



บทที่ 3

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้กระทำโดยการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์ และ สารเคมี ดังต่อไปนี้คือ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตกตะกอน เอ ดี ยู (ADU = Ammonium Diuranate, $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$) จากยูเรนิลไนเตรต ($\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$) กับแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ประกอบด้วย

3.1.1.1 กรวยแยก (Separating funnel)

3.1.1.2 Water bath

3.1.1.3 มอเตอร์

3.1.1.4 ใบพัดกวน

3.1.1.5 Heater

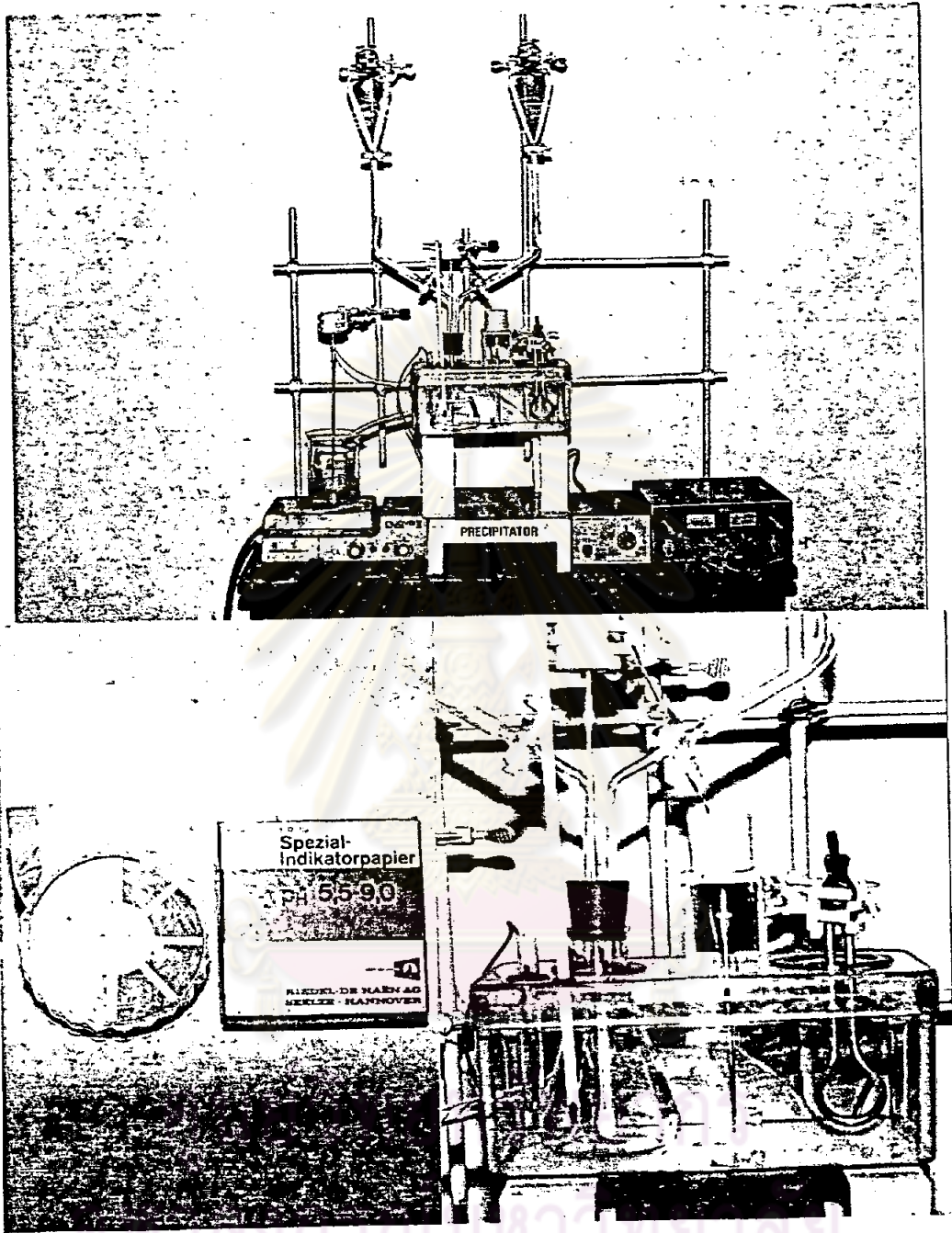
3.1.1.6 เตาพร้อมเครื่องกวนแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer with hot plate) Nuova II Sybron/Thermolyne

3.1.1.7 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Temperature controller NT.1801) ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.1.8 เครื่องควบคุมความเร็วมอเตอร์ (Speed controller Model 82) ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.1.9 เทอร์โมมิเตอร์ 0 - 100 °C

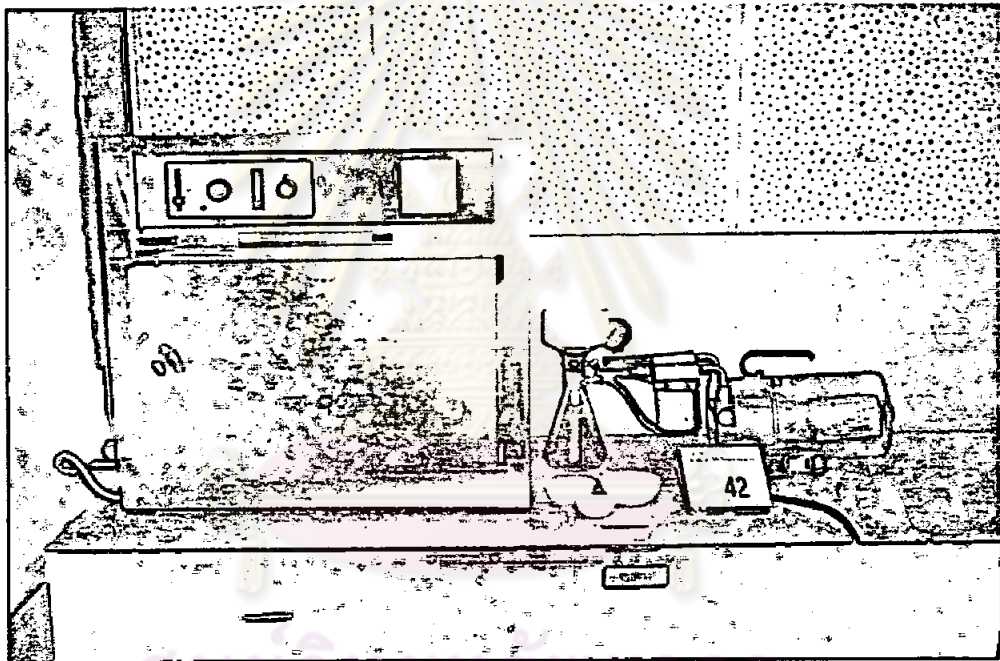
3.1.1.10 กระดาษพีเอช (pH - paper) 5.5 - 9.0 Riedel -



รูปที่ 3.1 | แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตกตะกอนของ ADU

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำให้แห้งของผงเอเดียม (ADU) ประกอบด้วย

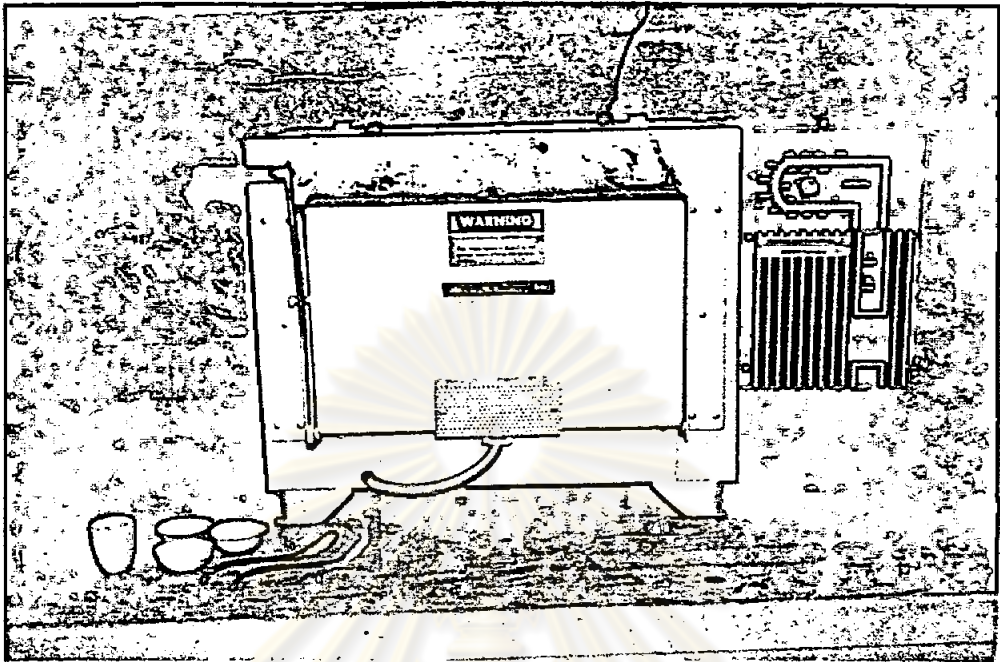
- 3.1.2.1 เครื่องปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump)
- 3.1.2.2 Buchner funnel
- 3.1.2.3 Filter flask
- 3.1.2.4 เตาอบ (Oven) Memmert
- 3.1.2.5 Porcelain basin
- 3.1.2.6 กระดาษกรอง (Filter paper) Whatman



รูปที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำให้แห้งของผง ADU

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเผาที่อุณหภูมิสูง (Calcination) จากผง ADU มาเป็น ผงยูเรเนียม ไตรออกไซด์ (UO_3) ประกอบด้วย

- 3.1.3.1 เตาเผา (Furnace) 1200 °C Thermolyne Furnatrol I/Sybron
- 3.1.3.2 Crucible และ Porcelain basin
- 3.1.3.3 ช้อนตักสาร



รูปที่ 3.3 | แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเผาที่อุณหภูมิสูง (Calcination)

3.1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดักชัน (Reduction) จากผงยูเรเนียม ไดออกไซด์ (UO₃) มาเป็นผงยูเรเนียม ไดออกไซด์ (UO₂) ประกอบด้วย

3.1.4.1 เตาเผาแบบท่อ (Tube furnace) 1400 °ซ

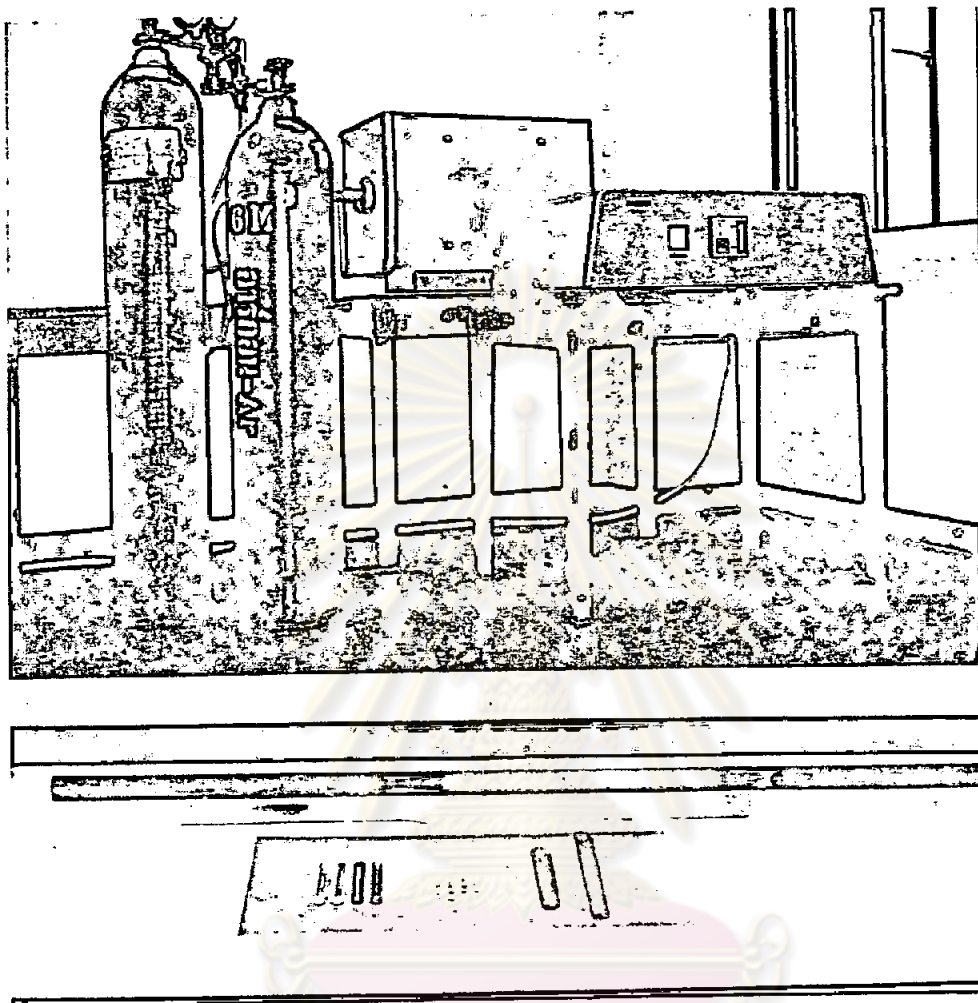
Lindberg

3.1.4.2 ท่อ Mullite ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร

3.1.4.3 Ceramic boat

3.1.4.4 ก๊าซไฮโดรเจน (H₂) กรมวิทยาศาสตร์ทหารบก

3.1.4.5 ก๊าซอาร์กอน (Ar) TIGT



รูปที่ 3.4 | แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดักชัน (Reduction)

3.1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดเม็ด จากผงยูเรเนียม ไดออกไซด์ (UO_2 powder) มาเป็น เม็ดยูเรเนียม ไดออกไซด์ (Compact pellet) ประกอบด้วย

3.1.5.1 เครื่องอัดไฮดรอลิก (Hydraulic press)

3.1.5.2 เบ้า และ แท่งอัด (ทำด้วยเหล็กแข็งเหนียว)

3.1.5.3 ตัวประสาน (Binder) และตัวหล่อลื่น (Lubricant)



รูปที่ 3.5 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดเม็ดของผง UO_2

3.1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเผาประสาน (Sintering) จากเม็ดยูเรเนียม ไดออกไซด์ (Compact pellet) ให้เป็น เซรามิก (Ceramic) ประกอบด้วย

3.1.6.1 เตาเผาแบบท่อ (Tube furnace) 1400°ซ Lindberg

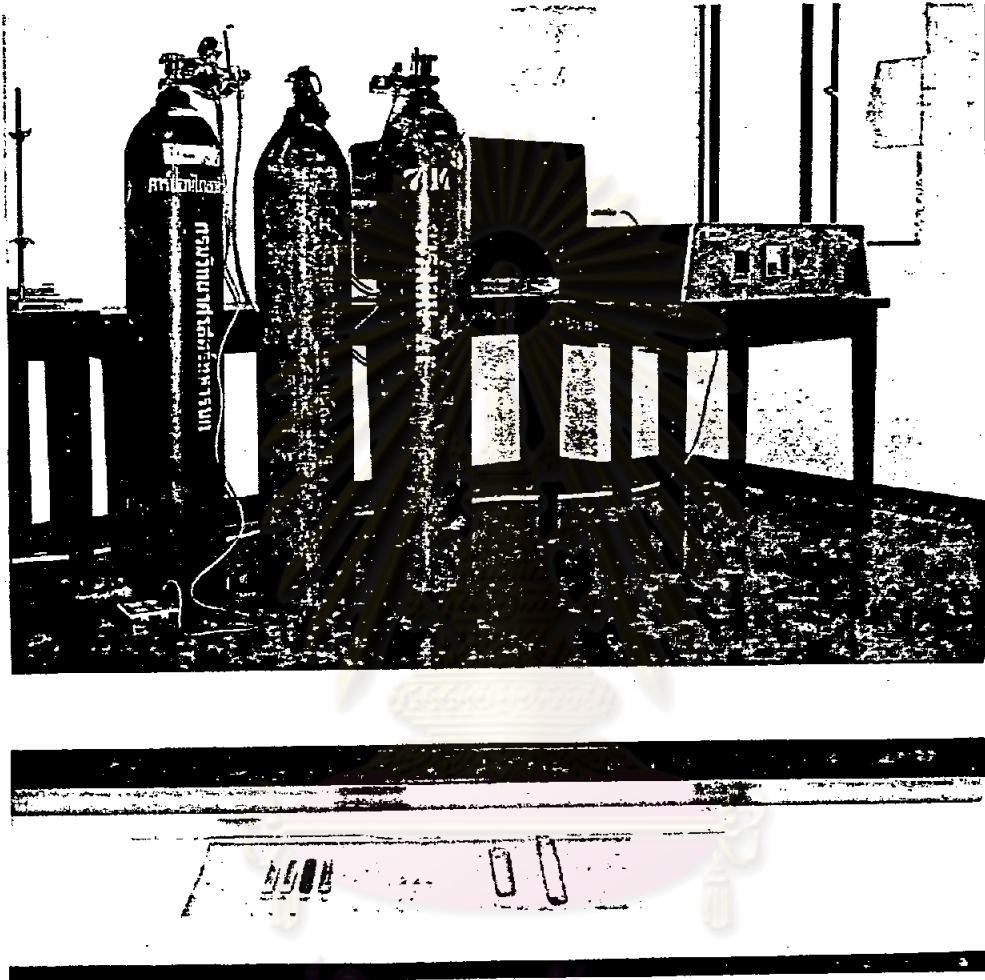
3.1.6.2 ท่อ Mullite ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร

3.1.6.3 Ceramic boat

3.1.6.4 ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) กรมวิทยาศาสตร์ทหารบก

3.1.6.5 ก๊าซอาร์กอน (Ar) TIGT

3.1.6.6 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) กรมวิทยาศาสตร์ทหารบก



รูปที่ 3.6 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเผาประสาน (Sintering)

3.1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาความหนาแน่น (Density) ของผง ADU, UO_3 , UO_2 ประกอบด้วย

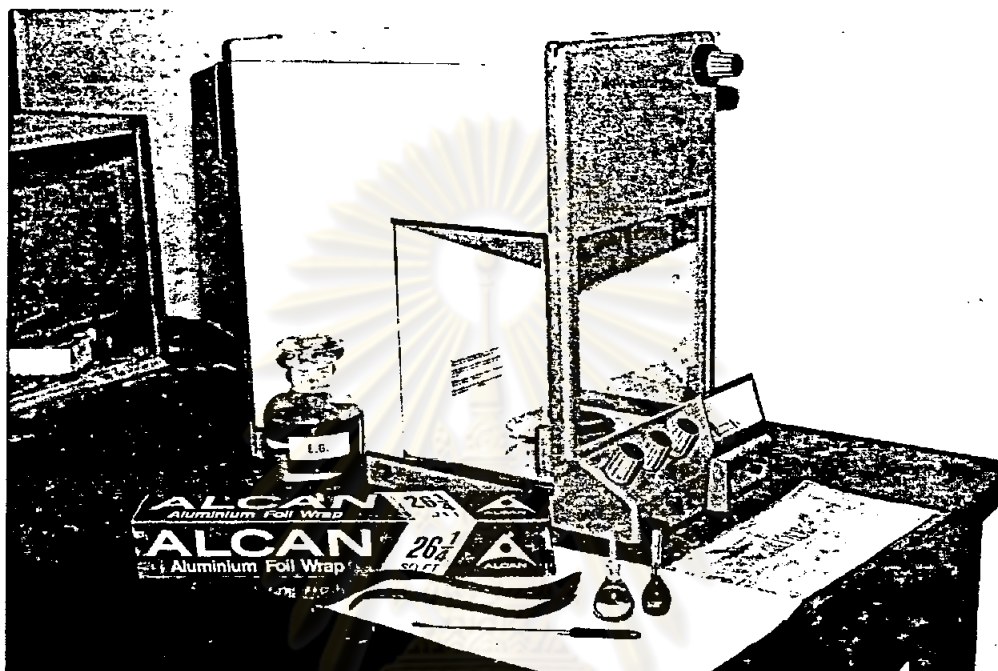
3.1.7.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก Type H54 AR/E.Mettler
Switzerland

3.1.7.2 แผ่นอะลูมิเนียม (Al foil)

3.1.7.3 ซ้อนคัสสาร

3.1.7.4 ขวดพิทโนมิเตอร์ (Pycnometer) ขนาด 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.1.7.5 Ethylene glycol



รูปที่ 3.7 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการหาความหนาแน่น (Density) ของผง
ADU, UO_3 , UO_2

3.1.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาอัตราส่วนของ ออกซิเจน ต่อ ยูเรเนียม (O/U
ratio) ของผงยูเรเนียม ไดออกไซด์ (UO_2) ที่เตรียมได้หรือ UO_{2+x} ประกอบด้วย

3.1.8.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก Type H 54 AR/E. Mettler,
Switzerland

3.1.8.2 แผ่นอะลูมิเนียม (Al foil)

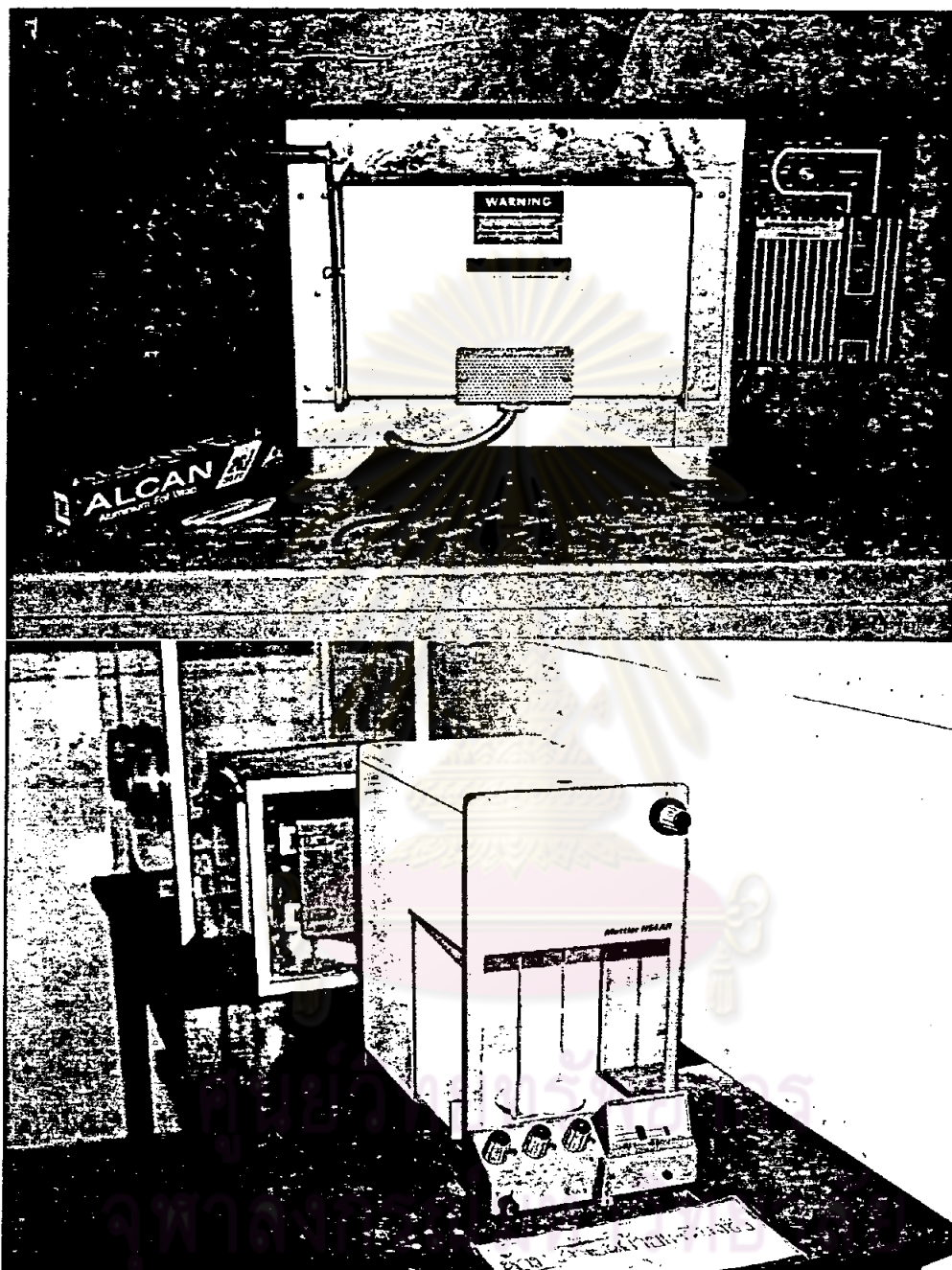
3.1.8.3 ซ้อนตักสาร

3.1.8.4 หลอดควอตซ์ (Quartz)

3.1.8.5 Ceramic boat

3.1.8.6 เตาเผา (Furnace) 1200 °C Thermolyne

Furnatrol I / Sybron



รูปที่ 3.8 | แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการหา o/u ของ UO_{2+x}

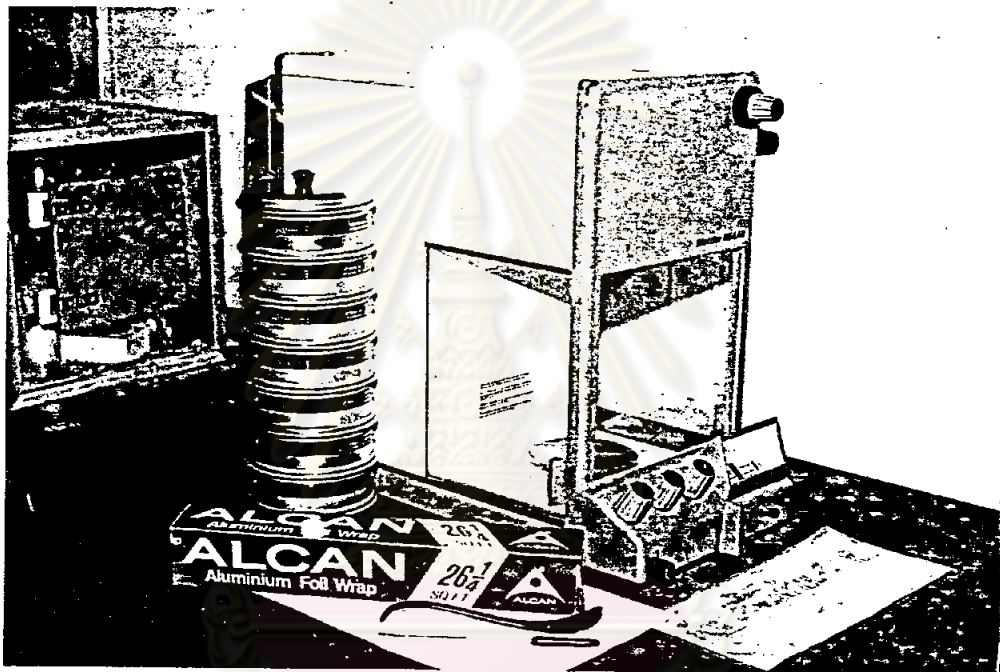
3.1.9 อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาขนาดของอนุภาค (Particle size) ของผง
ADU, UO_3 , UO_2 ประกอบด้วย

3.1.9.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก Type H 54 AR/E.Mettler ,
Switzerland

3.1.9.2 Standard Sieves

3.1.9.3 แผ่นอะลูมิเนียม (Al foil)

3.1.9.4 ซ้อนคักสาร

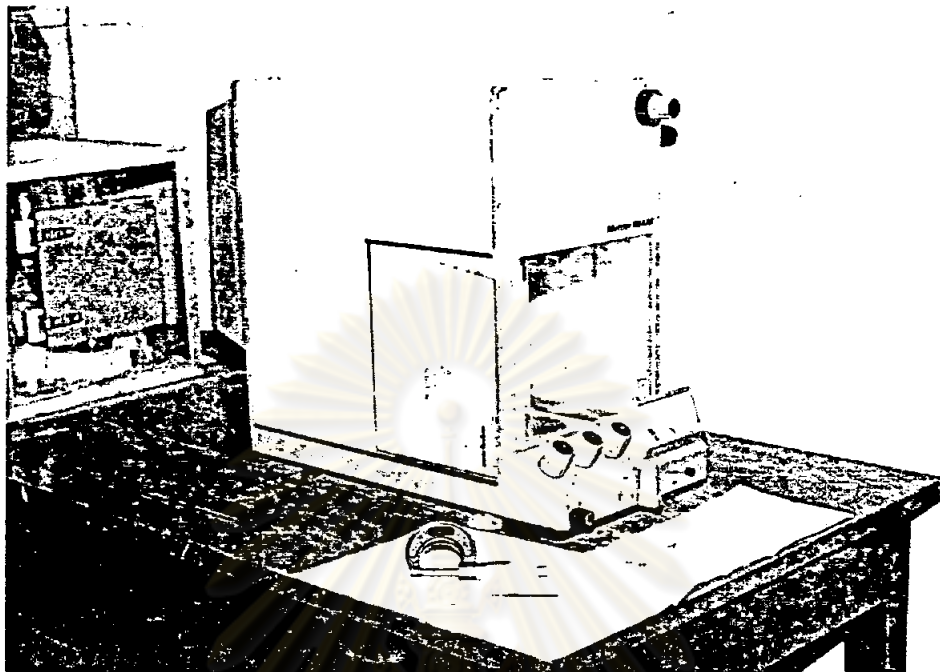


รูปที่ 3.9 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการหาขนาดของอนุภาค (Particle size)
ของ ผง ADU, UO_3 , UO_2

3.1.10 อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาความหนาแน่นของเม็ด UO_2 (Compact
Sintered) ประกอบด้วย

3.1.10.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก Type H 54 AR/E.Mettler ,
Switzerland

3.1.10.2 ไมโครมิเตอร์ (Micrometer) Mitutoyo, Japan



รูปที่ 3.10 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการหาความหนาแน่น (Density) ของเม็ด UO_2 (Compact, Sintered)

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ยูเรเนียม ไนเตรต เฮกซะไฮเดรต ชนิด ดีพลีท (Depleted Uranyl nitrate hexahydrate : $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) บริสุทธิ์ 99 % BDH Chemicals Ltd. Switzerland

3.2.2 สารละลายแอมโมเนียม ไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide ; NH_4OH) เข้มข้น 27 %

3.2.3 เอธิลีน ไกลคอล (Ethylene glycol : $CH_2OH.CH_2OH$)

3.2.4 Niobium oxide (Nb_2O_5)

3.2.5 Stearic acid ($CH_3(CH_2)_{16}COOH$)

3.2.6 ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) กรมวิทยาศาสตร์ทหารบก

3.2.7 ก๊าซอาร์กอน (Ar) TIGT

3.2.8 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) กรมวิทยาศาสตร์ทหารบก

3.2.9 น้ำกลั่น



รูปที่ 3.11 | แสดงสารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย