

## บทที่ 4

### อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย

#### 4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องกวน (magnetic stirrer)  
เครื่องมือวัด pH (pH meter) ดังรูป 4.2  
เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (temperature controller) ดังรูป 4.8  
เครื่องสั่น (vibrator) ดังรูป 4.4  
หลอดปลายตีบ ขนาด 0.7-0.8 มิลลิเมตร  
ชุดเครื่องแก้วในการทำให้สเฟียร์แห้งก่อนนำไปเผา ดังรูป 4.7  
เตาเผาวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน ดังรูป 4.8  
เตาเผาแบบ Single-Zone Tube furnaces model 59545  
มิลลิพอร์ (millipore) บริษัท Beaford  
เครื่องแก้วหาความถ่วงจำเพาะ (pycnometer)

#### 4.2 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

ยูเรีย (urea) A.R. grade ของบริษัท Hopkin & Williams.  
ยูเรนิล ไนเตรท (uranyl nitrate) Lab grade ของบริษัท BDH Chemical  
กรดไนตริกเข้มข้น (concentrated  $\text{HNO}_3$ ) ของบริษัท J.T. Baker Chemical  
กรดฟอร์มิกเข้มข้น (concentrated formic acid) ของบริษัท Fluka Garanite  
Chemical  
ไฮดราซีนไฮเดรต (hydrazine hydrate) ของบริษัท May & Baker  
2-เอทิล-1-เฮกซานอล (2-ethyl-1-hexanol) ของบริษัท Fluka Garanite  
Chemical  
ทอเรียมออกไซด์ (Thorium Oxide) ของบริษัท BDH Chemical  
กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (concentrated hydrochloric acid) ของบริษัท Carlo enba

#### 4.3 วิธีดำเนินการวิจัย

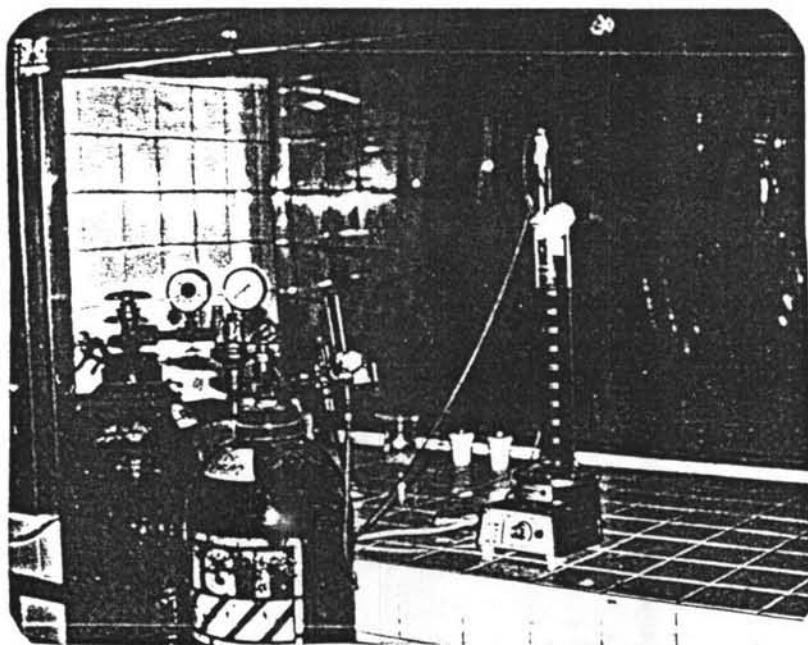
##### 4.3.1 การเตรียมตัว เร่งปฏิกิริยาแพลลาเดียม

เตรียมได้โดยการนำแพลลาเดียมในเตรท และธอเรียมออกไซด์ มาทำการรีฟลักซ์ 2 ชม. จะได้ตัวเร่งปฏิกิริยาแพลลาเดียมลักษณะ เป็นสีดำ

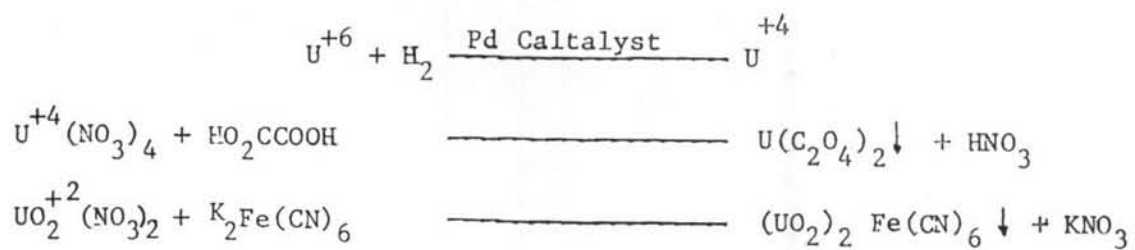
##### 4.3.2 การเตรียมยูเรนิลในเตรท

นำสารละลายยูเรนิลในเตรท ซึ่งมีความเข้มข้นของยูเรเนียม 0.5 โมลาร์ ในเตรท อีออน 2.3 โมลาร์ และยูเรีย 0.26 โมลาร์ ( $0.5 \text{ MU} - 2.3 \text{ M NO}_3^- - 0.26 \text{ Urea}$ ) ปริมาตร 450 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาเติมตัวเร่งปฏิกิริยาแพลลาเดียม/ธอเรียมออกไซด์ประมาณ 30-60 มิลลิกรัม แล้วนำมาทำปฏิกิริยารีดักชันด้วยแก๊สไฮโดรเจน อัตราการไหลของแก๊ส 50-150 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที และต้องกวนสารละลายตลอดเวลาภายใต้บรรยากาศของแก๊สอาร์กอน

การวัดความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาสามารถทำได้โดย นำสารละลายยูเรนิลในเตรทมาเติมกรดออกซาลิกที่เกินพอ จะได้ตะกอนยูเรเนียมออกซาลเอท นำไปเหวี่ยงน้ำตะกอน นำน้ำที่ได้มาเติมสารละลายไปเคสเซียมเพอร์โรไซยานาไนด์ร้อยละ 10 ลงไป 3-4 หยด ถ้าไม่มีสีน้ำตาลเกิดขึ้น แสดงว่าปฏิกิริยาสมบูรณ์ร้อยละ 99.9 (R.G. Wymer 1965)

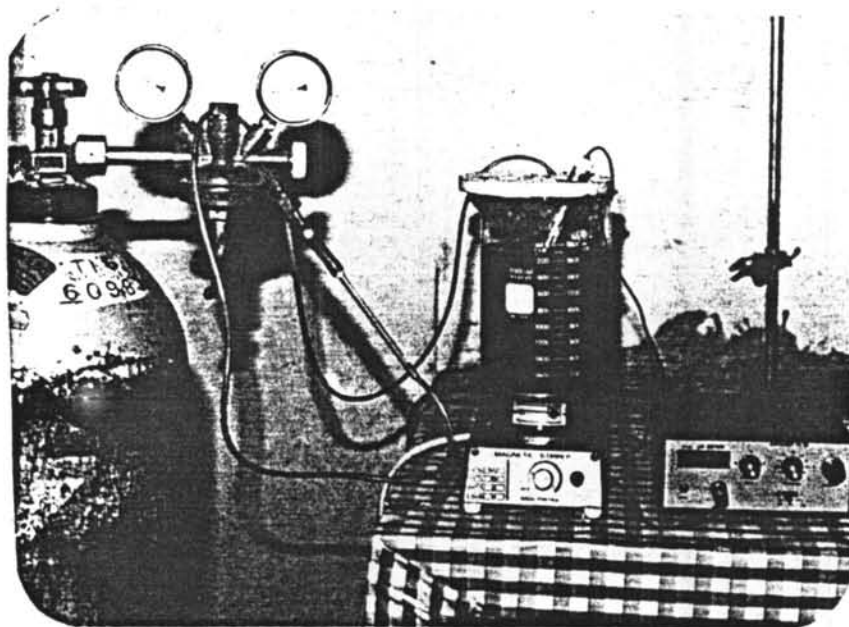


รูปที่ 4.1 การเตรียม ยูเรนิสไฮไดรด์



#### 4.3.3 การตกตะกอนยูเรเนียม ไฮดรอกไซด์

ได้เลือกวิธีการตกตะกอนแบบฟอร์เมท ตามวิธีของ R.G. Wymer ซึ่งเป็น การเตรียมในห้องปฏิบัติการ เมื่อนำสารละลายยูเรนิส ในเครทมากรองเอาตัวเร่งปฏิกิริยาแพล ลาคียมออกแล้วด้วยมิลลิพอร์ (millipore) เดิมกรดฟอร์มิกลงไปให้ความเข้มข้นของกรด ฟอร์มิคในสารละลายยูเรนิส ในเครท 0.3 โมลาร์ และอัตราส่วนโมลระหว่างฟอร์เมทและยูเรเนียม = 0.6 กวน แล้วจึงนำเอาสารละลายที่ได้มาเติมสารละลายผสมระหว่าง อัมโมเนียม ไฮดรอกไซด์ซึ่งมีความเข้มข้น 3.0 โมลาร์กับไฮดรารซิน ซึ่งมีความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ด้วยอัตราเร็ว 100-150 ลบ.ซม./นาที ซึ่งจะต้องกวนอย่างรุนแรง เดิมจนกระทั่ง pH = 7.5 ตกตะกอน ไฮดรอกไซด์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นสีเขียว ล้างตะกอนด้วยน้ำ 4 ลิตร กรองตะกอนด้วยกระดาษ กรองเบอร์ 42 ของ Whatman ทั้งตะกอนให้แห้ง 10 นาที ตะกอนที่ได้เรียกว่า เค้ก  $UO_2$  ( $UO_2$  cake) รูป 4.2 การเตรียมยูเรเนียม ไฮดรอกไซด์

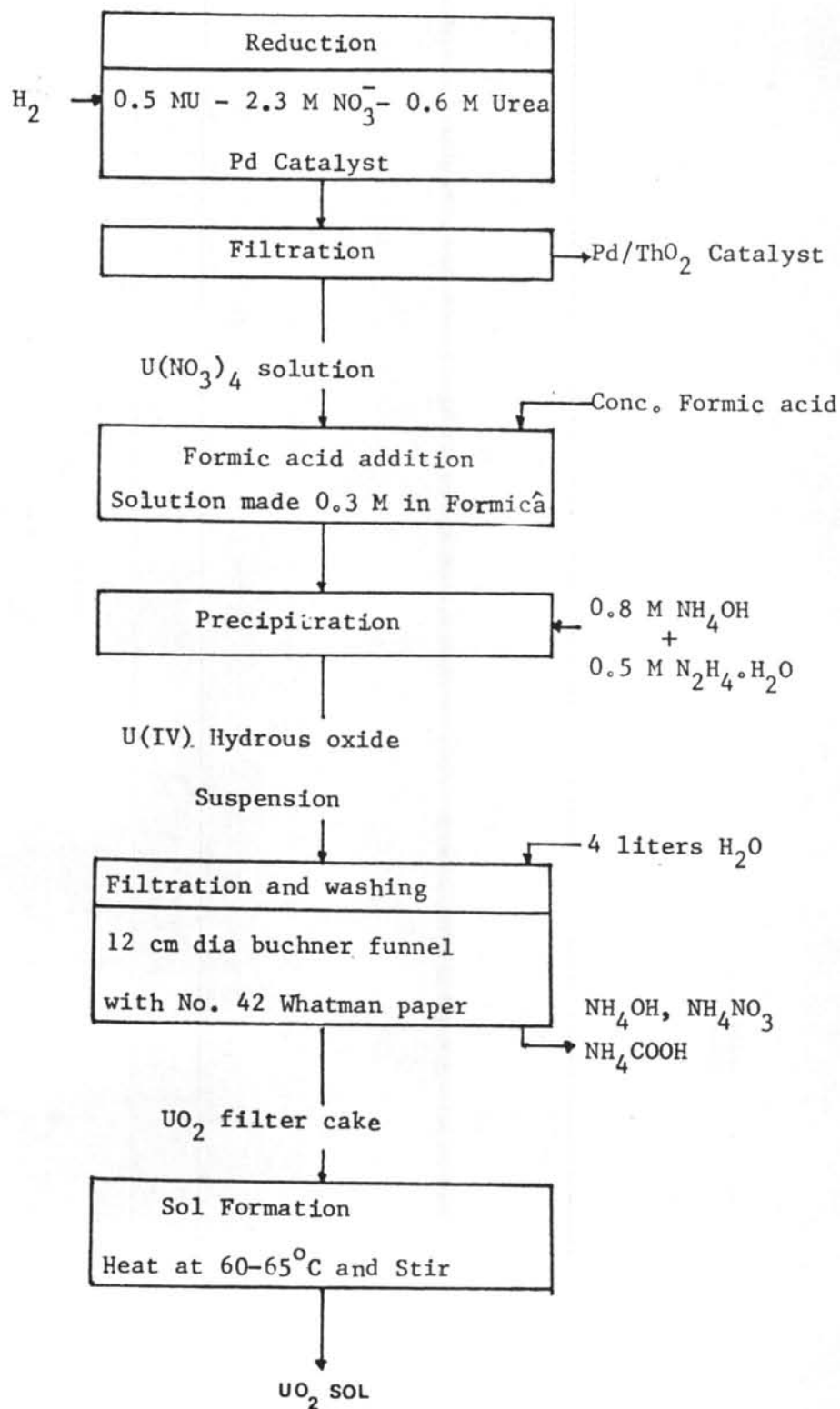


รูป 4.2 การเตรียมยูเรเนียมไฮดรอกไซด์ที่ pH 7.50

สมการ



แผนผังของการเตรียม  $UO_2$  ไซล

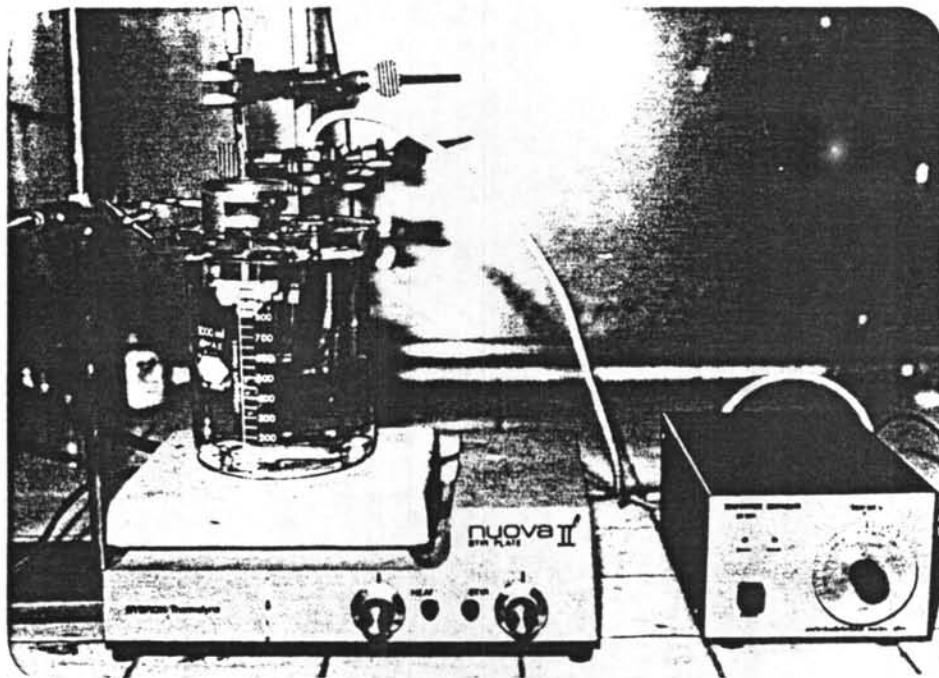


ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 4.3.4 การเตรียมโซลที่เสถียร

นำตะกอนยูเรเนียมไฮดรอกไซด์ที่ได้มาทำให้ร้อนโดยใช้อุณหภูมิ 60-65° ซ. ภายใต้บรรยากาศของอาร์กอน และจะต้องมีการกวนอย่างรุนแรงตลอดเวลาในช่วงที่ให้ความร้อนจนกระทั่งตะกอนเปลี่ยนเป็นของเหลวเรียกว่า โซลที่เสถียร (stable sol) หรืออาจจะทิ้งตะกอนไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาหลายวันจะเกิดเป็นของเหลวโดยปราศจากการให้ความร้อน

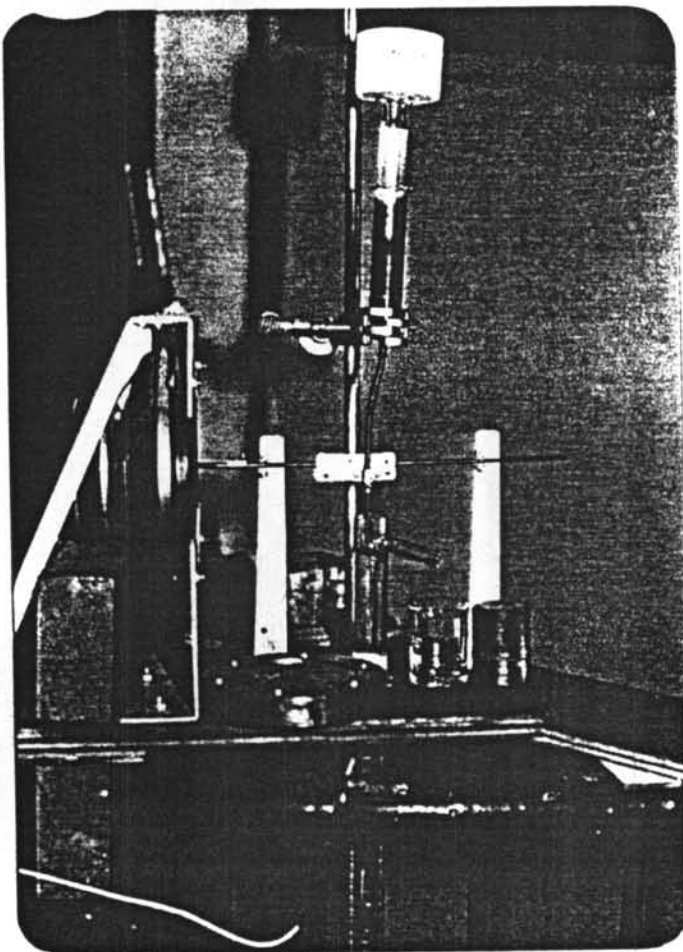
รูป 4.3 แสดงการเตรียมโซล



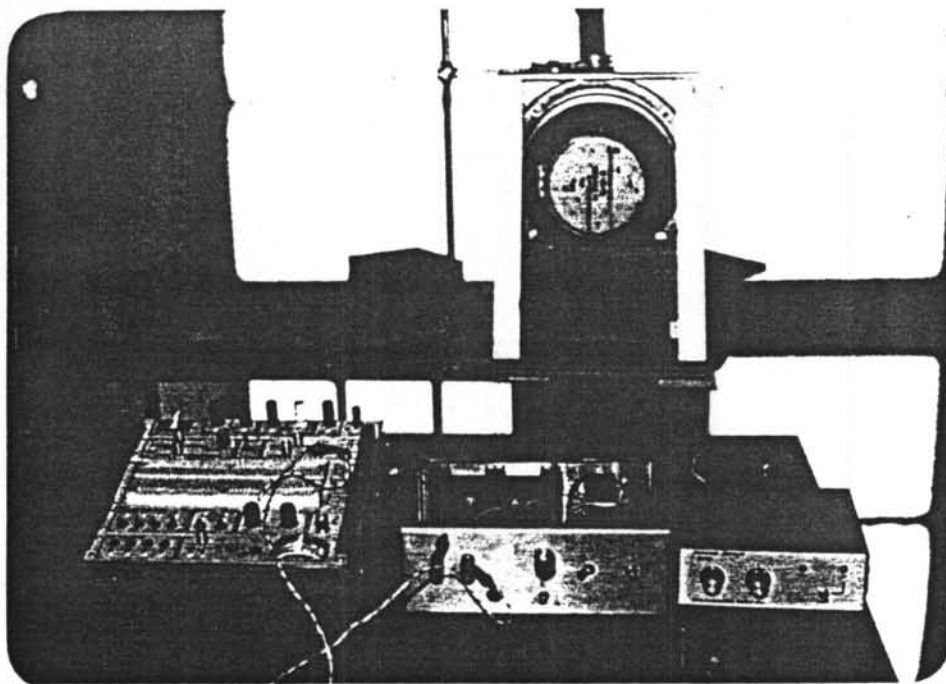
รูป 4.3 แสดงการเตรียมโซล

#### 4.3.5 การทำให้เกิดหยด

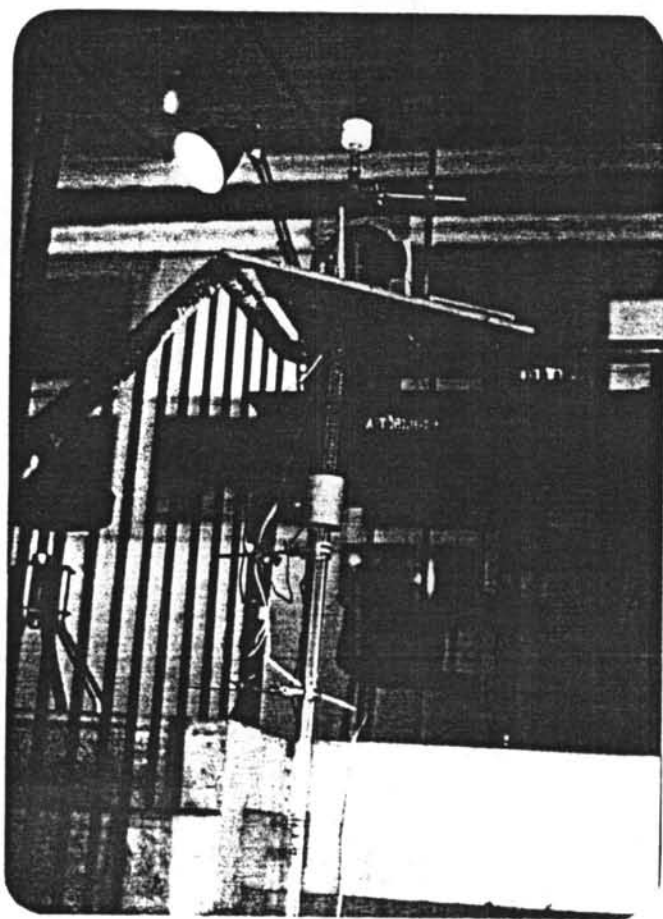
นำโซลที่ได้มาทำให้เป็นหยด โดยใช้ความถี่ช่วยสั่นที่หัวฉีด สารอินทรีย์ที่ใช้ คือน้ำออกจากหยดโซล คือ 2-ethyl-1-hexanol คอลัมน์ที่ใช้ยาว 25 ฟุต เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ตอนบนของคอลัมน์ได้ให้ความร้อนแก่สารอินทรีย์อยู่ในช่วงระหว่าง 60-80° ซ. แบ่งเป็น 2 ช่วง และตอนกลางคอลัมน์ให้ความร้อน 50-40° ซ. ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วงเช่นกัน การเกิดหยดอาศัยน้ำหนักของกระบอกแก้วค้ำในคันให้โซลไหลผ่านรูตีบออกมาเป็นหยด โดยใช้ความถี่ที่เหมาะสมสำหรับขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางของรูตีบ และจะต้องมีขนาดพอดีที่จะเกิดเป็นเจลในขณะ ที่ถึงกันภาชนะด้านล่าง รูตีบที่ใช้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.7, 0.75, 0.8 มิลลิเมตร ความถี่ ที่ใช้อยู่ในช่วงระหว่าง 28-35 เฮิรตซ์ รูป 4.4 แสดงเครื่องสั่นที่ใช้



รูป 4.4 การใช้เครื่องสั่นช่วยในการเกิดหยด

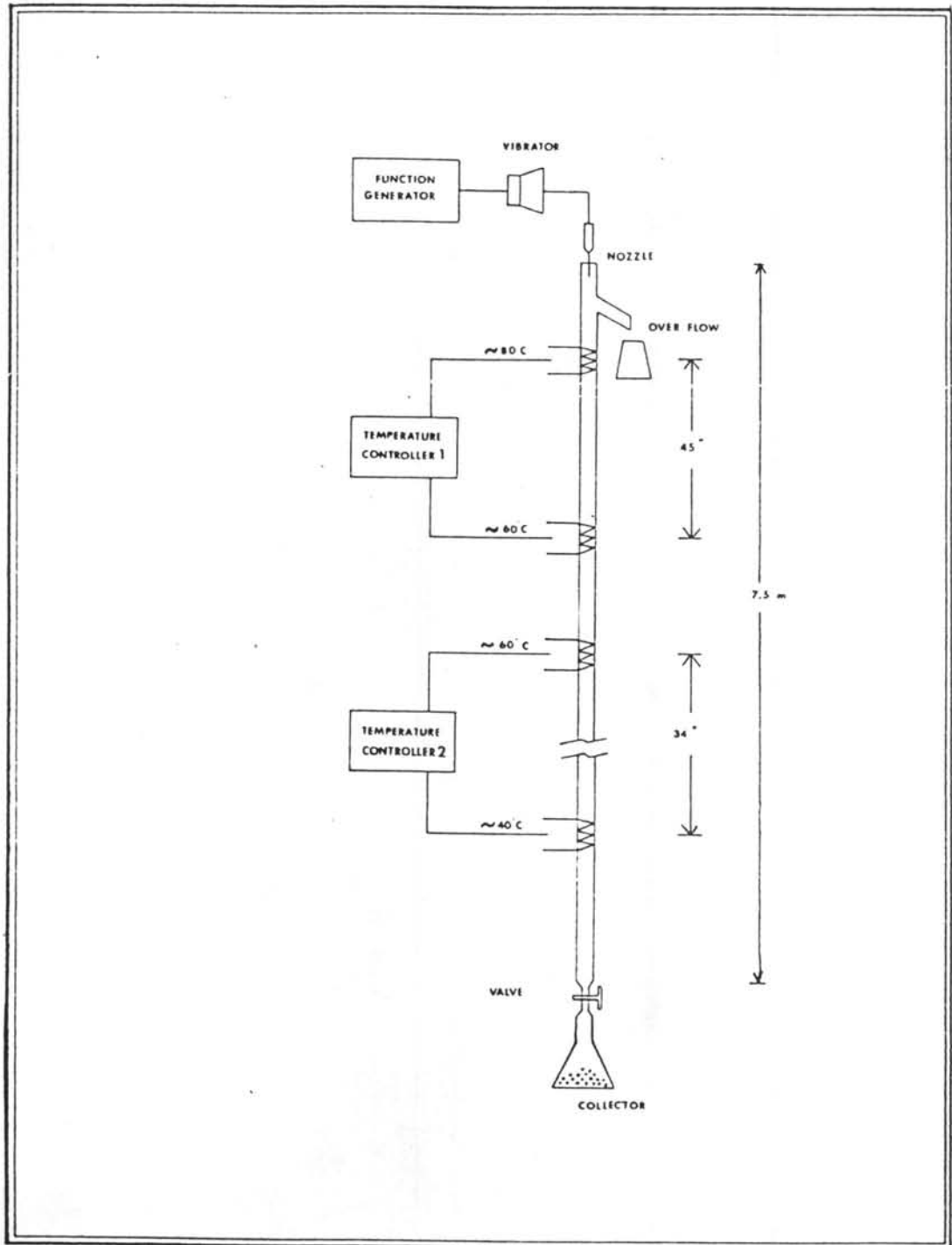


รูปที่ 4.5 เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ในการทำให้เกิดการสั่น



รูปที่ 4.6 คอลัมน์ที่ใช้ในการทำให้เกิดหยุดและแสดงการให้ความร้อนโดยใช้ลวดให้ความร้อนไฟฟ้า  
พื้นที่คอลัมน์





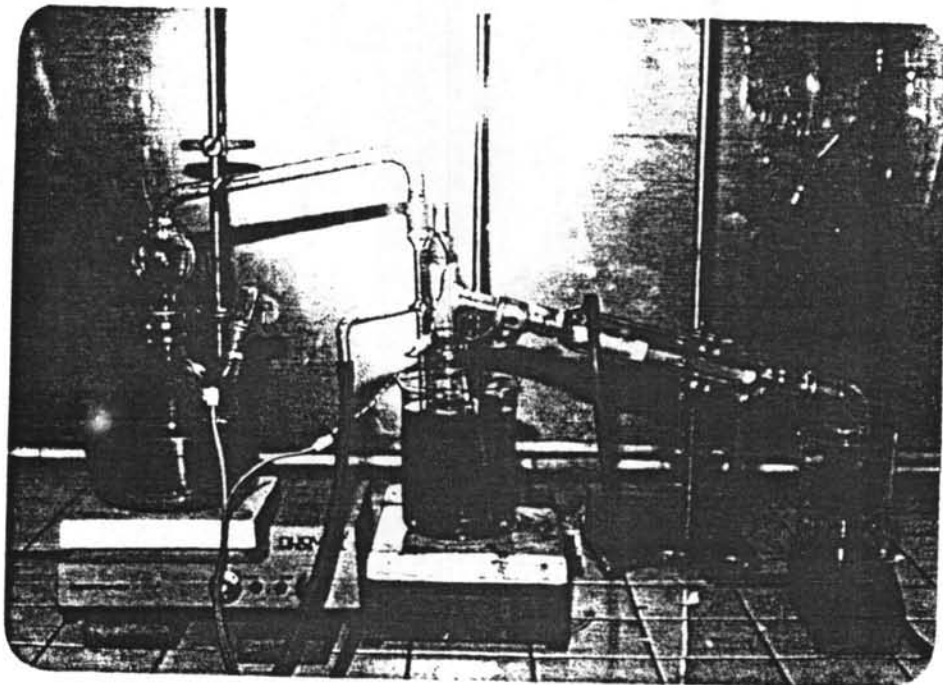
รูปที่ 4.7 แสดงลัดส่วนคอมลัมน์ที่ใช้ในงานวิจัย

#### 4.3.6 การทำให้แห้ง

การทำให้แห้ง ได้ทำโดยแบ่งเป็น 2 วิธี ดังนี้

1. ทำให้แห้งโดยใช้ แก๊สอาร์กอนและไอน้ำ ที่อุณหภูมิ  $185^{\circ}\text{C}$ . อัตราความร้อน  $50^{\circ}$  องศาต่อชั่วโมง
2. ทำให้แห้งโดยใช้ แก๊สอาร์กอน หรือ แก๊สไนโตรเจนผ่านไมโครสเฟียร์ เพียงอย่างเดียว ที่อุณหภูมิ  $185^{\circ}\text{C}$ .

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำให้แห้ง แสดงในรูป 4.7



รูปที่ 4.8 อุปกรณ์การทำให้แห้ง

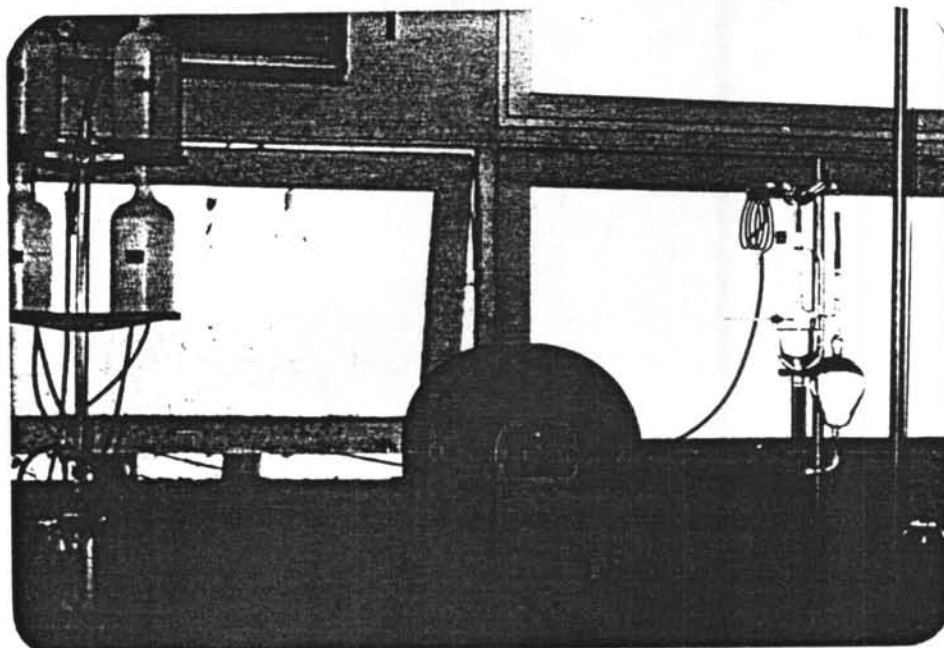
#### 4.3.7 การเผาที่อุณหภูมิสูง

นำไมโครสเฟียร์ที่ทำให้แห้งแล้วมาทำการเผาเพื่อไล่อากาศที่ระเหยได้และเป็น การเผาประสาน อัตราความร้อนที่ให้มีดังนี้

1. จาก 25-500° ซ. อัตราความร้อน 100° ซ. ต่อชั่วโมง ในบรรยากาศของแก๊สอาร์กอน
2. จาก 500-1150° ซ. อัตราความร้อน 300° ซ. ต่อชั่วโมง ในบรรยากาศของแก๊สอาร์กอน
3. ที่อุณหภูมิ 1150° ซ. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในบรรยากาศของแก๊สอาร์กอน กับ 4 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน
4. การทำให้เย็นลงจาก 1150-100° ซ. จะต้องมากกว่า 36 ชั่วโมงในบรรยากาศของแก๊สอาร์กอน

เมื่อได้ไมโครสเฟียร์ที่เย็นแล้ว นำมาแยกขนาดโดยใช้ตะแกรงร่อน (sieve) แยกขนาดของแต่ละตัวอย่าง

เตาเผาที่ใช้เป็นเตาวิเคราะห์คาร์บอน ดังแสดงในรูป 4.8



รูป 4.9 เตาที่ใช้เผาประสานไมโครสเฟียร์

#### 4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนในไมโครสเฟียร์

การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนที่เหลืออยู่หลังจากการทำให้แห้งและเผาที่อุณหภูมิสูงทำได้โดยการนำเอาไมโครสเฟียร์ที่ทราบน้ำหนัก ประมาณ 0.25 กรัม ไปเผาที่อุณหภูมิ 1400° ซ. โดยใช้เตาวิเคราะห์คาร์บอนดังรูป 4.8 ใช้แก๊สออกซิเจนเป็นตัวเผาเอาแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งจะถูกจับโดยสารละลายโปดัสเซียม ไฮดรอกไซด์ และสามารถอ่านค่าปริมาณคาร์บอนออกมาได้ ซึ่งค่านี้จะต้องนำไปปรับค่า โดยใช้ตารางสำเร็จรูปที่ทางบริษัทให้มาเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

ตัวอย่างการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอน ในตัวอย่างที่ 2

ยูเรเนียมไดออกไซด์ไมโครสเฟียร์	หนัก	0.24392	กรัม
อ่านค่าปริมาณคาร์บอนได้ร้อยละ		0.150	
อุณหภูมิของแก๊ส		33.70	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิห้อง		32.00	องศาเซลเซียส
ความดันของบารอมิเตอร์		776.19	มิลลิเมตร

การแก้ค่า จากตารางสำเร็จรูป

สามารถแก้ค่าความดันของบารอมิเตอร์ได้ เป็น 772.19 มิลลิเมตร

หลังจากการนำเอาค่าความดันบารอมิเตอร์ที่แก้แล้ว นำมาหาปริมาณคาร์บอน (โดยอาศัยตารางสำเร็จรูป) เทียบกับอุณหภูมิของแก๊ส

จะได้ค่าปริมาณคาร์บอนร้อยละ 0.139

จะต้องนำค่าปริมาณคาร์บอนนี้มาเทียบหาค่าที่ถูกต้องเมื่อน้ำหนักของสารเท่ากับ 0.25 กรัมพอดี ซึ่งทำได้ดังนี้

น้ำหนักสาร 0.24392 กรัม มีปริมาณคาร์บอนร้อยละ 0.1390

ถ้าน้ำหนักสาร 0.2500 กรัม จะมีปริมาณคาร์บอนร้อยละ  $\frac{0.1390 \times 0.2500}{0.24390}$

มีปริมาณคาร์บอนร้อยละ 0.1425

#### 4.5 การวิเคราะห์หาความหนาแน่นของไมโครสเฟียร์

อุปกรณ์ที่ใช้ เครื่องมือหาความถ่วงจำเพาะ ชนิด pycnometer  
เครื่องชั่ง

วิธีวิเคราะห์

เป็นการหาความหนาแน่นโดยใช้การแทนที่ของไมโครสเฟียร์ในน้ำ ซึ่ง  
ทำดังนี้

ใส่น้ำใน pycnometer ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปแช่ใน water bath  
ปรับอุณหภูมิให้ได้  $20^{\circ} \pm 1^{\circ}$  ช. บิดจุก นำออกมาเช็ดให้แห้ง ทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิ  
ห้อง นำไปชั่งจะได้ค่า y จากนั้นชั่งน้ำหนักของไมโครสเฟียร์เป็นค่า z เติมน้ำในไมโครสเฟียร์ที่  
ทราบน้ำหนักนี้ลงในขวด pycnometer ที่แห้ง เติมน้ำ ไล่ฟองอากาศออกโดยนำไปคัม แล้วจึงนำไป  
ทำให้มีอุณหภูมิ  $20 \pm 1^{\circ}$  ช. บิดจุก นำออกมาเช็ดให้แห้ง ทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง  
นำไปชั่งจะได้ค่า x

$$\text{ความหนาแน่นของไมโครสเฟียร์} = \frac{z}{y - (x-z)} \times \text{ค่าความหนาแน่นของน้ำ}$$

ตัวอย่างการคำนวณหาความหนาแน่น ดังอย่างที่ 1 ครั้งที่ 1

น้ำหนักของขวด + น้ำ (y)	52.06254	กรัม
น้ำหนักยูเรเนียมไมโครสเฟียร์ (z)	1.05060	กรัม
น้ำหนักของขวด + น้ำ + สาร (x)	52.99830	กรัม
ความหนาแน่นของน้ำ	1	กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$\begin{aligned} \text{ความหนาแน่นของยูเรเนียมไดออกไซด์ไมโครสเฟียร์} &= \frac{1.05060}{52.06524 - (52.99830 - 1.05060)} \times 1 \\ &= 9.1627 \text{ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

$$\text{คิดเทียบกับความหนาแน่นทางทฤษฎี ไดร์อยละ} = \frac{9.1627 \times 100}{10.96} = 83.6012$$

~ 83.6

#### 4.6 การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของยูเรเนียมในโซล (W. Davies and W. Gray 1964)

สารเคมีที่ใช้

- ก) กรดซัลฟามิก (sulphamic acid) มีความเข้มข้น 1.5 โมลาร์ เตรียมได้โดยการละลายกรดซัลฟามิก 150 กรัม ในน้ำเย็น 1 ลิตร
- ข) กรดออร์โธฟอสฟอริกเข้มข้น (concentrated orthophosphoric acid) ซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 1.75 และมีเนื้อสารร้อยละ 90
- ค) สารละลายเฟอร์รัส ซัลเฟต (ferrous sulphate solution) เตรียมได้โดยการเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในน้ำ 750 ลูกบาศก์เซนติเมตร กวน เติมน้ำเฟอร์รัสซัลเฟต ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 280 กรัม ลงไปในสารละลายที่กำลังร้อน ทำให้เย็น แล้วทำให้สารละลายเจือจางโดยเติมน้ำจนมีปริมาตร 1 ลิตร
- ง) สารละลายผสมระหว่างกรดไนตริก 4 โมลาร์และกรดซัลฟามิก 0.1 โมลาร์ เตรียมโดยเจือจางกรดไนตริกเข้มข้น 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรให้มีปริมาตร 930 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกรดซัลฟามิก 1.5 โมลาร์ลงไป 70 ลูกบาศก์เซนติเมตรแล้วกวน
- จ) สารละลายแอมโมเนียม โมลิบเดตเข้มข้น ร้อยละ 1 เตรียมโดยการชั่งแอมโมเนียม โมลิบเดต 1 กรัม ทำให้เจือจางจนมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรด้วยน้ำ
- ฉ) กรดซัลฟูริก 9 โมลาร์ เตรียมโดยเจือจางกรดซัลฟูริกเข้มข้น 125 ลูกบาศก์เซนติเมตรให้มีปริมาตร 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ช) สารละลายโปตัสเซียม ไดโครเมต ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) เข้มข้น 0.050 นอร์มอล เตรียมโดยการนำเอาโปตัสเซียม ไดโครเมตที่อบแล้ว 1 ชั่วโมง มา 2.452 กรัม ทำให้เจือจางจนมีปริมาตร 1 ลิตร

ญ) สารละลายวาเนเดียม ซัลเฟต ( $\text{VOSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) เตรียมโดยซึ่ง วาเนเดียมซัลเฟต 4.2 กรัม หรือ 0.84 กรัม มาทำให้เจือจางจนมีปริมาตรเป็น 500 และ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ

#### วิธีทดลอง

นำไซล 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรมาเติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อให้อยู่ในรูปของยูเรนิล ไนเตรท แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1) ตูดสารละลายยูเรนิล ไนเตรทเข้มข้น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรมาเติมกรดไนตริกเข้มข้นอีก 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2) เติมกรดซัลฟามิก 1.5 โมลาร์ ลงไป 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

กรดฟอสฟอริกเข้มข้น 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สารละลายเฟอร์รัส ซัลเฟต 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ควรมีสีเขียว)

ผสมแล้วทิ้งไว้ 30 นาที

3) เติมสารละลายผสมของกรดไนตริก 4 โมลาร์กับกรดซัลฟามิก 0.10 โมลาร์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

เติมสารละลายอัมโมเนียม โมลิบเดทซึ่งมีเนื้อสารร้อยละ 1 ลงไป 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าทุกครั้งทีเติมตัวทำละลายแต่ละตัว

4) ทิ้งไว้ให้สีน้ำตาลหายไป (ประมาณ 3 นาที) แล้วตั้งทิ้งไว้อีก 3 นาที

5) เติมกรดซัลฟูริก 9 โมลาร์ 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร (เติมทีละครึ่ง) แล้วล้างด้วยน้ำเย็น ปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร

เติมอินดิเคเตอร์ (indicator) แบลเรียท โคคีนีลามีนซัลฟาเนทเข้มข้น 0.04 โมลาร์ ปริมาตร 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร

6) โต้เตรทด้วยโปตัสเซียม โคโครเมทซึ่งมีความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ จะได้สารละลายเป็นสีม่วง (ภายใน 1 นาที)

7) เดิมวาเนเดียม ซัลเฟต 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วโคโครเมทต่อต้านที่จนกระทั่ง  
เกิดสีม่วงอีกครั้ง

สามารถคำนวณหาปริมาณยูเรเนียมได้ดังนี้

$$U = \frac{C(A - B)}{V}$$

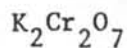
เมื่อ

U = ปริมาณยูเรเนียม มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

A = ปริมาตรของไปดัสเซียม โคโครเมท

B = ปริมาตรของไปดัสเซียม โคโครเมทของสารเปรียบเทียบ

C = ปริมาณยูเรเนียมที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรของ

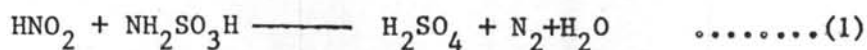


U = 5.951

V = ปริมาตรของสารละลายยูเรเนียมที่ดูมาวิจัย

สมการที่เกี่ยวข้อง (W. Davies, W. Gray 1964)

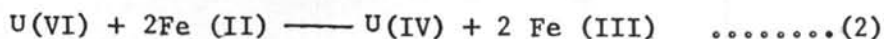
1. กรดไนตริกในสารละลายจะถูกทำลายโดย กรดซัลฟามิกดังสมการ



การที่ไลโนตริกสออกเป็นการบ่งชี้การออกซิเดชันของเหล็ก (+2) และยูเรเนียม (+4)

2. ยูเรเนียม (+6) จะถูกรีดิวซ์ไปเป็นยูเรเนียม (+4) โดยเหล็ก (+2) ที่มากเกินไปจนพอ

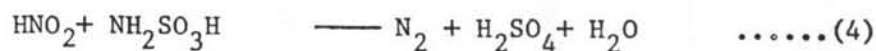
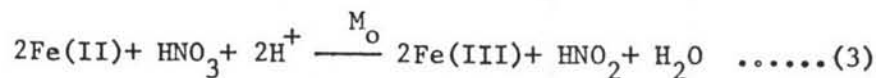
ดังปฏิกิริยา



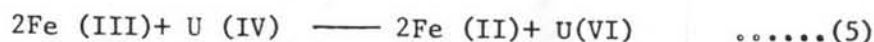
ซึ่งปฏิกิริยานี้จะดำเนินได้ดีในสภาวะที่มีความเข้มข้นของกรดฟอสฟอริกสูง



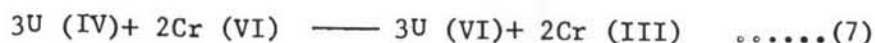
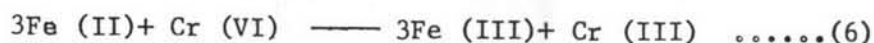
3. เหล็ก (+2) ที่มากเกินไปจะถูกออกซิเดชันโดยกรดไนตริกซึ่งมีโมลิบดีนัมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังปฏิกิริยา



4. ในสมการที่ 2 จะดำเนินกลับเมื่อกรดฟอสฟอริกถูกทำให้เจือจางโดยน้ำกลั่น



5. เหล็ก (+2) และยูเรเนียม +4 จะถูกออกซิไดซ์โดยโครเมียม (+6) ดังสมการ



ตัวอย่างการวิเคราะห์ความเข้มข้นของยูเรเนียมในโซล ตัวอย่างที่ 1

จากการทดลอง ได้ผลดังนี้

A = ปริมาตรของไปดัสเซียม ไดโครเมท 4.30 ลูกบาศก์เซนติเมตร

B = ปริมาตรของไปดัสเซียม ไดโครเมทของสารเปรียบเทียบกับ 0.50  
ลูกบาศก์เซนติเมตร

C = 5.951

V = 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$\begin{aligned} \text{จาก } u &= \frac{C(A - B)}{V} \\ &= \frac{5.951 (4.30 - 0.05)}{10} \\ &= 2.529175 \end{aligned}$$

มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$= 2.529175 \quad \text{กรัม/ลิตร}$$

แต่สารละลายนี้ถูกทำให้เจือจาง 100 เท่า

$$\text{จะมีปริมาณยูเรเนียม} = 2.529175 = 252.9175 \quad \text{กรัม/ลิตร}$$

$$\text{โซลนี้มีความเข้มข้น} \quad \frac{252.9175}{238} = 1.0627 \quad \text{โมล/ลิตร}$$

#### 4.7 การคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของหยดโซล

การหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดโซล ได้อาศัยความสัมพันธ์ตามวิธีของ R.G. Wymers 1965 ทำไว้สำหรับหาความเร็วการไหลของสารอินทรีย์ที่ไหลสวนทางกับหยดโซลเมื่อใช้ฟลูอิด นอสส์ล การคำนวณนี้ได้ใช้เส้นผ่านศูนย์กลางของ  $UO_2$  เมื่อเผาที่อุณหภูมิสูงที่มีค่าร้อยละของจำนวนเม็ดสูงสุดมาเป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดโซล ของตัวอย่างที่ 1

เส้นผ่านศูนย์กลาง $UO_2$ ที่เผาที่อุณหภูมิสูงแล้ว	150	ไมโครเมตร
ความเข้มข้นของโซล	1.0627	โมล / ลิตร
ความหนาแน่นของ $UO_2$ เมื่อเผาที่อุณหภูมิสูงแล้ว	9.0128	กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$\text{ความเข้มข้นของ } UO_2 \text{ ที่เผาแล้ว} = \frac{(9.0128)(1000)}{267} = 33.7558 \quad \text{โมล/ลิตร}$$

$$\text{การหอดั้วของโซลเมื่อทำการเผาเป็น } UO_2 = \sqrt[3]{\frac{33.7558}{1.0627}} \sqrt[3]{21.7642}$$

$$= 3.16698$$

$$\text{ขนาดของ เส้นผ่านศูนย์กลางของหยดโซล} = (150)(3.16698) = 475.05$$

$$= 480 \quad \text{ไมโครเมตร}$$