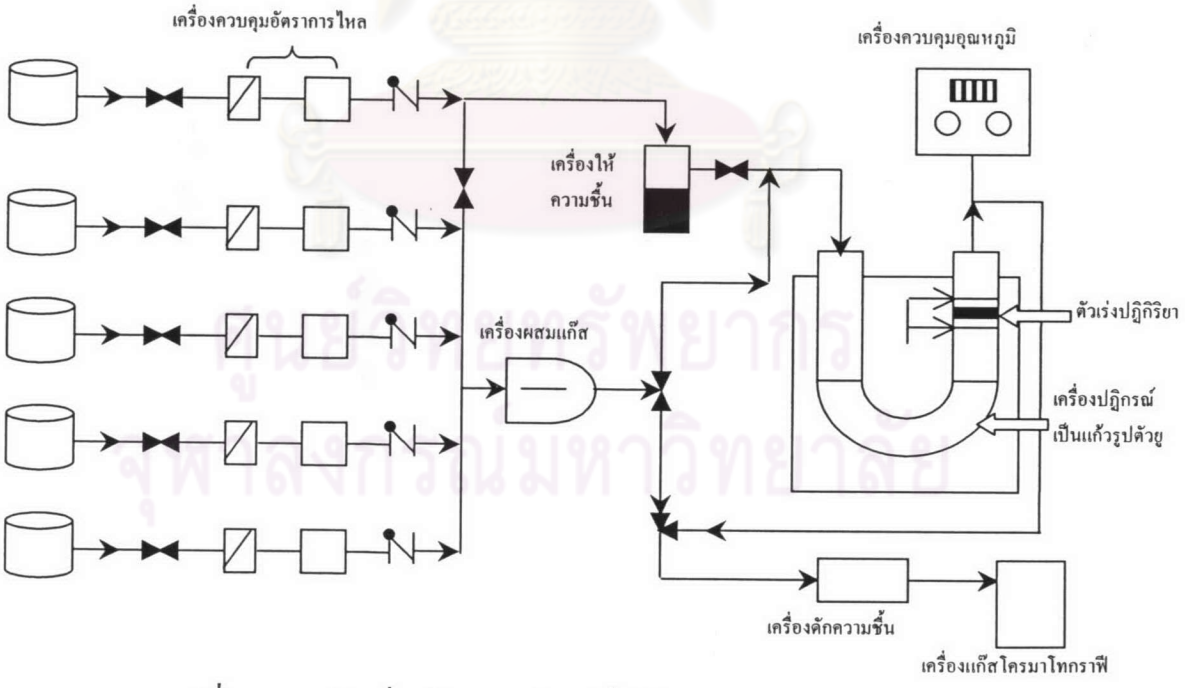
บทที่ 3

เครื่องมือและการทดลอง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

แผนผังเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ แสดงในรูป 3.1 ส่วนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. เครื่องควบคุมอัตราการไหล (AALBORG รุ่น GFC1715)
2. เครื่องปฏิกรณ์เป็นแก้วรูปตัวยูขนาดเส้นศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร
3. เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (PID temperature)
4. เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC รุ่น Agilent Technologies 6890N)
5. ตู้อบ
6. เตาเผา
7. เครื่องวัดการนำไฟฟ้า
8. ท่อและวาวล์



รูปที่ 3.1 แผนผังเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2 สารเคมี

3.2.1 แก๊ส

3.2.1.1 แก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ผสมฮีเลียม 3%โดยปริมาตร จากบริษัท TIG จำกัด

3.2.1.2 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 99.99% โดยปริมาตร จากบริษัท Praxair จำกัด

3.2.1.3 แก๊สออกซิเจนผสมฮีเลียม 8%โดยปริมาตร จากบริษัท TIG จำกัด

3.2.1.4 แก๊สไฮโดรเจน 99.99%โดยปริมาตร จากบริษัท TIG จำกัด

3.2.1.5 แก๊สฮีเลียม 99.99% โดยปริมาตร จากบริษัท TIG จำกัด

3.2.2 สารเคมี

3.2.2.1 แพลลาเดียมคลอไรด์ Palladium (II) chloride anhydrous ($PdCl_2$) ความบริสุทธิ์ 60%จากบริษัท Fluka Chemie A.G จำกัด

3.2.2.2 ไฮโดรเจนเฮกซะคลอโรแพลทินิคเฮกซะไฮเดรต Hydrogen hexachloro platinate(IV) hexahydrate ($H_2PtCl_6.6H_2O$) ความบริสุทธิ์ 60%จากบริษัท Fluka Chemie A.G จำกัด

3.2.2.3 ซีเรียมไนเตรตเฮกซะไฮเดรต Cerium (III) nitrate hexahydrate ($Ce(NO_3)_3.6H_2O$) ความบริสุทธิ์ 99.99% จากบริษัท Aldrich Chemical จำกัด

3.2.2.4 ซีเรียมออกไซด์ Cerium (IV) oxide (CeO_2) ความบริสุทธิ์ 99.99% จากบริษัท Fluka Chemie A.G จำกัด

3.2.2.5 ยูเรีย Urea ($CO(NH_2)_2$) ความบริสุทธิ์ 99.99% จากบริษัท Fluka Chemie A.G จำกัด

3..2.2.6 เอทานอล Ethanol (C_2H_5OH) ความบริสุทธิ์ 99.99% จากบริษัท Aldrich Chemical จำกัด

3.3 วิธีการเตรียมตัวรองรับ

ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีโซลเจลในการสังเคราะห์ตัวรองรับซีเรีย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผสมสารละลายซีเรียมไนเตรตเฮกซะไฮเดรตที่ระดับความเข้มข้น 0.1 M กับสารละลายยูเรียที่ระดับความเข้มข้น 0.4 M
2. อบของผสมที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 ชั่วโมง
3. เข้าเครื่องแยกตะกอนและน้ำ
4. ล้างตะกอนที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 ด้วยน้ำกลั่นอุ่นจนกว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำล้างเท่ากับค่า

การนำไฟฟ้าของน้ำกลั่น

5. ล้างตะกอนที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 ด้วยเอทานอลจนกว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำล้างเท่ากับค่าการนำไฟฟ้าของเอทานอล
6. อบตะกอนที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็น 24 ชั่วโมง
7. แล้วนำมาเผาที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
8. จะได้ตัวรองรับซีเรียที่สังเคราะห์ขึ้นมา

3.4 วิธีการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา(โดยวิธีแบบฝังชนิดแห้ง)

1. นำซีเรียที่ซื้อจากบริษัท Fluka กับซีเรียที่สังเคราะห์ขึ้นมาโดยวิธีโซลเจล
2. นำสารละลายไฮโดรเจนเฮกซะคลอโรแพลทินิคเฮกซะไฮเดรตผสมกับสารละลายแพลเลเดียมคลอไรด์หยดลงในซีเรียที่เป็นตัวรองรับแต่ละตัว
3. อบของผสมที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็น 24 ชั่วโมง
4. เผาของแข็งที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 อุณหภูมิ 400 และ 500 องศาเซลเซียสจะได้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ผ่านการเผาที่ 400 และ 500 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

3.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาผลของตัวรองรับ

เปรียบเทียบตัวรองรับซีเรียที่ซื้อจากบริษัท Fluka กับตัวรองรับซีเรียที่สังเคราะห์ขึ้นมาโดยวิธีโซลเจล ช่วงอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ศึกษา 50 ถึง 190 องศาเซลเซียส แก๊สเริ่มต้นที่ใช้ 1% ของแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ 4%ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1%ของแก๊สออกซิเจนและ 40% ของแก๊สไฮโดรเจนผสมกับฮีเลียม อัตราการไหล 50 มิลลิลิตรต่อนาที ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ปริมาณ 100 มิลลิกรัม

2. ศึกษาผลของอุณหภูมิในการเผา

เปรียบเทียบอุณหภูมิในการเผาของตัวเร่งปฏิกิริยาระหว่าง 400 และ 500 องศาเซลเซียส ช่วงอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ศึกษา 50 ถึง 190 องศาเซลเซียส แก๊สเริ่มต้นที่ใช้ 1%ของแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ 4%ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1%ของแก๊สออกซิเจนและ 40%ของแก๊สไฮโดรเจนผสมกับฮีเลียม อัตราการไหล 50 มิลลิลิตรต่อนาที ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ปริมาณ 100 มิลลิกรัม

3. ศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างแพลทินัมกับแพลเลเดียมที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแบบโลหะผสม

เปรียบเทียบอัตราส่วนที่ 1:1 1:3 1:5 1:7และ1:9 ช่วงอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ศึกษา 50 ถึง 190 องศาเซลเซียส แก๊สเริ่มต้นที่ใช้ 1%ของแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ 4%ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1%ของแก๊สออกซิเจนและ 40%ของแก๊สไฮโดรเจนผสมกับฮีเลียม 50 มิลลิลิตรต่อนาที ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ปริมาณ 100 มิลลิกรัม

4. ศึกษาผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาแบบโลหะผสมระหว่างแพลทินัมกับแพลเลเดียม

เปรียบเทียบปริมาณที่ใช้ 1% 3%และ 5% ช่วงอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ศึกษา 50 ถึง 190 องศาเซลเซียส แก๊สเริ่มต้นที่ใช้ 1%ของแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ 4%ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1%ของแก๊สออกซิเจนและ 40%ของแก๊สไฮโดรเจนผสมกับฮีเลียม อัตราการไหล 50 มิลลิลิตรต่อนาที ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ปริมาณ 100 มิลลิกรัม

5. ศึกษาผลความเข้มข้นของไอน้ำ

เปรียบเทียบความเข้มข้นของไอน้ำในระบบโดยอยู่ในระดับ 0%และ10% โดยปริมาตร ช่วงอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ศึกษา 50 ถึง 190 องศาเซลเซียส แก๊สเริ่มต้นที่ใช้ 1%ของแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ 4%ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1%ของแก๊สออกซิเจนและ 40%ของแก๊สไฮโดรเจนผสมกับฮีเลียม อัตราการไหล 50 มิลลิลิตรต่อนาที ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ปริมาณ 100 มิลลิกรัม

6. ศึกษาผลความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

เปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปนเปื้อนในแก๊สเชื้อเพลิงที่ระดับ 4%และ25% โดยปริมาตร ช่วงอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ศึกษา 50 ถึง 190 องศาเซลเซียส แก๊สเริ่มต้นที่ใช้ 1%ของแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ 1%ของแก๊สออกซิเจนและ 40%ของแก๊สไฮโดรเจนผสมกับฮีเลียม อัตราการไหล 50 มิลลิลิตรต่อนาที ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ปริมาณ 100 มิลลิกรัม

7. ศึกษาผลความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจน

เปรียบเทียบแก๊สออกซิเจนที่ระดับความเข้มข้น 0.5%, 1%และ2% โดยปริมาตร ช่วงอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ศึกษา 50 ถึง 190 องศาเซลเซียส แก๊สเริ่มต้นที่ใช้ 1%ของแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ 4%ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และ 40%ของแก๊สไฮโดรเจนผสมกับฮีเลียม อัตราการไหล 50 มิลลิลิตรต่อนาที ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ปริมาณ 100 มิลลิกรัม

8. ศึกษาผลความเข้มข้นของไอน้ำกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

เปรียบเทียบผลการผสมระหว่างไอน้ำกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 10% กับ0% 0%กับ4%และ 10%กับ25% ตามลำดับ ช่วงอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ศึกษา 50 ถึง

190 องศาเซลเซียส แก๊สเริ่มต้นที่ใช้ 1%ของแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ 1%ของแก๊สออกซิเจน และ 40%ของแก๊สไฮโดรเจนผสมกับฮีเลียม อัตราการไหล 50 มิลลิลิตรต่อนาที ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ปริมาณ 100 มิลลิกรัม

9. **ศึกษาการเปรียบเทียบผลการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัมกับตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะผสมแพลทินัมกับแพลทินัม**

ช่วงอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ศึกษา 50 ถึง 190 องศาเซลเซียส แก๊สเริ่มต้นที่ใช้ 1%ของแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ 4%ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1%ของแก๊สออกซิเจนและ 40%ของแก๊สไฮโดรเจนผสมกับฮีเลียม อัตราการไหล 50 มิลลิลิตรต่อนาที ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ปริมาณ 100 มิลลิกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย