

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

6.1 วิธีการทดลอง

6.1.1 การเตรียมตัวรองรับขนาด 100/150 เมช

นำตัวรองรับอะลูมิเนียมมาบดให้ละเอียดลงในโถรงบดยา แล้วนำไปร่อน
นำตัวรองรับอะลูมิเนียมที่ผ่าน 100 เมช แต่ตกค้างบน 150 เมชไปใช้

6.1.2 การหาปริมาตรของรูพรุนของตัวรองรับอะลูมิเนียม

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักของตัวรองรับอะลูมิเนียม
2. เติมตัวรองรับอะลูมิเนียมลงในขวด
3. เติมน้ำลงในปิวเรต
4. ตั้งเครื่องมือดังรูปที่ 5.8
5. เปิดบีบดูดเพื่อดูดอากาศในรูพรุนของตัวรองรับออกให้หมด มิฉะนั้น
อากาศดันน้ำไม่ให้น้ำเข้าไปในรูพรุน
6. ค่อย ๆ ไขน้ำลงยังตัวรองรับอะลูมิเนียมพร้อมทั้งเขย่าขวดดูไปด้วย
จนกระทั่งเห็นว่าน้ำเข้าไปในรูพรุนของตัวรองรับอะลูมิเนียมหมด
โดยสังเกตเห็นว่าตัวรองรับอะลูมิเนียมหมดด้วยน้ำทั่วถึงไปหมด
7. วัดปริมาตรของน้ำที่ไขจากปิวเรต ดังนั้นสามารถบอกปริมาตรของ
รูพรุนได้
8. ทำเช่นนี้หลาย ๆ ครั้ง ค่าปริมาตรของรูพรุนที่ได้จากการทดลองจะ
นำไปใช้ในการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา

6.1.3 การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโดยวิธีขับแห้ง

การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลด้วยวิธีนี้ (ไม่สามารถเตรียมตัวเร่ง
ปฏิกิริยานิกเกิลที่มีเปอร์เซ็นต์นิกเกิลสูงมากได้ อันเนื่องมาจากข้อจำกัดปริมาตรรูพรุน และ
ความสามารถในการละลายของเกลือนิกเกิลไนเตรต สำหรับการคำนวณแสดงในภาคผนวก
ที่ ก.

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักตัวรองรับอะลูมินา
2. เติมตัวรองรับอะลูมินาลงในขวดดูด
3. ตั้งเครื่องมือเช่นเดียวกับรูปที่ 5.8 แต่ใช้กรวยแยกแทนบิวเรต
4. เปิดสสารละลายนิเกิลไนเตรตที่เตรียมขึ้นมา ในปริมาณพอดีกับปริมาตรรุกรุ่นของอะลูมินาที่ชั่งมา ซึ่งได้คำนวณเพื่อให้ได้เปอร์เซ็นต์นิเกิลบนตัวรองรับอะลูมินา เรียบร้อยแล้ว
5. เปิดบีมดูด เพื่อดูดอากาศที่อยู่ในรุกรุ่นของตัวรองรับออกให้หมด มิฉะนั้นอาจกีดกันไม่ให้สสารละลายนิเกิลไนเตรตเข้าไปในรุกรุ่น
6. ค่อย ๆ ใส่อะลูมินาละลายนิเกิลไนเตรตลงจากกรวยแยก พร้อมทั้งเขย่าขวดดูดไปด้วย จนกระทั่งสสารละลายนิเกิลไนเตรตหมด
7. ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที จึงนำไปอบแห้งในตู้อบเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ที่ 110°C

6.1.4 การเผาที่อุณหภูมิสูง

วิธีการทดลอง

1. นำตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้นที่อบแห้งแล้ว เเทลงในภาชนะรองรับเพื่อวางในเครื่องเผาที่อุณหภูมิสูง
2. ปล่องก๊าซไนโตรเจนในอัตราเร็วคงที่
3. ค่อย ๆ เพิ่มความร้อนแก่เครื่องเผาที่อุณหภูมิสูง ด้วยอัตราเร่ง 5°C ต่อเวลาที่จนกระทั่งถึง 500°C จึงปล่อยให้คงที่เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

6.1.5 การ รีดักชันนิเกิลออกไซด์เป็นนิเกิล

หลังจากการเผาที่อุณหภูมิสูงจะได้นิเกิลออกไซด์เกาะบนตัวรองรับอะลูมินา ต้องเปลี่ยนเป็นนิเกิลเสียก่อน โดยการรีดักชันด้วยก๊าซไฮโดรเจนในเครื่องเผาอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิ 600°C ความดันบรรยากาศเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

6.1.6 การวิเคราะห์ปริมาณของนิเกิลที่เกาะบนตัวรองรับอะลูมินาด้วยอะตอมมิก แอซิปชัน

ทำได้โดยใช้น้ำหนักของ $\text{NiO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (ประมาณ 0.1 กรัม) จากนั้นก็ย่อย (Digest) ด้วยกรดเกลือที่เข้มข้น 20 ลบ.ซม. กรดไนตริกเข้มข้น 5-10 ลบ.ซม. และน้ำประมาณ 10 ลบ.ซม. แล้วทำให้ร้อน กรดและน้ำจะระเหยออกไป ต้องเติมน้ำตลอดเวลาเพื่อไม่ให้แห้ง สังเกตจุดจนกระทั่งเห็นตัวรองรับเป็นสีขาวนั้นหมายความว่านิเกิลออกไซด์ ถูกสกัดออกมาหมดแล้ว แล้วเติมกรดไฮโดรฟลูออไรด์ (HF) ลงไปประมาณ 2 หยด เพื่อย่อยตัวรองรับอะลูมินา ทำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งละลายตัวรองรับหมด เติมน้ำลงไป 40 ลบ.ซม. แล้วทำปริมาตรเป็น 100 ลบ.ซม. ในขวดทำปริมาตร (Volumetric flask)

6.1.7 การหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของตัวเร่งปฏิกิริยาโดยวิธี BET

ปล่อยกาซิไนโตรเจนและฮีเลียมในอัตราส่วนหนึ่งผ่านดีเทคเตอร์โดยเปิดวาล์ว 4 ทางไม่ให้ผ่านภาชนะที่บรรจุตัวเร่งปฏิกิริยา ปรับสัญญาณที่ออกจากเครื่องอ่านให้เป็นศูนย์ จากนั้นฉีดสารไนโตรเจนที่มีปริมาตรแน่นอนลงในสายหลังดีเทคเตอร์ก่อนออกไปยังอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนกับฮีเลียมจะเปลี่ยนไป ทำให้ลุ่มดลย์เสียทำให้เกิดฟิคที่เครื่องอ่านซึ่งสามารถเป็นมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณได้จากนั้นกลับวาล์ว 4 ทางให้กาซิไนโตรเจนและฮีเลียมผ่านภาชนะที่บรรจุตัวเร่งปฏิกิริยาที่ต้องการหาพื้นที่ผิว แล้วค่อย ๆ ล้วงภาชนะที่บรรจุไนโตรเจนเหลวเข้ากับภาชนะที่บรรจุตัวเร่งปฏิกิริยา จะเกิดการดูดซับกาซิไนโตรเจนในตัวเร่งปฏิกิริยา ปรับสัญญาณจากเครื่องอ่านให้เป็นศูนย์ จากนั้นค่อย ๆ ดึงเอาไนโตรเจนเหลวออก กาซิไนโตรเจนเหลวจะหลุดออกจากตัวเร่งปฏิกิริยา (desorption) อัตราส่วนของไนโตรเจนและฮีเลียมเปลี่ยนไปเกิดฟิคขึ้น ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับตัวมาตรฐาน ซึ่งทำให้เราสามารถหาปริมาณของกาซิไนโตรเจนที่ถูกดูดซับได้ เพื่อให้ฟิคที่เกิดมาคมชัด เมื่อดึงไนโตรเจนเหลวออกควรวินท์ภาชนะที่บรรจุตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าในน้ำเย็นก่อน เพื่อให้ลดอุณหภูมิค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

6.1.8 การหาพื้นที่ผิวของโลหะโดยวิธีการดูดซับทางเคมีของก๊าซคาร์บอน-มอนนอกไซด์

วิธีการทดลอง

1. เบ็ดกลางฮีเลียมอัตราการไหล 40 ลบ.ซม. ต่อนาทีประมาณ 1-2 ชั่วโมง โดยผ่านก๊าซฮีเลียม ผ่าน MS-5A และซิลิกาเจล เพื่อกำจัดความชื้น
2. กำจัดกาซออกซิเจนที่ปนอยู่กับก๊าซฮีเลียมโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาทองแดง (Cu/Al₂O₃) ที่อุณหภูมิ 350°C
3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 100-200 มิลลิกรัมใส่ในหลอด
4. ทำการรีดิวซ์ตัวอย่าง โดยผ่านก๊าซไฮโดรเจนด้วยอัตราการไหล 4 ลบ.ซม. ต่อนาที โดยค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตรา 10°C. ต่อนาที จนกระทั่งถึงอุณหภูมิที่ต้องการ (400°C) แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิกงนี้เป็นเวลา 30 นาที
5. หลังจากนั้นนำเอาไฮโดรเจนออก แล้วปล่อยให้ตัวอย่างเย็นลงจนถึงอุณหภูมิกง โดยใช้เครื่องเป่าลมเย็นช่วย
6. ที่อุณหภูมิกงผ่านก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บนตัวอย่างด้วยปริมาตรคงที่ (ขึ้นอยู่กับปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่ต้องการหา) ทุก ๆ นาทีหรือทุก ๆ ครึ่งนาที (สังเกตจากความเร็วของเครื่องบันทึกผล) จนกระทั่งปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์คงที่ (สังเกตจากความสูงของกราฟที่วัดได้โดยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟคงที่)
7. บันทึกสภาวะการวิเคราะห์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟฟิคือ

กาซนำพา (carrier gas)	ฮีเลียม
ปริมาณกาซนำพา, ลบ.ซม./นาที	40
อุณหภูมิของคอลัมน์, °C	80
ระบบตรวจวัด	ทีซีดี
ความไวของระบบตรวจวัด, มิลลิแอมป์	80
ระบบบันทึกผล (recorder)	

- | | | |
|--|--|----|
| | ความเร็วกระดาษบันทึก (chart speed), มม./นาที | 20 |
| | กำลังขยาย (attenuator) | x2 |
| | ช่วงขยาย (chart span) มิลลิโวลต์ | 1 |
- 6.1.9 การวิเคราะห์โดยใช้เอกซเรย์ดิฟแฟรคชัน
ทำการวัดโดยสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
- 6.1.10 การวิเคราะห์โดยใช้เครื่องสแกนนิ่งฮีเตอร์อนไมโครสโคป
ทำการวัดโดย ศูนย์เครื่องมือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 6.1.11 การทดลองเพื่อทดสอบตัวเร่งปฏิกิริยานิวเคลียร์เตรียมขึ้น
วิธีการทดลอง
- ทำการรีดิวซ์ตัวเร่งปฏิกิริยาใหม่ในเตาปฏิกรณ์เคมี โดยผ่านกาซีไฮโดรเจนประมาณ 30-40 ลบ.ซม. ต่อเวลาที่อุณหภูมิ 150⁰ซ เป็นเวลา ชั่วโมง ครึ่งแล้วปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง (ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นข้อจำกัดของเตาปฏิกรณ์เคมีในเรื่องระบบระบายความร้อน ใช้ประมาณ 0.1-0.5 กรัม)
 - ปรับอัตราการไหลของกาซีนโตรเจน ไฮโดรเจน และออกซิเจนที่อัตราการไหลต่าง ๆ โดยที่ปริมาณความเข้มข้นของกาซออกซิเจนในบรรยากาศกาซีไฮโดรเจนไม่ควรเกิน 6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร กาซีนโตรเจน ผล่่มเข้าไปเพื่อลดความรุนแรงของปฏิกิริยาและช่วยระบายความร้อนเนื่องจากปฏิกิริยาในการทดลองนี้ใช้กาซออกซิเจนไม่เกิน 6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ความเข้มข้นของกาซีไฮโดรเจนอยู่ในช่วง 20-60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และของกาซีนโตรเจนอยู่ในช่วง 40-80 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร อัตราการไหลของกาสรวมไม่เกิน 4500 ลบ.ซม. ต่อ นาที
 - ปล่อยให้กาซีไฮโดรเจนไหลผ่านตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วปล่อยให้กาซีนโตรเจนและออกซิเจนซึ่งผ่านซิลิกาเจลสำหรับดูดความชื้นเข้าไปในเตาปฏิกรณ์ ทดลองดูว่าตัวเร่งปฏิกิริยานั้นทำให้ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นได้ในช่วงอุณหภูมิไหน โดยการเก็บข้อมูล ผลการทดลองระหว่างอุณหภูมิกับสัดส่วนการเปลี่ยนรูปของกาซออกซิเจน

6.2 ผลการทดลอง

6.2.1 การหาปริมาตรของรูพรุนของตัวรองรับอะลูมินา

แสดงไว้ในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 การหาปริมาตรของรูพรุนของตัวรองรับอะลูมินา

ชนิดของตัวรองรับ	ปริมาตรของรูพรุน (ลบ.ซม./กรัม)
SA - 3233	1.03

6.2.2 การเผาที่อุณหภูมิสูง

การเผาตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลที่เตรียมขึ้นที่อุณหภูมิสูงด้วยอัตราเร่ง 5^oซ ต่อนาที จนกระทั่งถึง 500^oซ จึงปล่อยให้คงที่เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ชุดตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้นทั้ง 5 ชุด แบบการขับชนิดแห้งดังกล่าวได้ในรูปที่ 6.1

6.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณของนิกเกิล เกาะบนตัวรองรับอะลูมินาด้วย

เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชัน

แสดงในตารางที่ 6.2

ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยา	%Ni/Al ₂ O ₃ ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชัน
1% Ni/Al ₂ O ₃	0.99
3% Ni Al ₂ O ₃	2.86
5% Ni/Al ₂ O ₃	4.74
8% Ni/Al ₂ O ₃	7.83
12% Ni/Al ₂ O ₃	11.52

ตารางที่ 6.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณของนิกเกิลบนตัวรองรับอะลูมินาด้วย

เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชัน

6.2.4 คุณสมบัติทางการภาพของตัวเร่งปฏิกิริยา

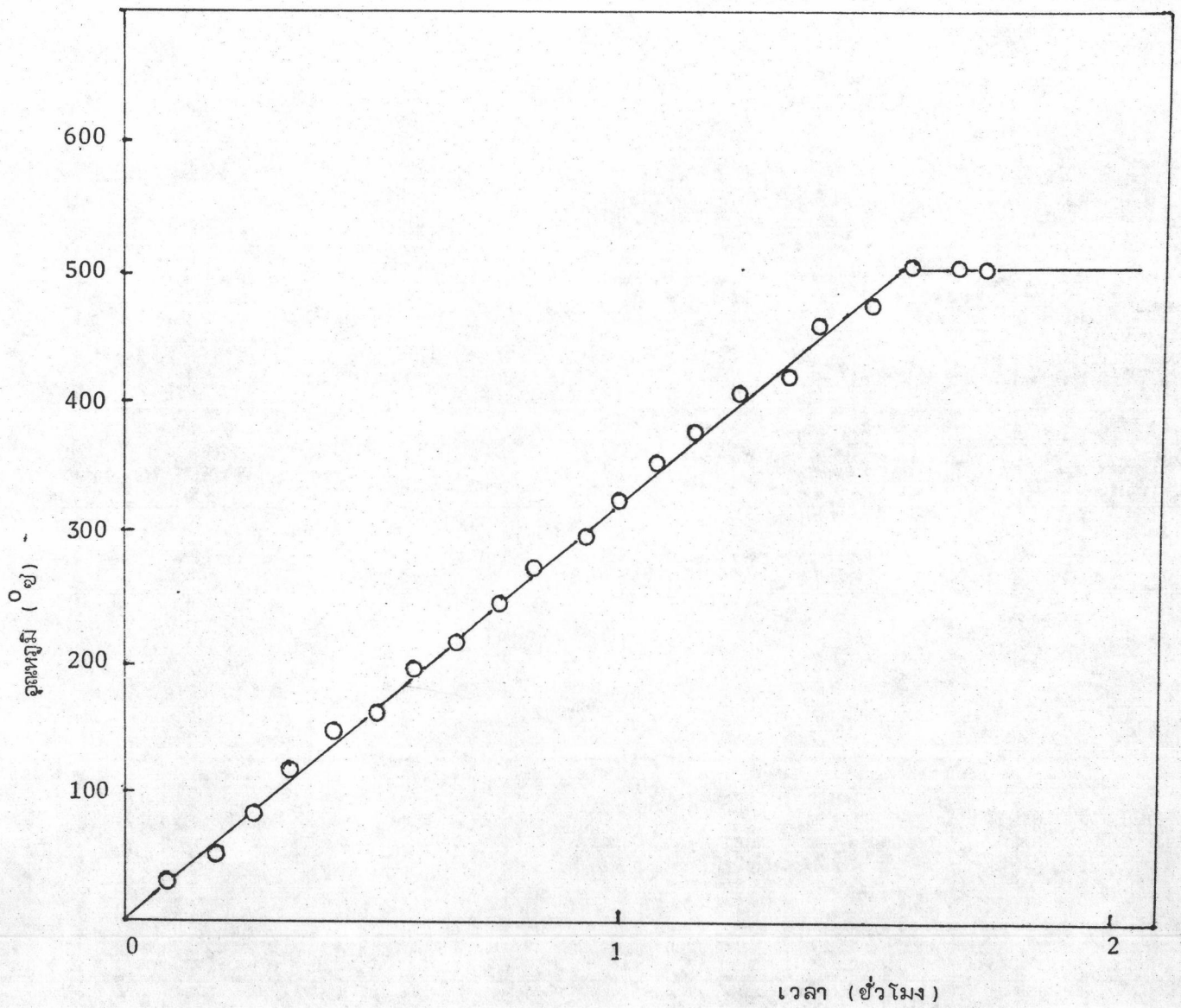
1. คุณสมบัติของตัวรองรับอะลูมินา แสดงในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของตัวรองรับอะลูมินาที่ใช้เตรียม

รายการที่ทดสอบคุณสมบัติ	ผลการทดสอบ
ปริมาณของรูพรุน, ลบ.ซม./กรัม	1.03
* ความหนาแน่น, กรัม/ลบ.ซม.	2.82
พื้นที่ของตัวรองรับโดยวิธี BET,	
ตารางเมตรต่อกรัม	112.34
ขนาดของพอร์, อังสตรอม	137.50
การวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์	เป็นสารประกอบ
ดิฟแฟรคชัน	อะลูมินารูปเดลต้า (δ - Al_2O_3)

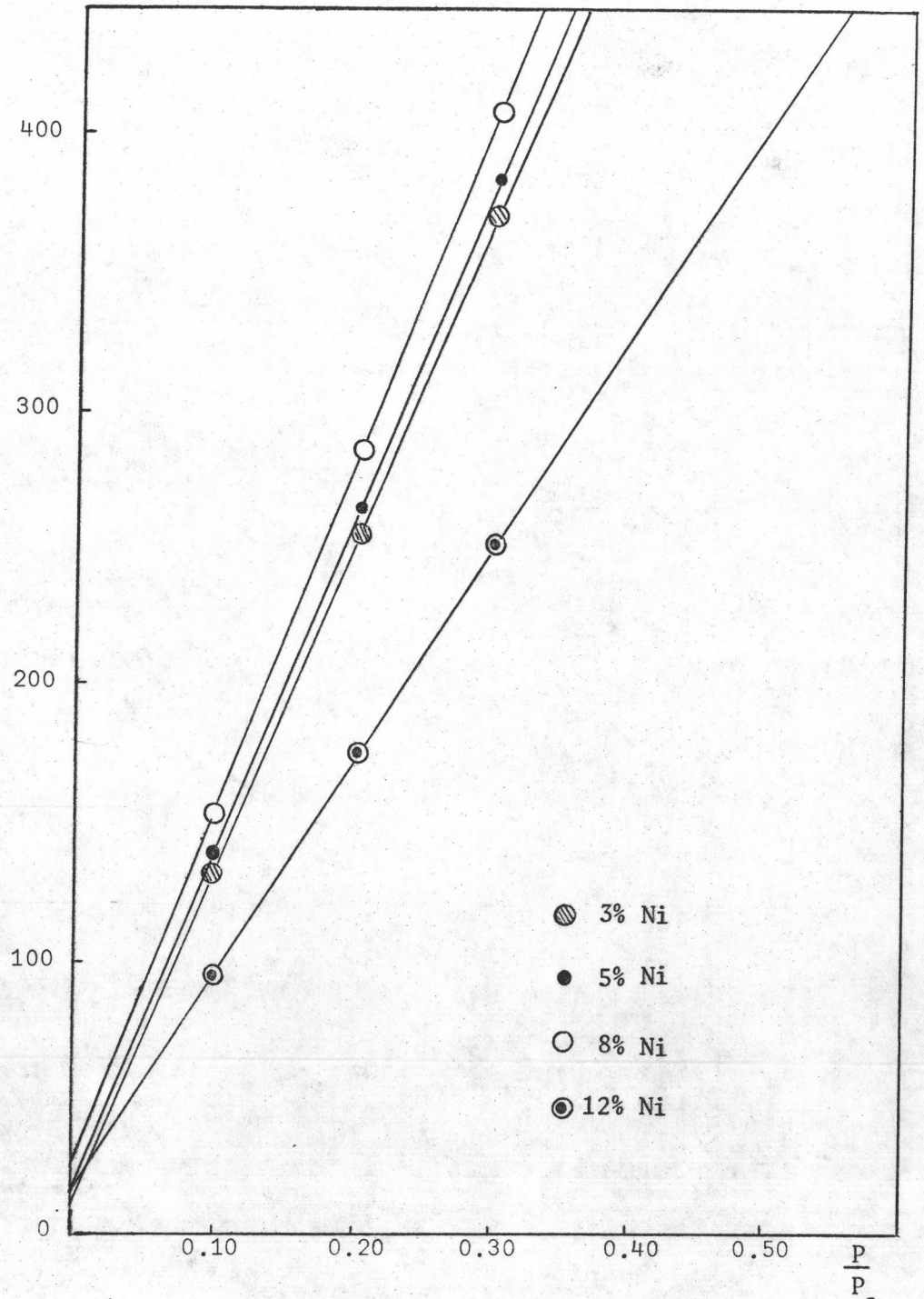
* หาความหนาแน่นโดยการใส่ขวดหาคะโนมิเตอร์ โดยใช้การแทนที่ของอะซิโตน

2. คุณสมบัติทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยา แสดงในตารางที่ 6.4-6.5 และรูปที่ 6.2-6.6

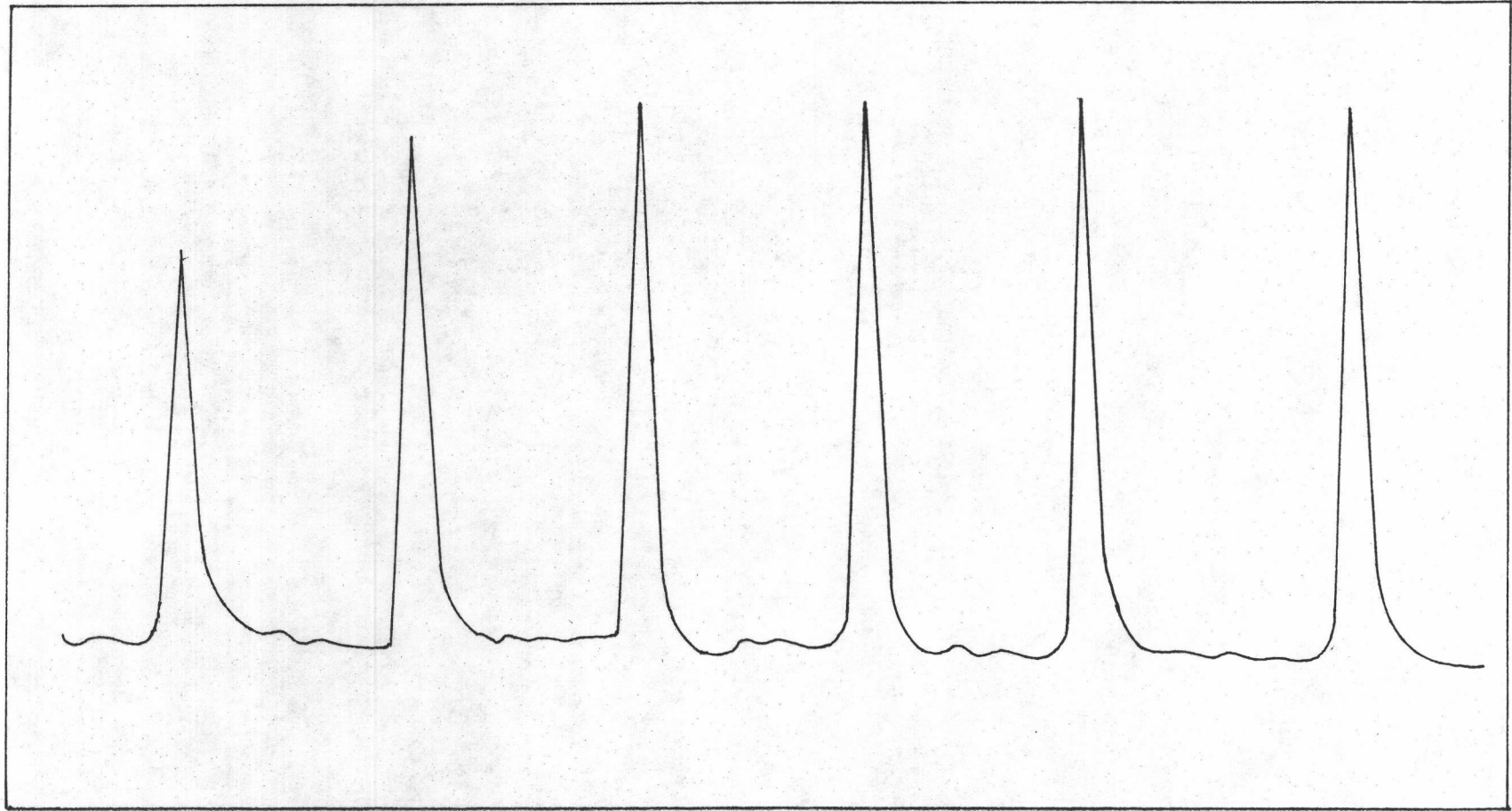


รูปที่ 6.1 แสดงลักษณะของการเผาที่อุณหภูมิสูงของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้น

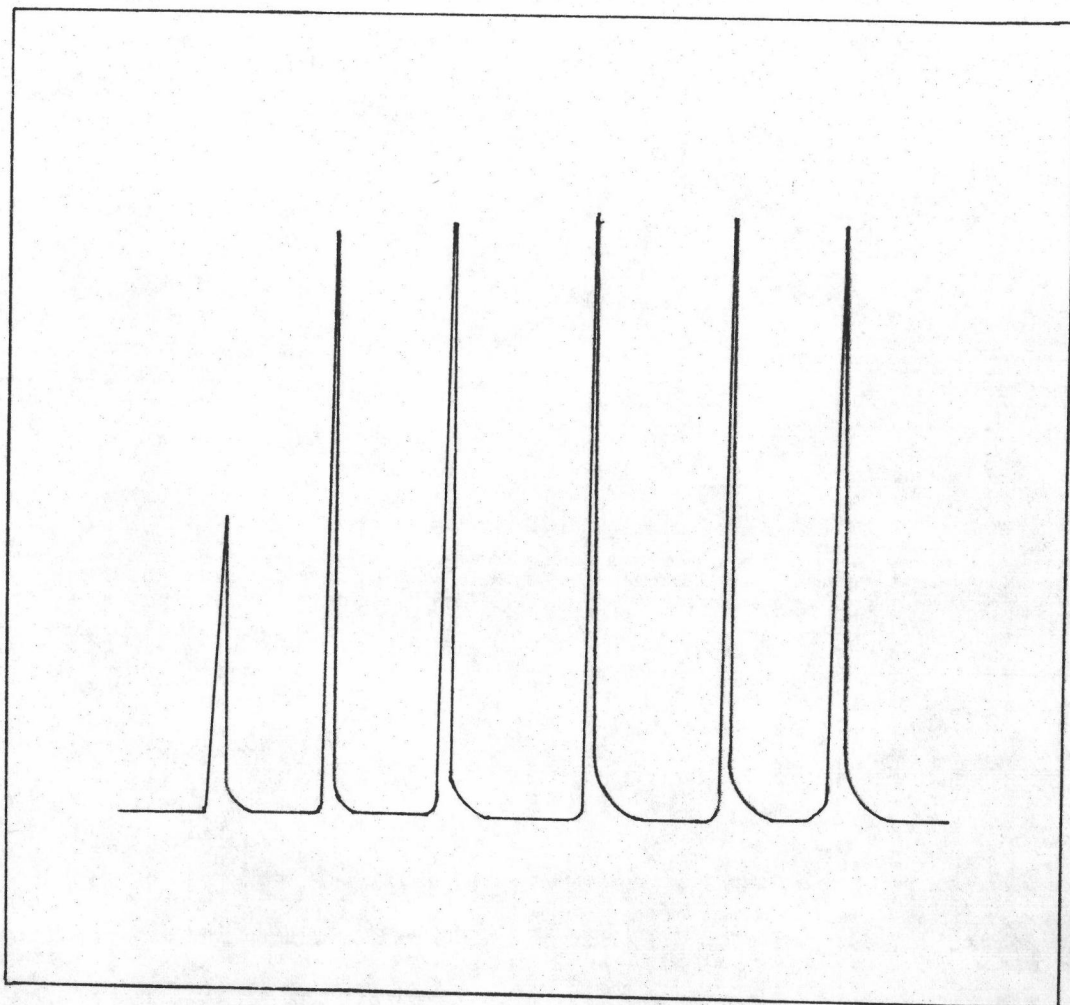
$$\frac{1}{W\left(\frac{P}{P_0}-1\right)}, \text{ gm}^{-1}$$



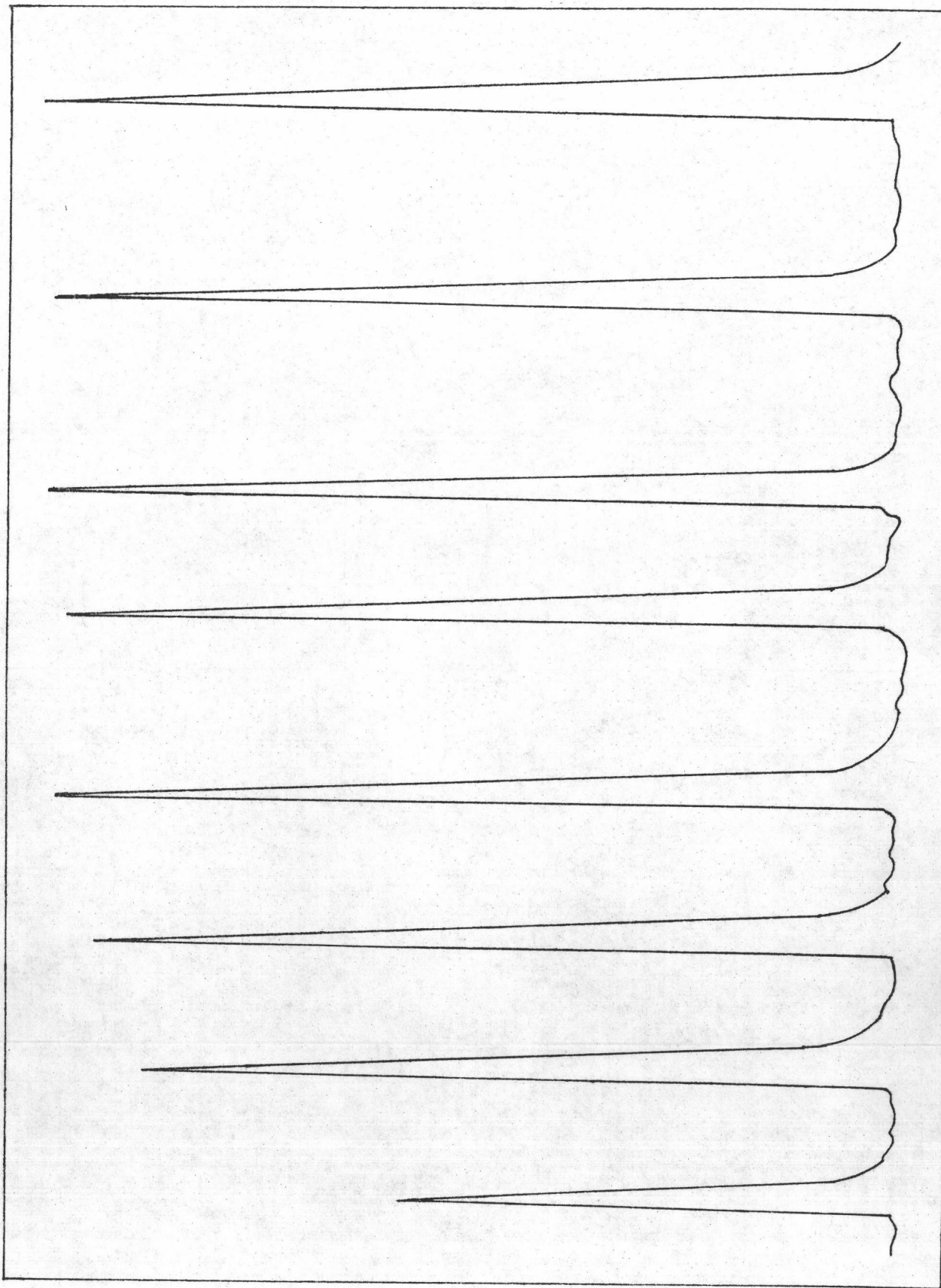
รูปที่ 6.2 การหาพื้นที่ผิวตัวเร่งปฏิกิริยาโดยวิธีของ BET ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณของกาซีไนโตรเจนที่ถูกดูดซับกับความดันสัมพัทธ์



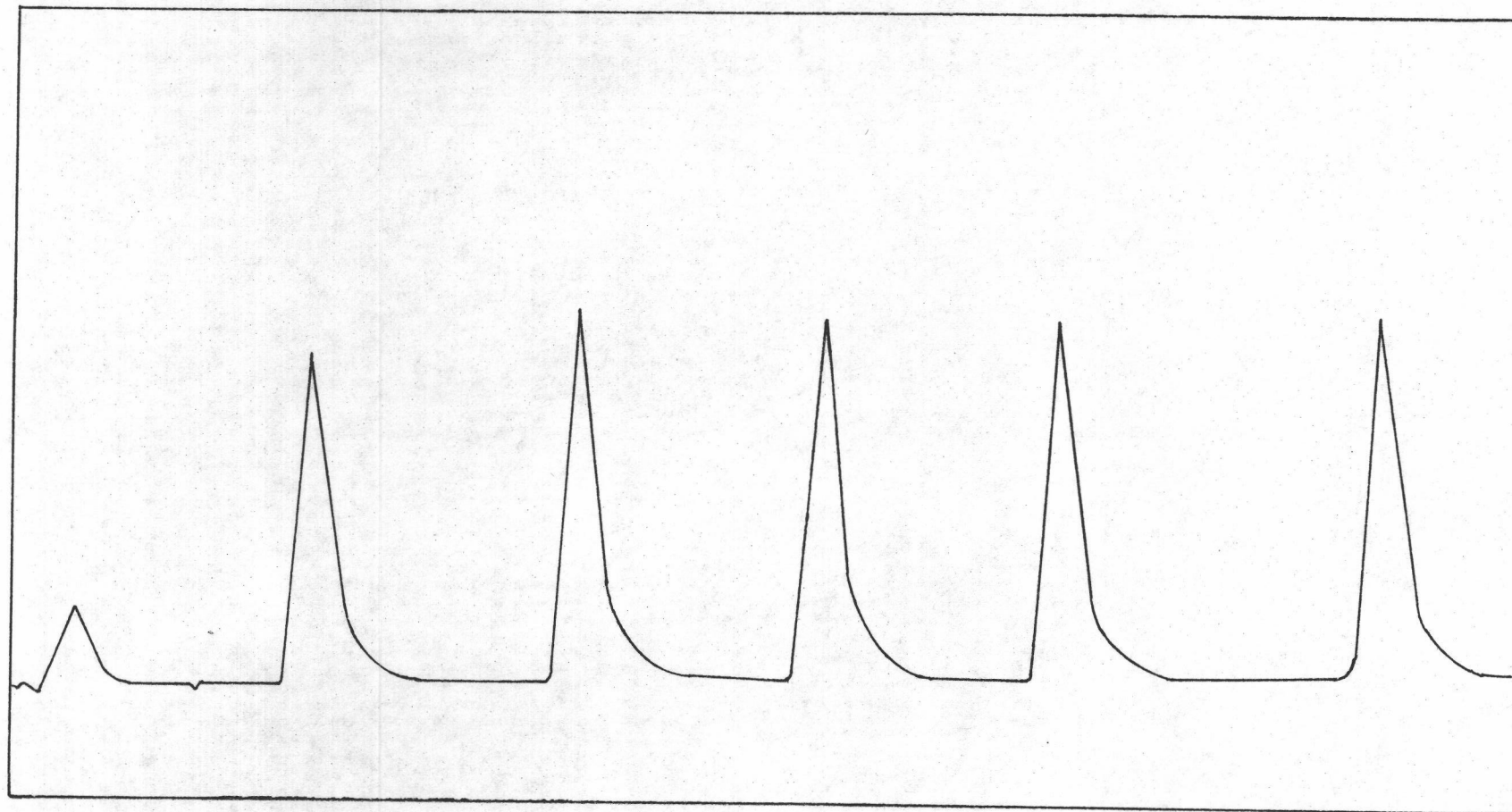
รูปที่ 6.3 แสดง โครมาโตแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวโลหะโดยวิธีการดูดซับทางกายภาพของกาซคาร์บอนมอนนอกไซด์บนตัวเร่งปฏิกิริยา 3% Ni บน Al_2O_3



รูปที่ 6.4 แสดง โครมาโตแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวโลหะโดยวิธีการดูดซับ
ทางกายภาพของกาซคาร์บอนมอนนอกไซด์บนตัวเร่งปฏิกิริยา
5% Ni บน Al_2O_3



รูปที่ 6.5 แสดง โครมาโตแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวโลหะ โดยวิธีการดูดซับทางกายภาพ
ของกาซคาร์บอนมอนนอกไซด์บนตัวเร่งปฏิกิริยา 8% Ni บน Al_2O_3



รูปที่ 6.6 แสดง โครมาโตแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์หาฟีนที่ผิวโลหะโดยวิธีการดูดซับทางกายภาพของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บนตัว
เร่งปฏิกิริยา 12% บน Al_2O_3

ชนิดของตัวเร่ง ปฏิกิริยา	การวัดพื้นที่ผิว		ขนาดของโลหะโดย CO-Absorption ไมโครเมตร	ผลการวิเคราะห์ด้วย SEM		ผลการวิเคราะห์ด้วยเอกซเรย์ดีฟแฟรกชัน	
	พื้นที่ผิวทั้งหมด โดย BET ตารางเมตร / กรัม	พื้นที่ผิวโลหะโดย CO-Absorption ตารางเมตร / กรัม		ขนาดของตัวเร่ง ปฏิกิริยา มิลลิเมตร	ขนาดของพอร์ ไมโครเมตร	ขนาดของโลหะ (โดยประมาณ) ไมโครเมตร	เป็นสารประกอบ ด้วย
1% Ni/Al ₂ O ₃	85.6	-	-	-	-	-	Al ₂ O ₃ + NiO
3% Ni/Al ₂ O ₃	84.6	0.17	0.40	0.087	1.32	1.37	Al ₂ O ₃ + NiO
5% Ni/Al ₂ O ₃	79.7	0.28	0.24	0.098	1.04	1.38	Al ₂ O ₃ + NiO
8% Ni/Al ₂ O ₃	85.1	0.38	0.18	0.158	1.51	1.38	Al ₂ O ₃ + NiO
12% Ni/Al ₂ O ₃	76.6	0.30	0.21	0.114	1.52	1.38	Al ₂ O ₃ + NiO

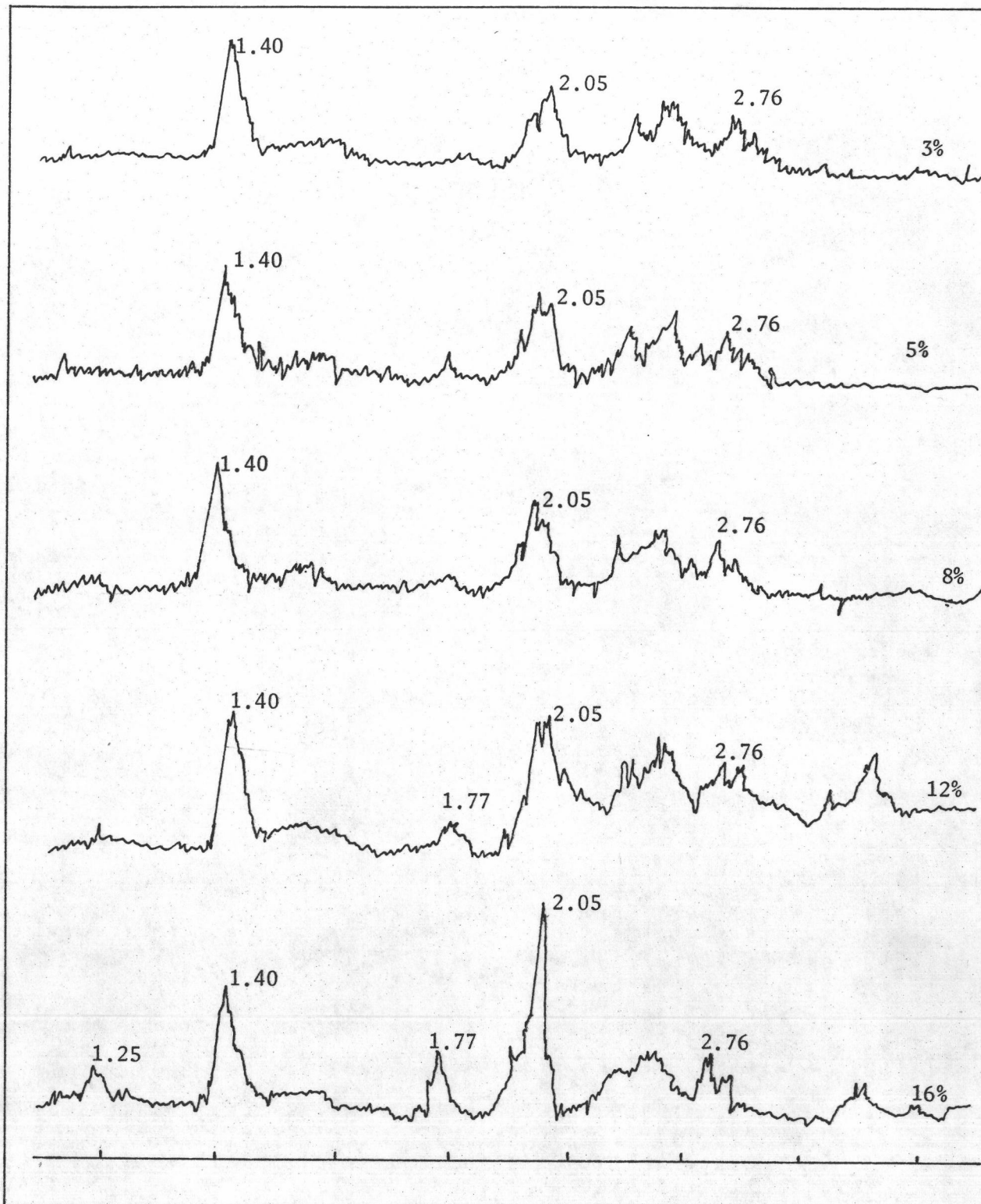
ตารางที่ 6.4 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้น

ตารางที่ 6.5 สภาวะการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของ โลหะบนตัวเร่งปฏิกิริยาต่าง ๆ
ด้วยเครื่องกาซโครมาโตกราฟฟี

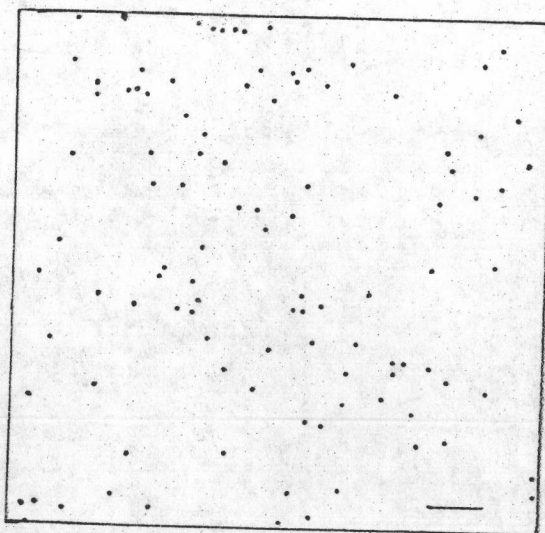
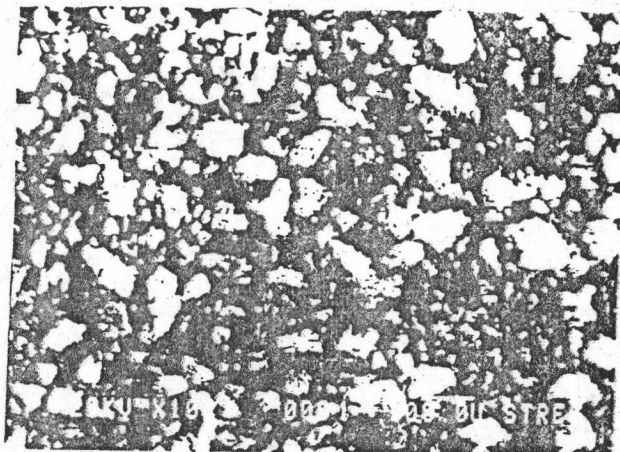
สภาวะการวิเคราะห์	ตัวเร่งปฏิกิริยา 3% Ni/Al ₂ O ₃	ตัวเร่งปฏิกิริยา 5% Ni/Al ₂ O ₃	ตัวเร่งปฏิกิริยา 8% Ni/Al ₂ O ₃	ตัวเร่งปฏิกิริยา 12%Ni/Al ₂ O ₃
กาซไฟฟ้า	ฮีเลียม	ฮีเลียม	ฮีเลียม	ฮีเลียม
ปริมาณกาซไฟฟ้า, ลบ.ซม. /นาที	40	40	40	40
อุณหภูมิของ คอลัมน์, ซ	100	100	100	100
ระบบตรวจวัด	ทีซีดี	ทีซีดี	ทีซีดี	ทีซีดี
ความไวของไวของระบบ ตรวจวัด, มิลลิแอมแปร์	100	100	100	100
ระบบบันทึกผล				
ความเร็วของ กระดาษบันทึก มม. /นาที	20	20	20	40
กำลังขยาย, มิลลิโวลท์	x2	x2	x2	x2
กำลังขยาย, มิลลิโวลท์	1	1	1	1
น้ำหนักตัวเร่งปฏิกิริยา, กรัม	0.1892	0.2644	0.2995	0.3212
ปริมาณกาซคาร์บอนมอน- นอกไซด์ที่ใช้, มิลลิลิตร	0.1	0.1	0.2	0.1

ตารางที่ 6.6 ผลการทดลองสำหรับการหาพื้นที่ผิวของ โลหะทั้งหมดต่อน้ำหนักของ
ตัวเร่งปฏิกิริยา

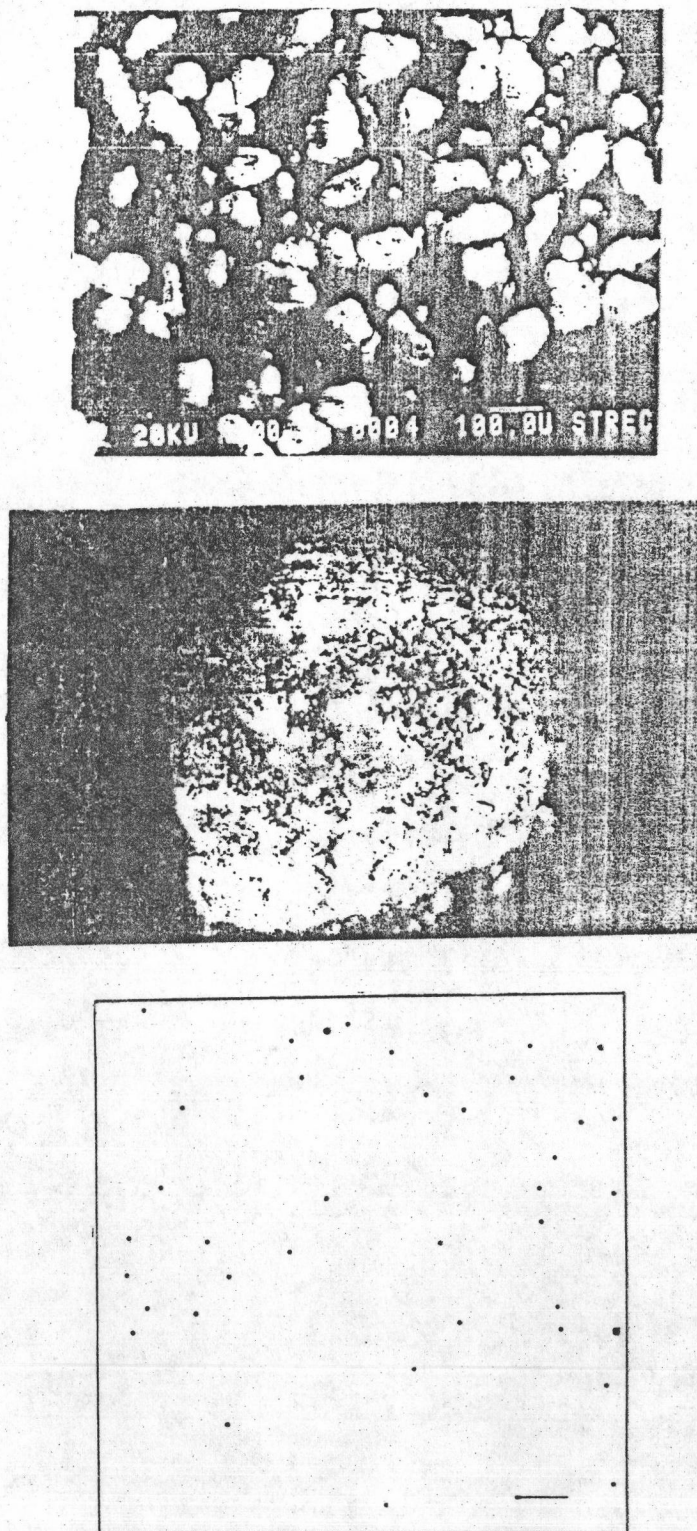
ตัวเร่งปฏิกิริยา บนตัวรองรับ อลูมินา	น้ำหนัก (กรัม)	พท. ใต้พีคของ โครมา โทแกรม (หน่วย)	การชดเชยคาร์บอนมอน นอกไซด์ที่ถูกดูด หรือหายไป (10^6 โมล)	พื้นที่ผิวของโลหะทั้ง หมดต่อน้ำหนักของ ตัวเร่งปฏิกิริยา (ตารางเมตรต่อกรัม)
3% Ni	0.1893	0.828	1.088	0.17
5% Ni	0.2644	0.490	2.582	0.28
8% Ni	0.2995	2.060	3.930	0.38
12% Ni	0.3212	2.218	3.340	0.30



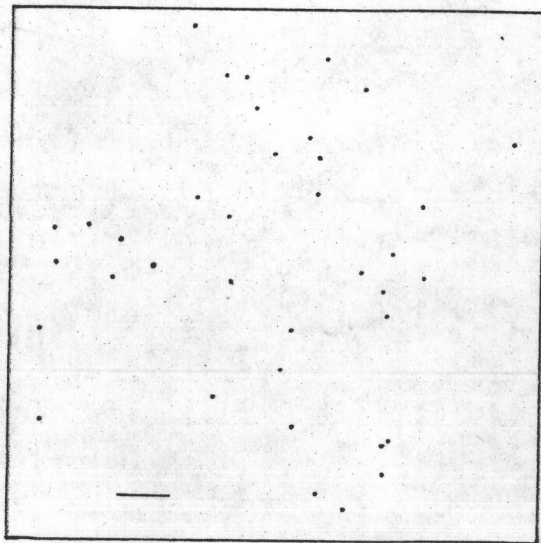
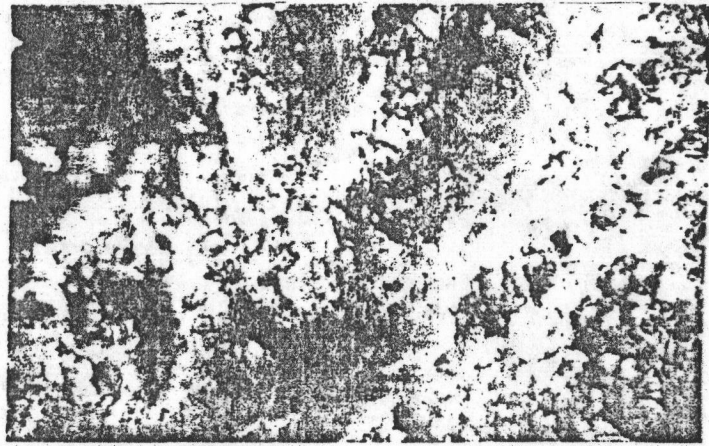
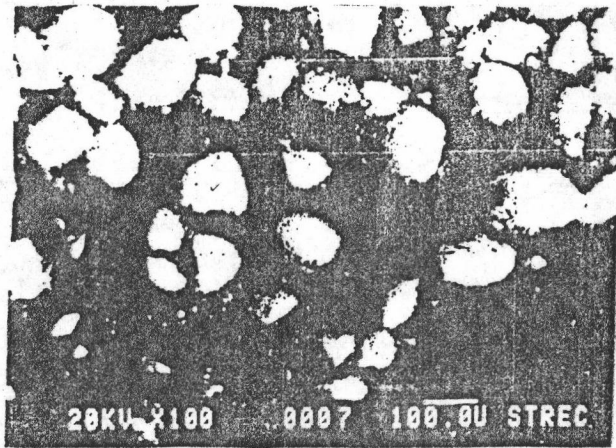
รูปที่ 6.7 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคชันซึ่งแสดงลักษณะของนิเกิล คือค่าระยะระหว่างอะตอม (d) ที่ 2.05, 1.40, 1.77 และ 2.76 และแสดงลักษณะของตัวรองรับอะลูมินาที่ระยะระหว่างอะตอม 1.39, 2.00, 2.22, 2.28 และ 2.75



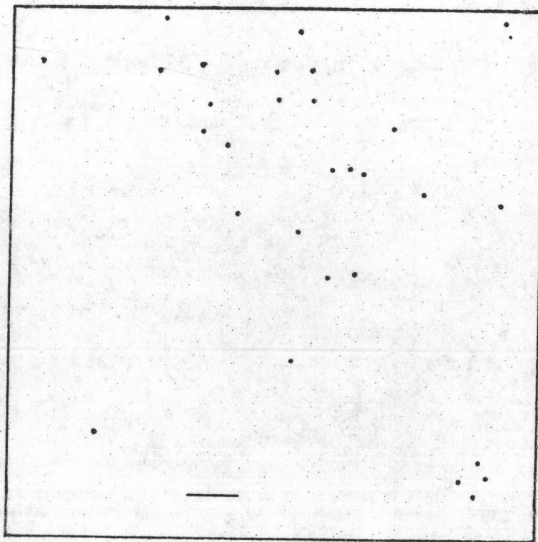
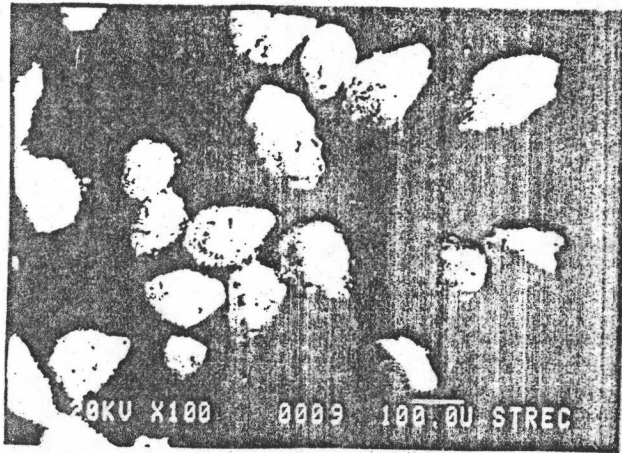
รูปที่ 6.8 ภาพการวิเคราะห์ด้วย เครื่องสแกนนิ่งอิเล็กตรอน เพื่อดูขนาด
ของตัวเร่งปฏิกิริยาโดยภาพนัยกำลังขยาย 100 เท่าของ (a) และดู
ลักษณะฟอรัภายในตัวเร่งปฏิกิริยาโดยขยายเพิ่มเป็น 10,000 เท่า (b)
และการกระจายของโลหะนิกเกิลขยาย 1000 ของตัวเร่งปฏิกิริยา
3% Ni/Al₂O₃



รูปที่ 6.9 ภาพการวิเคราะห์ด้วยเครื่องสแกนิงอีเลคตรอน เพื่อดูขนาดของตัว
เร่งปฏิกิริยา โดยภาพบนให้กำลังขยาย 100 เท่า (a) และดูลักษณะ
พอร์ภายในตัวเร่งปฏิกิริยาโดยขยายเพิ่มเป็น 750 เท่า (b) และการ
กระจายของโลหะนิกเกิลขยาย 1000 เท่าของตัวเร่งปฏิกิริยา
5% Ni/Al₂O₃



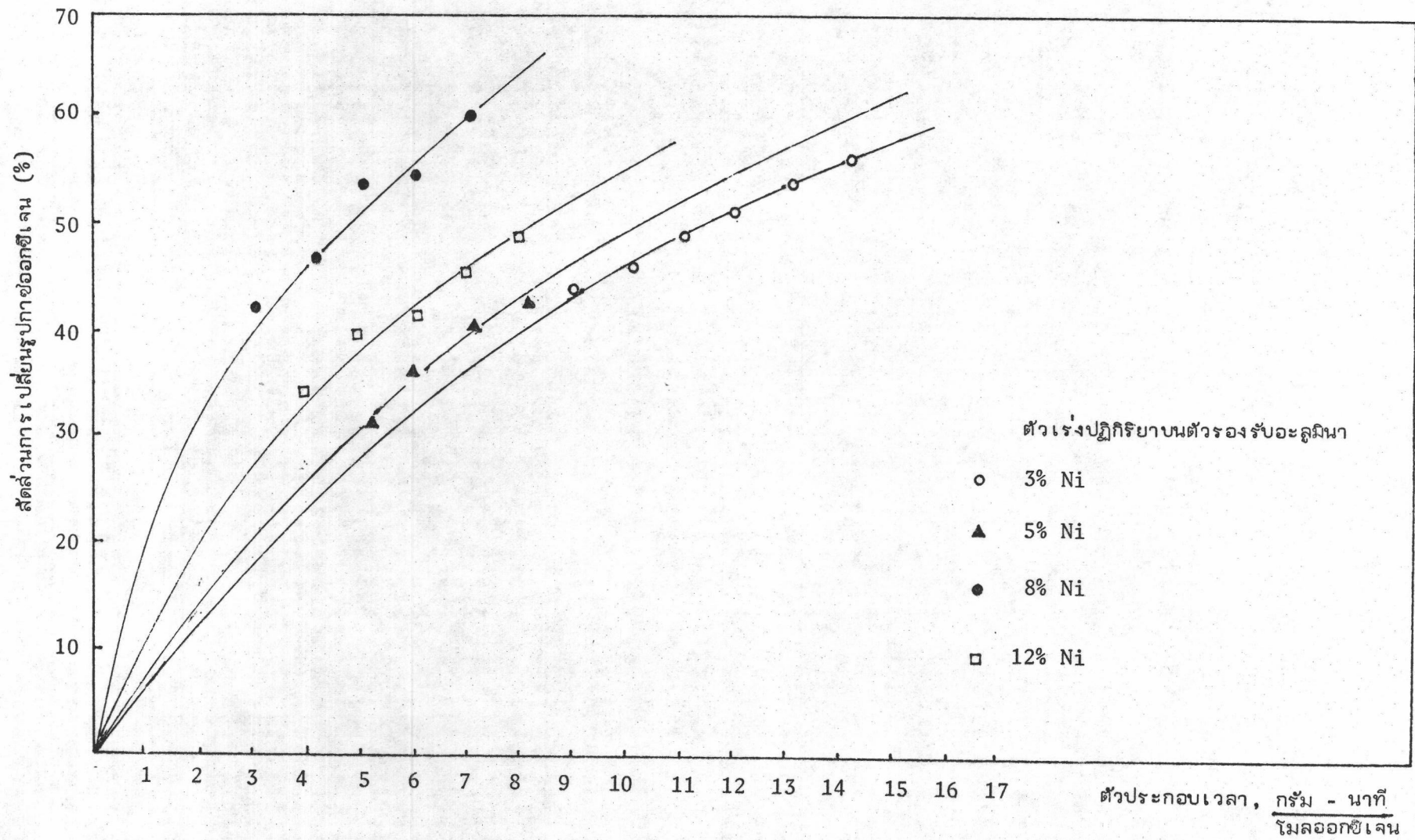
รูปที่ 6.10 ภาพการวิเคราะห์ด้วยเครื่องสแกนิงอิเล็กตรอน เพื่อดูขนาดของ
 ตัวเร่งปฏิกิริยาโดยภาพนัยกำลังขยาย 100 เท่า (a) และดู
 ลักษณะพอร์ภายในตัวเร่งปฏิกิริยาโดยขยายเพิ่มเป็น 2,000 เท่า
 (b) และการกระจายของโลหะนิกเกิลขยาย 1000 เท่าของตัวเร่ง
 ปฏิกิริยา 8% Ni/Al₂O₃



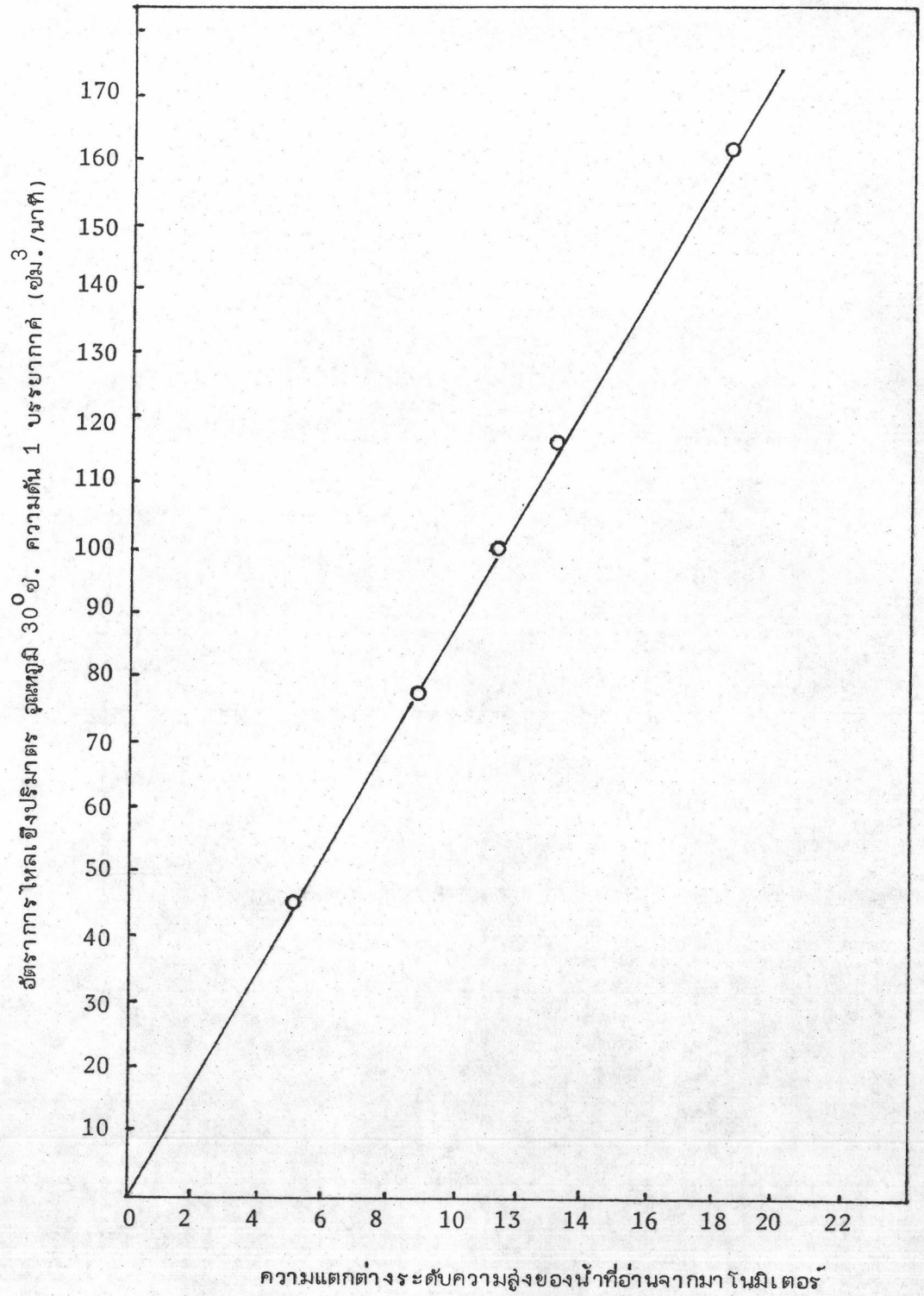
รูปที่ 6.11 ภาพการวิเคราะห์ด้วยเครื่องสแกนิงอิเล็กตรอน เพื่อดูขนาดของ
 ตัวเร่งปฏิกิริยา โดยภาพหน้าใช้กำลังขยาย 100 เท่า (a) และดู
 ลักษณะฟอรัภายใต้ตัวเร่งปฏิกิริยา โดยขยายเพิ่มเป็น 3500 เท่า
 (b) และการกระจายของปลายนิเกิลขยาย 1000 เท่าของตัวเร่ง
 ปฏิกิริยา 12% Ni/Al₂O₃

6.2.4 ผลการทดลองสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลที่เตรียมขึ้น

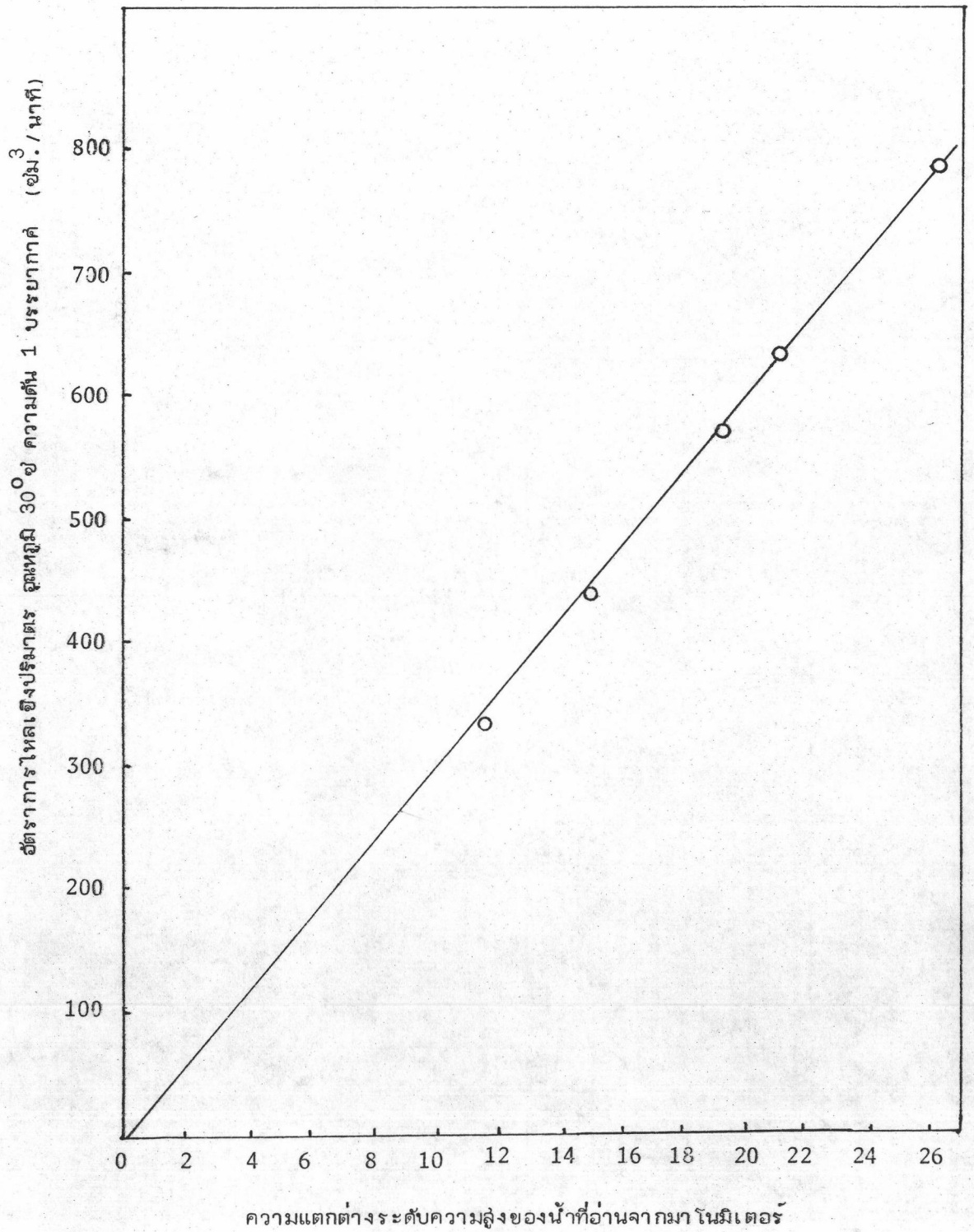
รูปที่ 6.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเปลี่ยนรูปออกซิเจนกับตัวประกอบเวลา เมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลที่เปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ บนตัวรองรับอะลูมินาขนาด 100-150 เมชที่อุณหภูมิ 175 °C ความดัน 1 บรรยากาศ ค่าความเข้มข้นกาซออกซิเจน กาซไฮโดรเจน กาซออกซิเจน กาซไนโตรเจน เป็น 3.60, 60.20, 36.20 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ตามลำดับ อัตราการไหลของกาซรวมเข้าประมาณ 530 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที และน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยาเท่ากับ 0.0155 กรัม



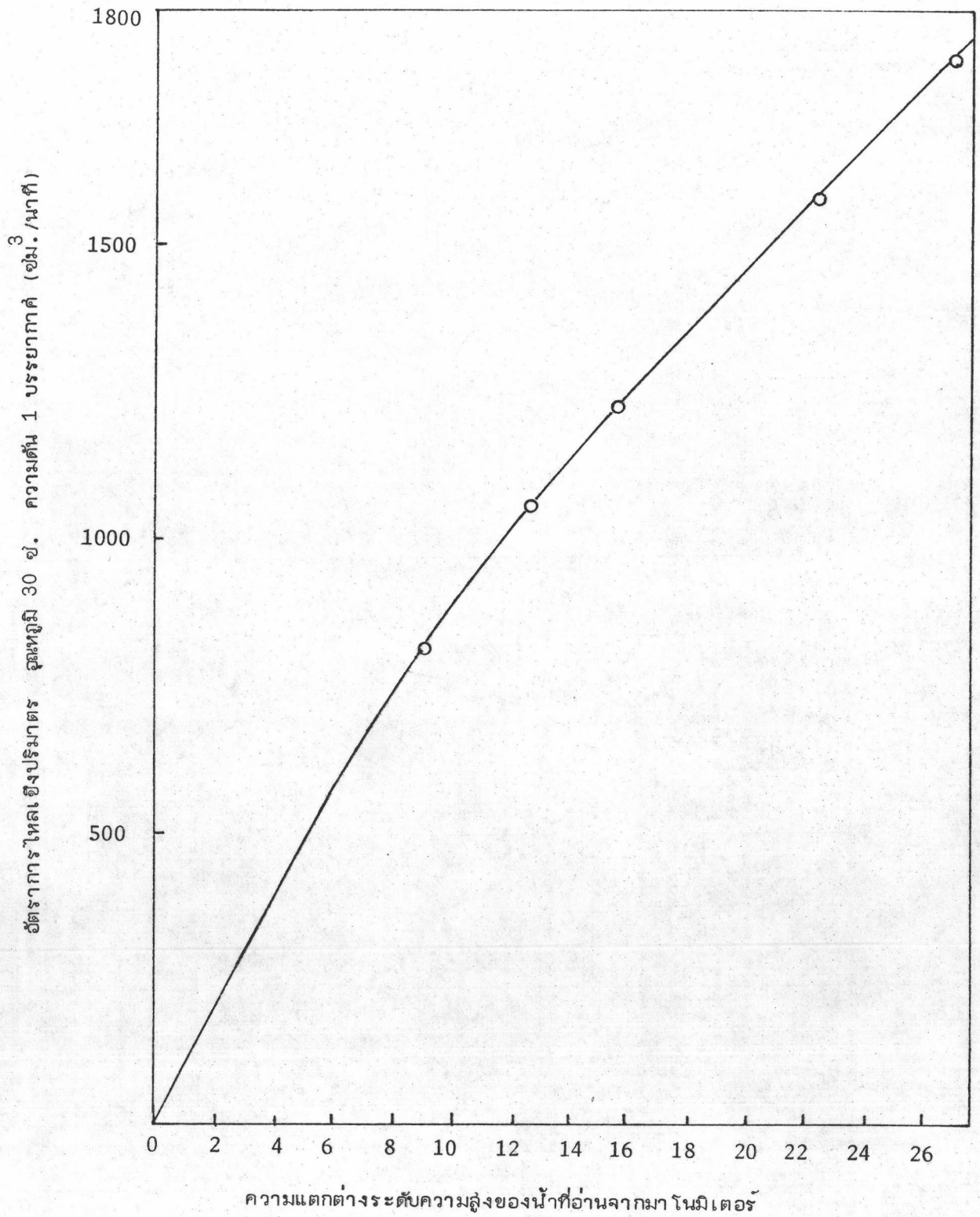
รูปที่ 6.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเปลี่ยนรูปออกซิเจนกับตัวประกอบเวลา เมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาบนตัวรองรับอะลูมินาที่ 175°C



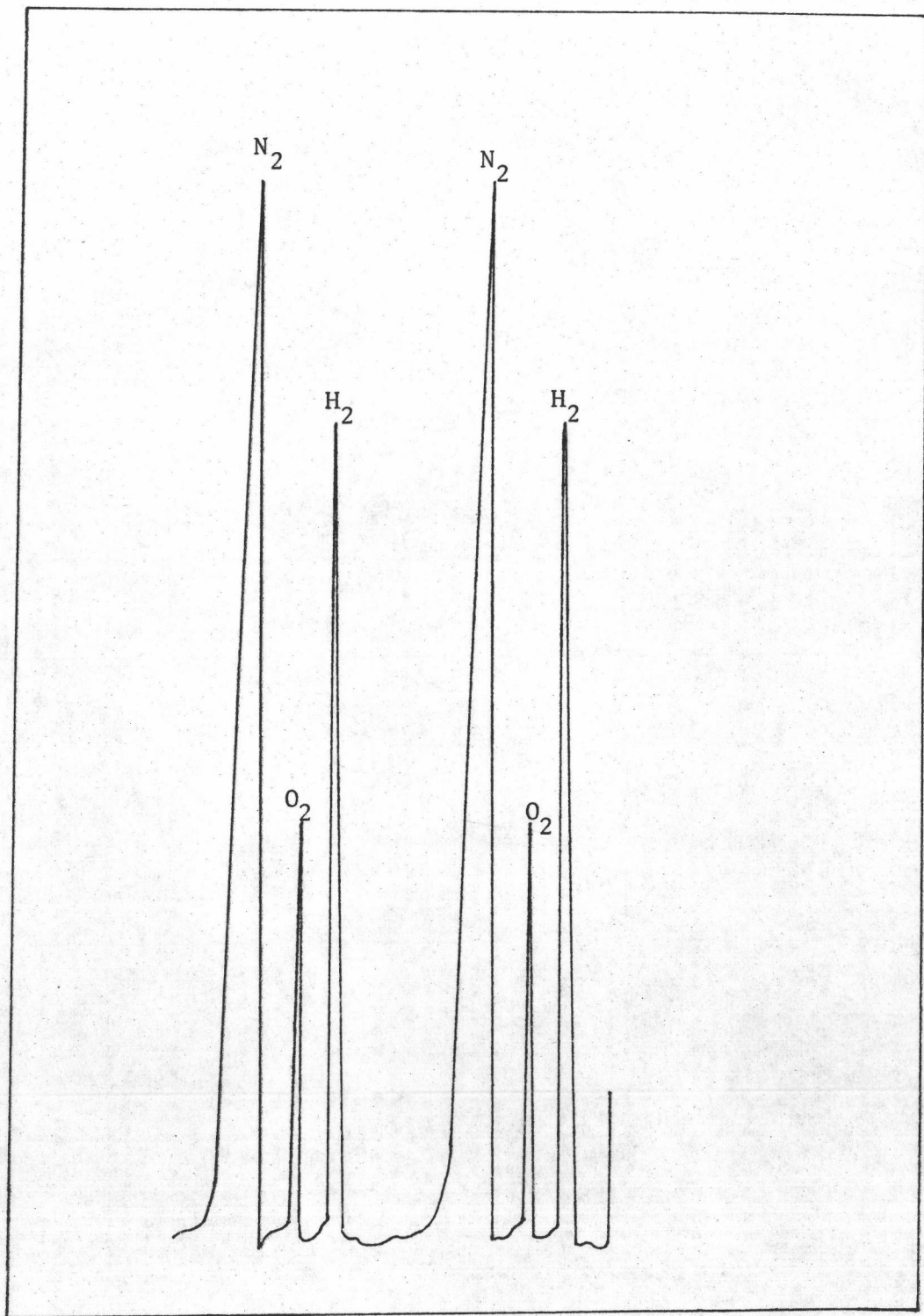
รูปที่ 6.13 กราฟมาตรฐานวัดอัตราการไหลของกาซออกซิเจนด้วยเครื่องวัดอัตราการไหลแบบมาโนมิเตอร์



รูปที่ 6.14 กราฟมาตรฐานวัดอัตราการไหลของก๊าซไฮโดรเจนด้วยเครื่องวัดอัตราการไหลแบบมาโนมิเตอร์



รูปที่ 6.15 กราฟมาตรฐานวัดอัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจนด้วยเครื่องวัดอัตราการไหลแบบมาโนมิเตอร์



รูปที่ 6.16 แสดงโครมาโตแกรมตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ก๊าซตัวอย่างด้วยเครื่อง
แก๊สโครมาโตกราฟี ทำการวิเคราะห์ห้องครั้งด้วยวาล์วเก็บตัวอย่าง