4.1.3 และ 4.4.1.4 อย่างละ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกันแล้วเขย่าโดยการทดลองโดยใช้เวลาเขย่าต่าง ๆ กัน ดังนี้ 5, 10, 15, 20,30 40, 50 และ 60 วินาที ตามลำดับแยกสารละลายชั้นน้ำมาวิเคราะห์หาปริมาณยูเรเนียม โดยใช้วิธีเรืองรังสีเอกซ์ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5.12

4.4.4 <u>การทดลองเพื่อหาเวลาในการแยกชั้น</u>

4.4.4.1 การทดลองหาเวลาในการแยกชั้นในขั้นสกัด

ใช้สารละลายในหัวข้อ 4.4.1.1 และ 4.4.1.2 อย่างละ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในกรวยแยกสารเขย่าให้สารละลายทั้งสองผสมกันอยู่ 40 วินาที แล้วปล่อยให้แยกชั้น แล้วเริ่มจับเวลาตั้งแต่หยุดเขย่าจนกระทั่งสารละลายทั้งสองแยกชั้นโดยสมบูรณ์

4.4.4.2 การทดลองหาเวลาในการแยกชั้นในขั้นล้าง

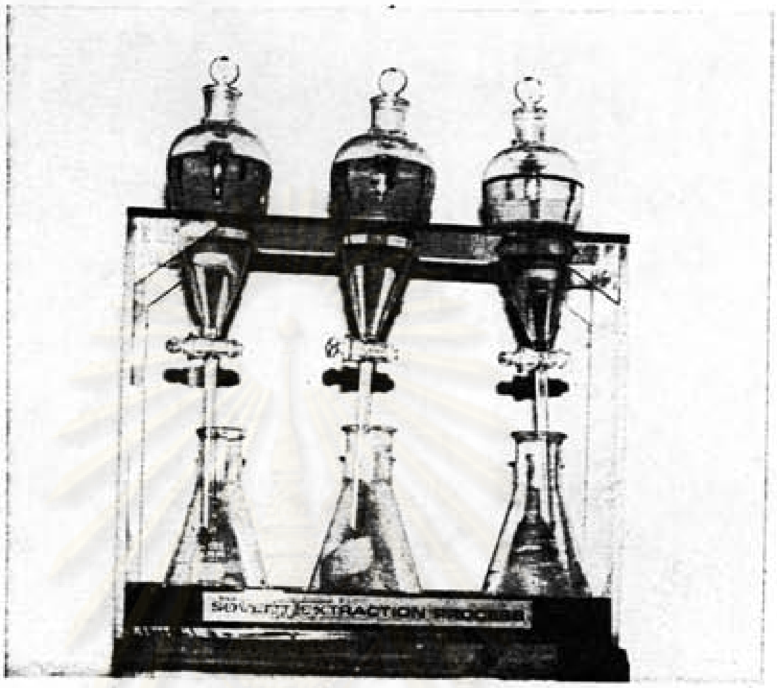
นำสารอินทรีย์ในข้อ 4.4.1.4 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับน้ำกลั่นจำนวน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในกรวยแยก เขย่าให้สารทั้งสองผสมกัน 40 วินาที แล้วปล่อยให้แยกชั้น โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่หยุดเขย่า จนกระทั่งสารละลายทั้งสองแยกชั้นโดยสมบูรณ์

4.4.4.3 การทดลองหาเวลาในการแยกชั้น ขั้นสตริป

แยกสารละลายอินทรีย์ จากการทดลอง 4.4.4.2 มาผสมด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.75 โมลาร์ จำนวน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในกรวยแยก เขย่าสารทั้งสองให้ผสมกัน

ในเวลา 40 วินาที แล้วปล่อยให้แยกชั้น โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่หยุดเขย่า จนกระทั่งสารละลายทั้งสองแยกชั้นโดยสมบูรณ์

ผลการทดลองที่ 4.4.4 แสดงในตารางที่ 5.13



รูปที่ 4.2 (ก) แสดงชุดเครื่องมือทดลองหาเวลาการแยกชั้น

4.4.5 <u>การทดลองเพื่อหาเส้นสมดุลย์ของการสกัดด้วยเอมีน</u>

ใช้สารละลายอินทรีย์ ในข้อ 4.4.12 มาสกัดยูเรเนียมจากสารละลายยูเรเนียมมาตราฐานที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้ 1, 2, 4,8,10, 15, 20 กรัมต่อลิตร เขย่าให้สารละลายทั้งสองผสมกัน 40 วินาที แล้วปล่อยให้แยกชั้นแยกสารละลายทั้งสองชั้นไปวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของยูเรเนียม โดยวิธีเรืองรังสีเอ็กซ์ ผลการวิเคราะห์ในรูปที่ 5.14

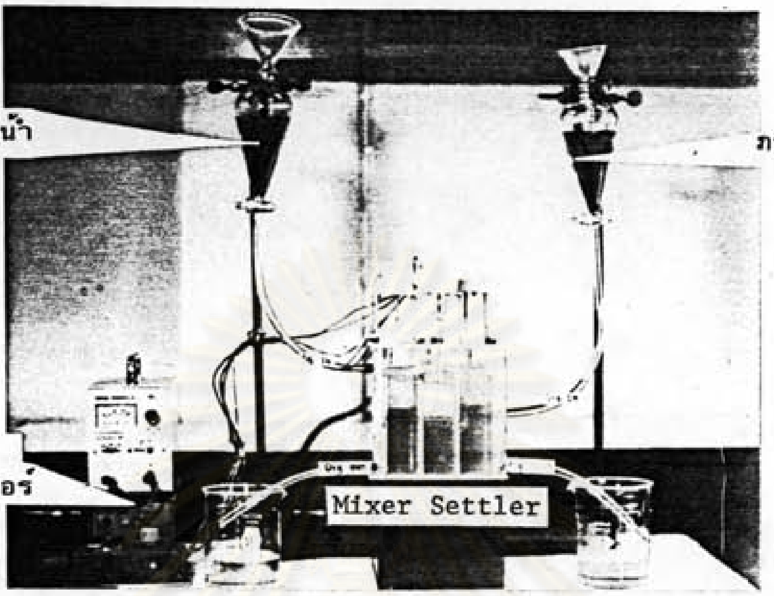
4.4.6 <u>การทดลองหาเส้นสมดุล ของสภาวะการสตริป ด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต</u>

ใช้สารละลายอินทรีย์ในข้อ 4.4.1.2 มาเขย่าพร้อมกับสารละลายยูเรเนียมมาตราฐานซึ่งเตรียมจากสารละลายยูเรนิลซัลเฟตละลายในสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.75 โมลาร์ มียูเรเนียมเข้มข้น 1, 2.5 , 5, 5, 10,15กรัมต่อลิตร เมื่อสารละลายแยกชั้น แยกเอาชั้นน้ำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของยูเรเนียมโดยใช้ วิธีเรืองรังสีเอ็กซ์ ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 5.15

4.4.7 <u>การทดลองเพื่อทดสอบการไหลของของเหลวใน Mixer - Settler ต้นแบบที่สร้างขึ้น</u>

จากผลการทดลองที่ 4.4.2 4.4.3 และ 4.4.4 ใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบสร้าง Mixer - Settler ต้นแบบ 3 Stages ดังแสดงในรูป 3.10 และ 3.11 ทดสอบระบบ

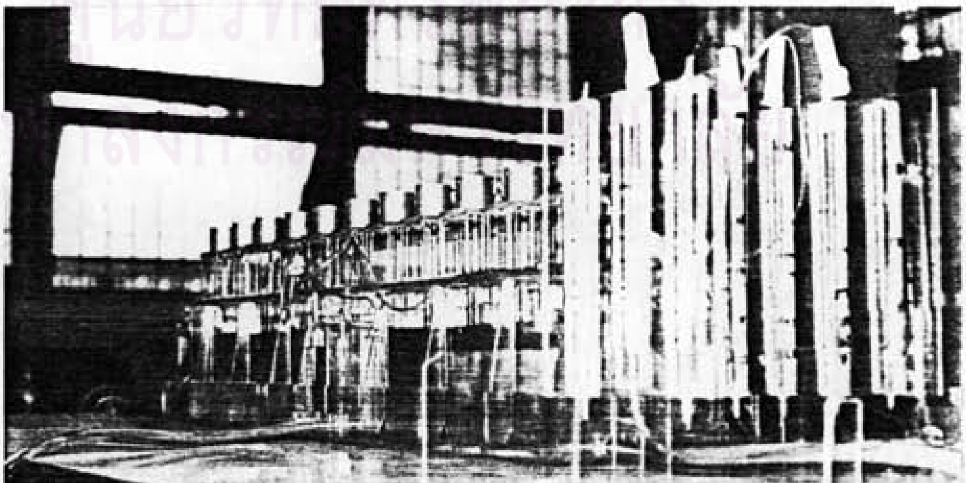
การไหลโดยใช้น้ำมันก๊าดและน้ำเป็นของเหลวที่ให้ทดสอบ จัดอุปกรณ์ดังแสดงในรูป 4.2 (ข) ระบบป้อนสารใช้ปล่อยให้สารไหลเข้า Mixer - Settler โดยใช้แรงโน้มถ่วงของโลก



รูปที่ 4.2 (ข) แสดงชุดการทดสอบระบบของ Mixer - Settler ต้นแบบ

4.4.8 <u>การทดสอบเพื่อทดสอบระบบการไหลของของเหลวของ Mixer - Settler ที่สร้างเพื่อสกัดยูเรเนียม 21 Stages</u>

Mixer - Settler 21 Stages ที่สร้างขึ้นโดยแบ่งเป็นขั้นสกัด 9 Stages สครับ 2 Stages และสตริป 10 Stages ระบบการไหลใช้น้ำและน้ำมันก๊าดเป็นสารที่ใช้ทดสอบระบบ โดยป้อนสารเข้าระบบโดยใช้ปั๊ม ดังแสดงในรูป 3.9 โดยมีเครื่องวัดอัตราการไหลดังรูป 3.15 พร้อมทั้งชุดควบคุมการไหล มอเตอร์ที่ใช้หมุนใบพัดควบคุมความเร็วด้วยเครื่องควบคุมความเร็ว ชุดเครื่องมือในการทดลองนี้ แสดงในรูป 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงชุด Mixer - Settler 21 Stages ที่ใช้สกัดยูเรเนียม

4.4.9 การทดลองทำยูเรเนียมให้บริสุทธิ์โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

4.4.9.1 สารละลายที่ใช้ในระบบ

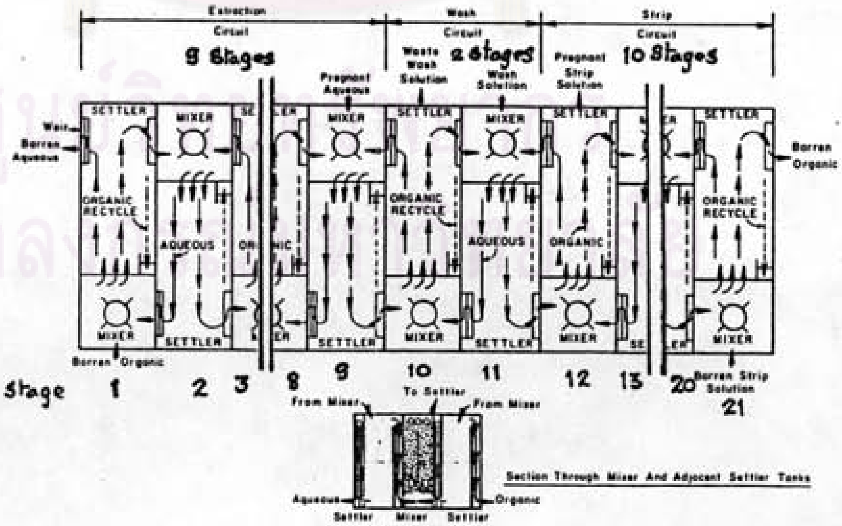
1. สารละลายยูเรเนียมที่ใช้ป้อนเข้าระบบสกัดใช้สารละลายยูเรเนียมบริสุทธิ์ที่ผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนอิออนแล้วจำนวน 40 ลิตร ความเข้มข้น 4.6 กรัม ยูเรเนียมต่อลิตร

2. ตัวทำละลายอินทรีย์ ใช้ไตรออกทิลเอมีน 0.1 โมลาร์ 3% ไอโซเดคานอล ละลายอยู่ในน้ำมันก๊าด เตรียมตัวทำละลาย 20 ลิตร โดยใช้ไตรออกทิลเอมีน 918 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับ ไอโซเดคานอล 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมน้ำมันก๊าดจนได้สารละลาย 20 ลิตร

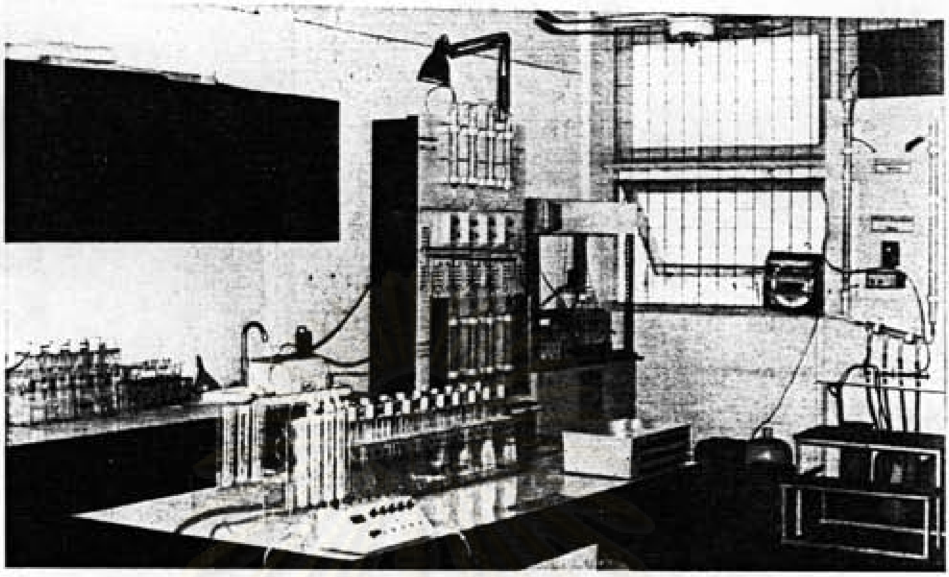
3. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 0.75 โมลาร์ จำนวน 40 ลิตร

4.4.9.2 การทดลองสกัดยูเรเนียมใน Mixer - Settler

เริ่มป้อนสารละลายยูเรเนียมเข้าที่ Stage ที่ 9 ป้อนสารละลายอินทรีย์เข้า Stage ที่ 1 ป้อนน้ำเข้าที่ Stage ที่ 11 และป้อนสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เข้า Stage ที่ 21 ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงทิศทางการไหลของสารละลายใน 21 - Stages Mixer-Settler



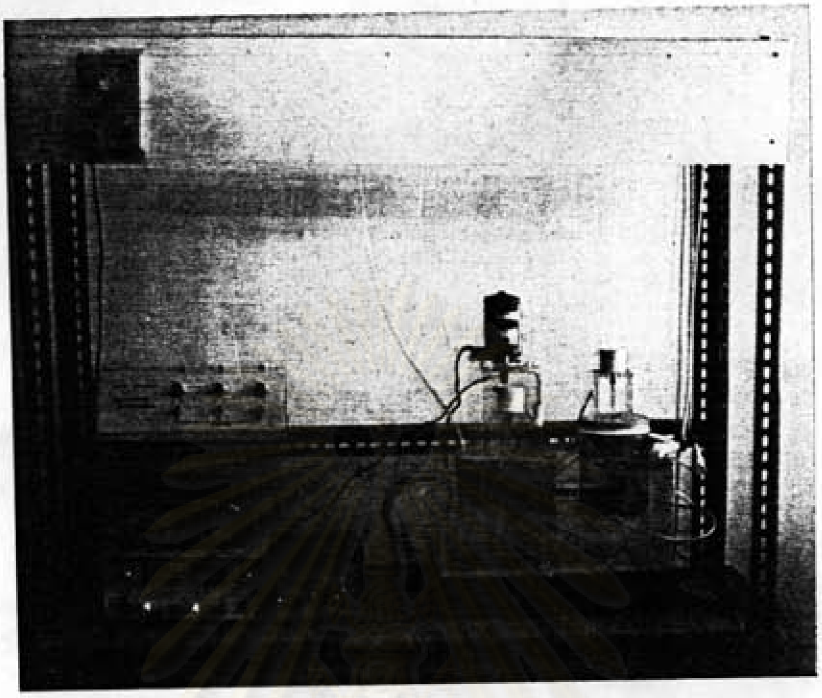
รูปที่ 4.5 แสดงชุดเครื่องมือที่ใช้ทำยูเรเนียมให้บริสุทธิ์

หลังจากสกัดยูเรเนียมนาน 4 ชั่วโมงแล้ว (ป้อนสารละลายยูเรเนียมเข้าระบบประมาณ 35 ลิตร) แยกสารละลายที่แยกชั้นแล้วทั้งสารละลายอินทรีย์และชั้นน้ำของทุก ๆ Stage ไปวิเคราะห์ หาปริมาณความเข้มข้นของยูเรเนียมโดย วิธีเรืองรังสี เอ็กซ์ พร้อมทั้งนำสารเข้าที่ป้อนระบบ และสารละลาย ยูเรเนียมในเอมีนใน Stage ที่ ๑ ไปหาค่าของความหนาแน่นของสารละลาย

4.4.11 <u>การทดลองตกตะกอนยูเรเนียมในรูปไดยูเรเนต</u>

นำสารละลายยูเรเนียมบริสุทธิ์จากข้อ 4.4.๑ ที่ยังร้อนอยู่ (๘๐ °ซ) ปั๊มเข้าถังตกตะกอน พร้อมกับสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 28% โดยควบคุม pH โดยใช้ pH มิเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 4.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.6 แสดงเครื่องตกตะกอนยูเรเนียมแบบต่อเนื่อง

โดยใช้สภาวะในการตกตะกอนดังนี้

pH	7.0 ถึง 7.5
อุณหภูมิ	60 °ซ.
เวลาที่อยู่ในถังตกตะกอน	10 ถึง 20 นาที

จากสภาวะดังกล่าวจะต้องใช้อัตราการป้อนสาร เข้าเครื่องตกตะกอนดังนี้

สารละลายยูเรเนียมบริสุทธิ์	150 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที
สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 28%	50 - 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

การตกตะกอนปรับ pH โดยปรับอัตราการไหลของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่ป้อนเข้าระบบ

แยกตะกอนออกโดยใช้เครื่องกรองที่ทำด้วยผ้ากรองเบอร์ 150 แยกตะกอนไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 125 °ซ. 8 ชั่วโมง จะได้เค้กเหลือง นำเค้กเหลืองที่ได้ไปวิเคราะห์ หาปริมาณของยูเรเนียม และ ทอเรียมโดยวิธีนิวตรอนแอคติเวชั่น วิเคราะห์โมลิบดีนัม วาเนเดียม ทองแดง โดยวิธีอะตอมมิค แอบซอบชั่น วิเคราะห์เหล็กโดยวิธีเรืองรังสีเอ็กซ์ วิเคราะห์โบรอนโดยใช้วิธี อินดัคทิฟคัปเปิ้ลพลาสมาสเปคโตรมิเตอร์