บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สภาวะขจัดผลความต้านทานการถ่ายเทมวลและความร้อนระหว่างบรรยากาศของไหลกับผิวด้านนอกตัวเร่งปฏิกิริยา

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.1 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเปลี่ยนรูปของมีเทนกับตัวประกอบเวลามีลักษณะเป็นเส้นโค้ง โดยการทดลอง 2 ชุด ที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาหนักไม่เท่ากัน พบว่าการทดลองทั้ง 2 ชุดให้ความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้งทับกันที่ช่วงตัวประกอบเวลาเท่ากับ 0 ถึง 0.30 g cat. hr./mol feed และเส้นโค้งไม่ทับกันที่ช่วงตัวประกอบเวลามากกว่า 0.30 g cat. hr./mol feed โดยการทดลองในชุดที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาน้ำหนักมาก มีสัดส่วนการเปลี่ยนรูปมากกว่าการทดลองชุดที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาน้อยที่ตัวประกอบเวลาเท่ากัน เนื่องจากที่ตัวประกอบเวลามาก ความต้านทานการถ่ายเทมวลและความร้อนมีค่ามากจึงมีผลกระทบต่อการเกิดปฏิกิริยาของสารตั้งต้น และเมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาน้อย อัตราการไหลของสารตั้งต้นต่ำทำให้ความแตกต่างของความเข้มข้นของสารตั้งต้นระหว่างบรรยากาศของไหลกับผิวด้านนอกตัวเร่งปฏิกิริยามากขึ้น มีเทนจึงทำปฏิกิริยาได้น้อย สัดส่วนการเปลี่ยนรูปของมีเทนจึงต่ำกว่าการทดลองชุดที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยามาก ที่ตัวประกอบเวลาเท่ากับ 0.30 g cat. hr./mol feed เป็นตัวประกอบเวลาที่สูงสุดที่ทำให้เกิดสภาวะขจัดผลของความต้านทานการถ่ายเทมวลและความร้อนระหว่างบรรยากาศของไหลกับผิวด้านนอกตัวเร่งปฏิกิริยา คิดเป็นอัตราการไหลของสารตั้งต้นเท่ากับ 137.01 ml feed/min. สำหรับปฏิกิริยาที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาหนัก 0.1 กรัม และคำนวณเป็นเวลาที่สัมผัสได้เท่ากับ 0.0466 วินาทีหรือเป็นความเร็วเชิงสเปซได้เท่ากับ 21.4574 วินาที$^{-1}$

จากการทดลองของ Letitia, T. และคณะ (23) ศึกษาปฏิกิริยาการเปลี่ยนรูปของมีเทนกับคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วงอุณหภูมิ 634 ถึง 900 องศาเซลเซียส และช่วงความเร็วเชิงสเปซ 200 ถึง 3700 ชั่วโมง$^{-1}$ โดยมีนิกเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่าปริมาณมีเทนที่เหลือจากปฏิกิริยามีค่าขึ้นกับความเร็วเชิงสเปซที่เพิ่มขึ้น และในช่วงอุณหภูมิปฏิกิริยาที่ 800 ถึง 900 องศาเซลเซียส และความเร็วเชิงสเปซน้อยกว่า 1000 ชั่วโมง$^{-1}$ พบว่ามีเทนเหลือจากปฏิกิริยาน้อยและไม่ขึ้นกับความเร็วเชิงสเปซ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในหัวข้อ 4.1.1 ที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ความเร็วเชิงสเปซที่มากกว่า 1000 ชั่วโมง$^{-1}$ ปริมาณมีเทนที่เหลือจากปฏิกิริยามีค่าขึ้นกับความเร็วเชิงสเปซที่เพิ่มขึ้นตามที่นักวิจัยได้เสนอมาข้างต้น

5.2 สภาวะขจัดผลความต้านทานการถ่ายเทมวลและความร้อนจากสารตั้งต้นและผลิตผลผ่านรูพรุนตัวเร่งปฏิกิริยา

จากผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.2 ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับขนาดตัวเร่งปฏิกิริยา โดยแบ่งพิจารณาเป็น 2 ช่วง โดยการทดลองที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาขนาดตั้งแต่ 210.5×10^{-6} เมตรถึง 521.5×10^{-6} เมตร ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาคงที่ที่สภาวะการทดลองเหมือนกัน และเมื่อตัวเร่งปฏิกิริยามีขนาดใหญ่กว่า 521.5×10^{-6} เมตร อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลงอย่างมาก ดังนั้นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีขนาดเล็กกว่า 521.5×10^{-6} เมตรเป็นขนาดที่ทำให้เกิดสภาวะขจัดผลความต้านทานการถ่ายเทมวลและความร้อนของสารตั้งต้น และผลิตผลผ่านรูพรุนของตัวเร่งปฏิกิริยา

5.3 สัดส่วนการเปลี่ยนรูปมีเทนและอัตราการเกิดปฏิกิริยาในกรณีที่ไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.3 พบว่าสามารถเกิดปฏิกิริยาได้โดยไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา และความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเปลี่ยนรูปของมีเทนกับอุณหภูมิปฏิกิริยาแบ่งพิจารณาได้เป็น 2 ช่วง โดยช่วงต้นตั้งแต่อุณหภูมิ 650 ถึง 700 องศาเซลเซียส มีสัดส่วนการเปลี่ยนรูปของมีเทนคงที่เมื่ออุณหภูมิปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น และช่วงปลายตั้งแต่อุณหภูมิ 700 ถึง 850 องศาเซลเซียส มีสัดส่วนการเปลี่ยนรูปมีเทนเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่ออุณหภูมิปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น

โดยมีสัดส่วนการเปลี่ยนรูปมีเทนสูงสุดเท่ากับ 0.2322 ที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับอุณหภูมิมีลักษณะเช่นเดียวกัน โดยมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงสุดเท่ากับ 0.0417 mol CH_4 reacted/hr. ที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส

การทดลองของ Anisonyan, A.A. (24) เสนอผลการศึกษากลไกของปฏิกิริยาการเปลี่ยนรูปของมีเทนกับคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 800 ถึง 1000 องศาเซลเซียส พบว่าไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ในกรณีที่ไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา แต่เมื่อมี channel black อยู่ด้วยเกิดเป็นปฏิกิริยาการสลายตัวของมีเทนเกิดเป็นคาร์บอนและไฮโดรเจน ซึ่งคาร์บอนทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์เกิดเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ได้

จากการทดลองของ Denis, B. (25) ได้ทำการทดลองโดยใช้เหล็กและออกไซด์ของเหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่าเกิดปฏิกิริยาได้เพียงเล็กน้อย และมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นมากเมื่อใช้นิกเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งการทดลองในหัวข้อ 4.1.3 ใช้เตาปฏิกรณ์เคมีเป็นท่อสแตนเลสสตีลซึ่งมีส่วนประกอบของเหล็กและออกไซด์ของเหล็กปนอยู่ด้วย จึงอาจเกิดปฏิกิริยาได้บางส่วนในเตาปฏิกรณ์เคมีแม้ว่าจะไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ด้วย และพบว่ามีคาร์บอนเกิดขึ้น แสดงว่าปฏิกิริยาที่ไม่มีนิกเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดปฏิกิริยาการสลายตัวของมีเทนเกิดเป็นคาร์บอน แล้วคาร์บอนทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์เกิดเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์

5.4 ระยะเวลาการใช้งานของตัวเร่งปฏิกิริยาในการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.4 พบว่าเมื่อให้เกิดปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 6 ชั่วโมง สัดส่วนการเปลี่ยนรูปมีเทนมีค่าลดลงอย่างคงที่เพียงเล็กน้อย โดยมีค่าลดลงเท่ากับ 0.0391 คิดเป็น 5.28 % เทียบกับค่าสัดส่วนการเปลี่ยนรูปมีเทนเมื่อเริ่มเกิดปฏิกิริยา

5.5 สมการอัตราการเกิดปฏิกิริยา

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.5 ถึง 4.2.8 สามารถหาค่าคงที่ต่าง ๆ สำหรับสมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่สนใจได้ เป็นสมการคณิตศาสตร์ดังนี้

$$-r_A = 16.16 \times 10^6 \, e^{-1391.48/T} C_{CH4}^{1.02} C_{CO2}^{0.37}$$

แสดงว่าปฏิกิริยามีอันดับของปฏิกิริยาเท่ากับ 1.02 เมื่อคิดเทียบกับมีเทน และเท่ากับ 0.37 เมื่อคิดเทียบกับคาร์บอนไดออกไซด์ มีอันดับรวมของปฏิกิริยาเท่ากับ 1.39 มีแฟคเตอร์แห่งความถี่เท่ากับ 16.16×10^6 และพลังงานกระตุ้นเท่ากับ 11.5692 kJ/mol และเมื่อนำความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอุณหภูมิปฏิกิริยามาแทนค่าในสมการอัตราการเกิดปฏิกิริยา คำนวณเป็นอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ได้จากการทดลองมีค่าผิดพลาดมากที่สุดเท่ากับ 10.20 % ที่อุณหภูมิปฏิกิริยา 650 องศาเซลเซียส และมีสัดส่วนของมีเทนในสารตั้งต้นเท่ากับ 49.99 % โดยปริมาตร

จากข้อมูลของ Chipmann และ Rossini (26) พบว่าปฏิกิริยาระหว่างมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อเตรียมเป็นไฮโดรเจนและคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่า H_{298} เท่ากับ 59,135 cal./mol ซึ่งแสดงว่าเมื่ออุณหภูมิปฏิกิริยาสูงขึ้นทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้สมบูรณ์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.5 และ 4.2.6 โดยที่อุณหภูมิสูงขึ้นสัดส่วนการเปลี่ยนรูปของมีเทนมีค่ามากขึ้น

จากการทดลองของ Rossini ,C. (26) พบว่าปฏิกิริยามีความซับซ้อนมาก โดยมีอันดับของปฏิกิริยาเป็น 1 และอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นกับความเข้มข้นมีเทนเพียงอย่างเดียว ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และสมการเคมี $CH_4 + CO_2 \longrightarrow 2CO + 2H_2$ เป็นสมการแสดงผลรวมของปฏิกิริยา จากผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.5 และ4.2.6 ได้อันดับของปฏิกิริยาเท่ากับ 1.02 และ 0.37 เมื่อเทียบกับความเข้มข้นมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ตามลำดับ แสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยามีค่าขึ้นกับความเข้มข้นของมีเทนเป็นหลักโดยพิจารณาจากอันดับของปฏิกิริยาเมื่อคิดเทียบกับความเข้มข้นของมีเทนมีค่ามากกว่า อันดับของปฏิกิริยาเมื่อคิดเทียบกับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์

การทดลองของ Sigov, S.A.และ Abdullaeva,O.A.(27) ได้ศึกษาจลนศาสตร์และกลไกการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยามีเทนกับคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีโลหะนิกเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่อุณหภูมิปฏิกิริยา 700, 725, 750, 775 และ 800 องศาเซลเซียส พบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยามีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นมีเทน และมีค่าลดลงเมื่อปฏิกิริยาเกิดคาร์บอนมอนอกไซด์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในข้างต้น และได้เสนอถึงกลไกของปฏิกิริยาว่ามีความซับซ้อน ซึ่งสามารถแสดงได้เป็นสมการดังนี้ $CH_4 \longrightarrow CH_2 + H_2$: $CO_2 + H_2 \longrightarrow CO + H_2O$: $CH_2 + H_2O \longrightarrow CO + H_2$

Sigov, S.A. และ Abdullaeva, U.A. (28) ศึกษาปฏิกิริยาระหว่างมีเทนกับคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมี Ni/Al_2O_3 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในช่วงอุณหภูมิ 700 ถึง 800 องศาเซลเซียส และความเร็วเชิงสเปซเป็น 400 ถึง 1200 ชั่วโมง$^{-1}$ พบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.1

Atrishchenko, V.M. และคณะ (29) ได้เสนอว่าปฏิกิริยาระหว่างมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์บนตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในอุตสาหกรรม ที่อุณหภูมิระหว่าง 700 ถึง 900 องศาเซลเซียส มีอันดับของปฏิกิริยาเป็นหนึ่ง และปฏิกิริยาขึ้นกับความเข้มข้นของมีเทนเท่านั้น

Grabhe, H.J. (30) ศึกษาจลนศาสตร์ของการถ่ายเทมวลของ O ไอโซโทป เกิดปฏิกิริยา $CO_2 \longrightarrow CO + O(adsorbed)$ บนตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิล และโลหะอื่นที่อุณหภูมิ 450 ถึง 1000 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเกิดกลไกดังกล่าวได้ ซึ่งผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.6 พบว่าปฏิกิริยามีอันดับของปฏิกิริยาเมื่อคิดเทียบกับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 0.37 แสดงว่าเกิดการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์บางส่วนบนตัวเร่งปฏิกิริยาได้

5.6 สัดส่วนของสารผลิตผลที่ได้จากปฏิกิริยา

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.9 พบว่าสัดส่วนของสารผลิตผลที่ได้จากปฏิกิริยามีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของมีเทนในสารตั้งต้น โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นเส้นตรงซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์เป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

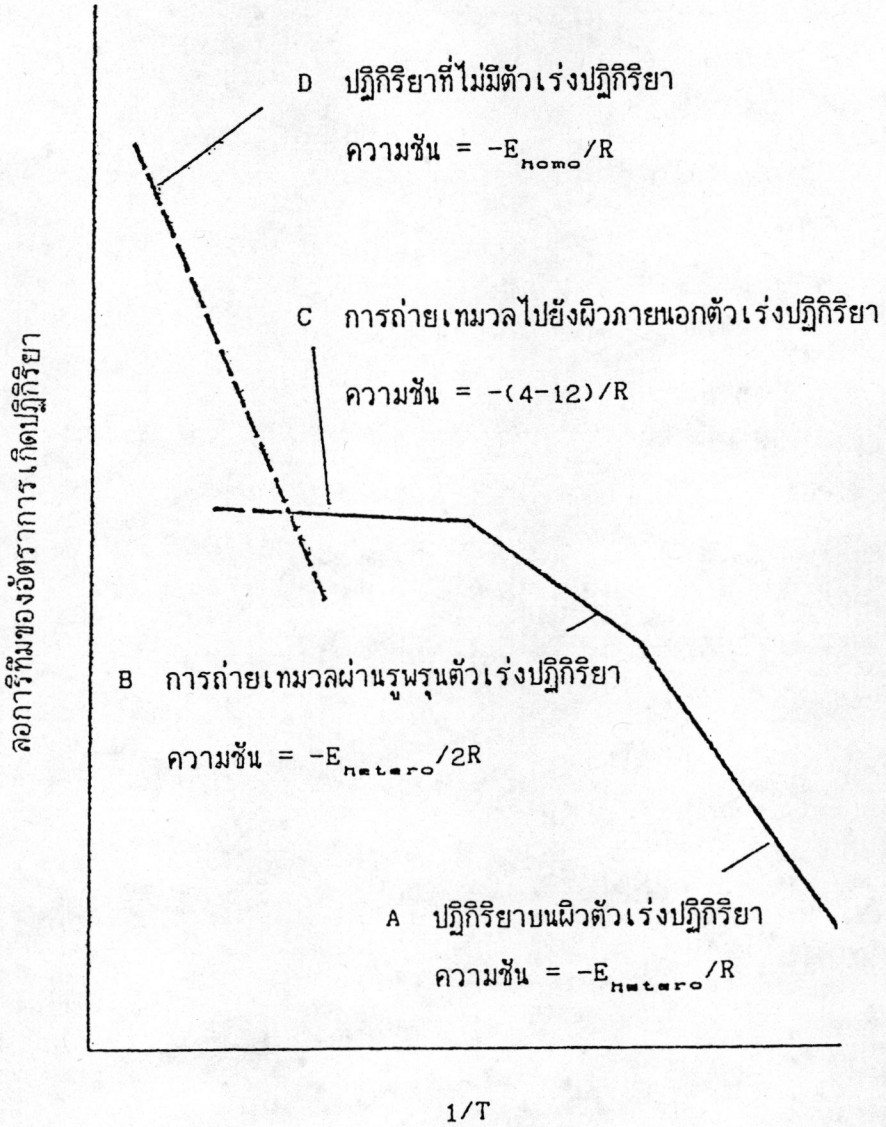
สัดส่วนของสารผลิตผล = 1.53 x สัดส่วนมีเทนในสารตั้งต้น

Joseph, V.L. และคณะ (31) ทดลองปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์กับมีเทนโดยอัตราส่วนสารตั้งต้นเท่ากับ 1.25:1 โดยจำนวนโมล ที่อุณหภูมิ 725 องศาเซลเซียส และความดันบรรยากาศ โดยมี 15 % Ni/SiO_2 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่าได้สัดส่วนการเปลี่ยนรูปของมีเทนเท่ากับ 91.07 % และมีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อไฮโดรเจนเท่ากับ 1.097:1 โดยจำนวนโมล ซึ่งจากผลการทดลองข้างต้นที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียสและอัตราส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมีเทนในสารตั้งต้นเท่ากับ 1.22:1 โดยจำนวนโมล ได้ค่าสัดส่วนการเปลี่ยนรูปของมีเทนเป็น 82.51 % และสารผลิตผลมีอัตราส่วนคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อไฮโดรเจนเท่ากับ 0.74 :1 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความเข้มข้นของนิกเกิลต่างกัน และใช้ตัวรองรับที่ต่างชนิดกัน โดยการทดลองแรกมีนิกเกิลในปริมาณที่มากกว่า ทำให้เกิดปฏิกิริยาได้มากกว่า และได้ระบุถึงตัวรองรับที่ใช้เป็นชนิดที่มีความพรุนสูง จึงทำให้ได้สารผลิตผลที่มีสัดส่วนต่างกันเนื่องจากปฏิกิริยามีความซับซ้อน ดังนั้นชนิดและสมบัติทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยามีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาได้มาก

5.7 ขอบเขตของปฏิกิริยา

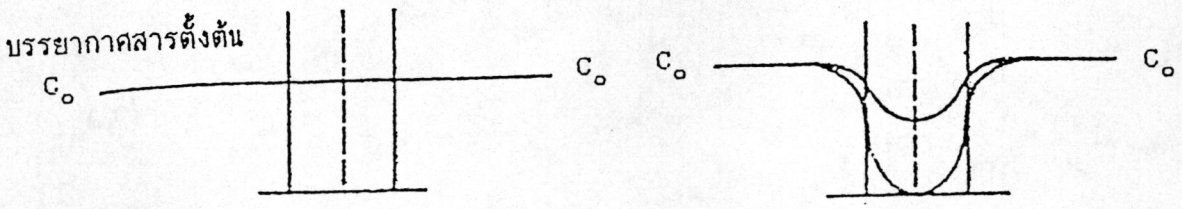
Wicke (32) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเกิดปฏิกิริยากับอุณหภูมิ โดยพิจารณาการสัมผัสของสารตั้งต้นกับผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีรูพรุน แสดงผลเป็นแผนผังแบบ Arrhenius-type ในรูปที่ 5.1 และแสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นบนผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีรูพรุนในขอบเขตของการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ในรูปที่ 5.2

บริเวณ A ที่อุณหภูมิต่ำ เกิดปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ ดังนั้นความเข้มข้นของสารตั้งต้นในบรรยากาศจึงมีค่าค่อนข้างคงที่ อัตราการเกิดปฏิกิริยามีค่าน้อยและเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นด้วยลักษณะเป็นแบบบริเวณ A ในรูปที่ 5.1 เมื่ออุณหภูมิสูงมากขึ้นทำให้อัตราการแพร่กระจายของสารตั้งต้นมีค่ามากขึ้น ทั้งนี้จากอิทธิพลของการแพร่กระจายสารผ่านรูพรุนตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้ความเข้มข้นของสารตั้งต้นในรูพรุนมีความสำคัญมากกว่าความเข้มข้นในบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงจึงมีลักษณะเป็นแบบในบริเวณ B ซึ่งบางครั้งเรียกว่า Internal-Diffusion Regime ซึ่งในปฏิกิริยาที่มีความซับซ้อน (Complex Reactions) มีผลทำให้เกิดลักษณะที่เปลี่ยนแปลงจากบริเวณ A ไปเป็นบริเวณ B ได้



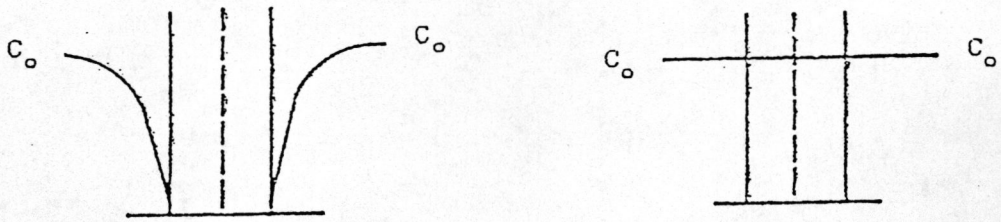
รูปที่ 5.1

ขอบเขตของปฏิกิริยา (7)



A อุณหภูมิต่ำ, ปฏิกิริยาเกิดช้า

B ปฏิกิริยาเกิดในรูพรุนตัวเร่งปฏิกิริยา



C ตัวเร่งปฏิกิริยามีความว่องไวสูง
ปฏิกิริยาเกิดที่ผิวภายนอกตัวเร่งปฏิกิริยา

D ปฏิกิริยาที่ไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

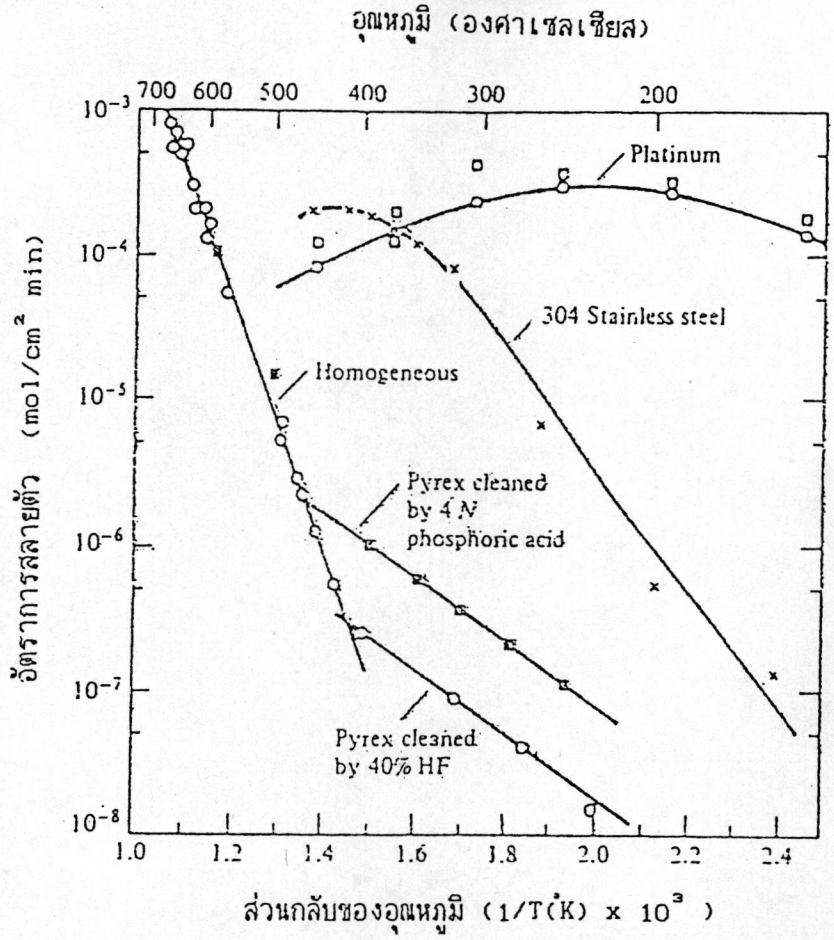
รูปที่ 5.2

ความเข้มข้นสารตั้งต้นบนผิวตัวเร่งปฏิกิริยาในกรณีต่าง ๆ (7)

เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น เกิดความแตกต่างของความเข้มข้นระหว่างบรรยากาศกับบริเวณผิวภายนอกตัวเร่งปฏิกิริยามากจนมีความสำคัญ มีลักษณะเป็นแบบบริเวณ C ซึ่งบางครั้งเรียกว่า External-Diffusion Regime ที่ผิวภายนอกตัวเร่งปฏิกิริยามีความเข้มข้นสารตั้งต้นเกือบเป็นศูนย์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงถูกจำกัดด้วยอัตราการถ่ายเทมวลผ่านมายังผิวภายนอกตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้ได้ค่าพลังงานกระตุ้นประมาณ 4 ถึง 12 kJ/mol สำหรับก๊าซ และ 10 ถึง 20 kJ/mol สำหรับสารตั้งต้นที่มีสถานะเป็นของเหลว และปฏิกิริยาทุกชนิดจะมีอันดับของปฏิกิริยาเป็นหนึ่งเสมอ

และสำหรับปฏิกิริยาเดียวกัน เมื่อเกิดปฏิกิริยาโดยไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยาสามารถเกิดได้ที่อุณหภูมิสูงขึ้นอีกเนื่องจากมีพลังงานกระตุ้นที่สูงกว่าปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา ดังแสดงเป็นบริเวณ D รูปที่ 5.1

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.7 พบว่าพลังงานกระตุ้นมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธุ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั่วไป คือเท่ากับ 11.5692 kJ/mol เนื่องจากปฏิกิริยามีความซับซ้อน (26,27) และตัวเร่งปฏิกิริยามีความว่องไวสูง ทำให้ปฏิกิริยามีลักษณะเป็นแบบบริเวณ C ดังได้อธิบายไว้แล้วในข้างต้น ซึ่งหากพิจารณาในเรื่องขอบเขตของปฏิกิริยาจะทำให้เข้าใจผิดว่าปฏิกิริยาเกิดในสภาวะที่ความต้านทานการถ่ายเทมวลมีผลกระทบต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งกรณีนี้การทดลองได้ทดลองในสภาวะที่ขจัดผลดังกล่าวแล้วตามการทดลองในหัวข้อ 3.3 และ 3.4 แต่เป็นเพราะลักษณะเฉพาะของปฏิกิริยาและตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ทำให้ได้ค่าพลังงานกระตุ้นที่ต่ำมาก และสามารถเปรียบเทียบกับการทดลองที่ได้ผลในลักษณะเดียวกันได้ในรูปที่ 5.3 เป็นการทดลองหาอัตราการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดต่าง ๆ (33) พบว่าปฏิกิริยาที่ใช้แพลทินัมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา มีลักษณะเป็นเส้นโค้งที่ค่อนข้างเรียบเนื่องจากแพลทินัมมีความว่องไวสูงมากสำหรับปฏิกิริยานี้ และผู้ที่ทำการทดลองได้เสนอว่าการทดลองที่ใช้แพลทินัมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาไม่สามารถระบุเป็นพลังงานกระตุ้นแท้จริงได้ เมื่อใช้วิธีการหาพลังงานกระตุ้นจากเรื่องขอบเขตของปฏิกิริยา แต่เมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดอื่นสามารถหาค่าได้ด้วยวิธีการนี้ ซึ่งเมื่อเทียบกับรูปที่ 4.8 จากการทดลอง เส้นโค้งที่ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรงราบเรียบเช่นเดียวกัน



รูปที่ 5.3

การทดลองศึกษาอัตราการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (33)