# บทที่ 1

## บทนำ

จากการสำรวจค้นพบก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทย พบว่ามีปริมาณที่มากเพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงการค้าได้ ซึ่งในการผลิตก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทยเป็นการนำประเทศไปสู่ยุคใหม่ของการพึ่งตนเองในเรื่องพลังงาน (1) โดยทางการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยได้นำมาใช้ประโยชน์ในรูปของเชื้อเพลิง นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 และยังได้ทำการป้อนให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมเพื่อผลิตเป็นพลังงานความร้อน หรือเป็นกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ๆ เช่น โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ โรงงานผลิตเม็ดพลาสติก เป็นต้น และพบว่าการนำเอามีเทนนั้นไปใช้เป็นเชื้อเพลิง จำเป็นที่จะต้องแยกเอาส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ประกอบอยู่ในก๊าซธรรมชาติออกไปก่อน เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางความร้อนของก๊าซธรรมชาติในการใช้เป็นเชื้อเพลิง และส่วนประกอบที่แยกออกมานั้นจะมีคุณค่าอย่างยิ่งโดยการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีต่าง ๆ

สำหรับการพัฒนาการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เป็นการนำอุตสาหกรรมของประเทศเข้าสู่ยุคใหม่ โดยการเปลี่ยนโครงสร้างจากการพึ่งการนำเข้าวัตถุดิบกึ่งสำเร็จรูปจากต่างประเทศ ในการแปลงเป็นผลิตภัณฑ์ในขั้นปลายมาเป็นอุตสาหกรรมแบบบครบวงจร คือเริ่มจากวัตถุดิบพื้นฐานถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป อุตสาหกรรมพื้นฐานที่จะเกิดขึ้นตามโครงสร้างใหม่นี้ จะเปิดโอกาสให้วงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ มีการทำการวิจัยและพัฒนาในสาขาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวเร่งปฏิกิริยาและการสังเคราะห์เคมีภัณฑ์และการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตและการประหยัดพลังงานในการผลิต (1) ซึ่งอุตสาหกรรมพื้นฐานดังกล่าวข้างต้น ได้แก่การนำส่วนประกอบที่มีคุณค่าต่าง ๆ ของก๊าซธรรมชาติเช่น มีเทน อีเทน โพรเพน บิวเทน เป็นต้น ไปใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและโพลิเมอร์ได้ และพบว่าคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นส่วนประกอบของก๊าซธรรมชาติอีกชนิดหนึ่ง จะมีปนอยู่ด้วยในปริมาณที่มากมหาศาลเมื่อคิดเทียบกับปริมาณก๊าซธรรมชาติที่นำมาใช้ทำเชื้อเพลิง (2) ดังนั้นการนำเอาก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์มาทำปฏิกิริยาทางเคมี

เพื่อผลิตเป็นก๊าซสังเคราะห์ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำเอาก๊าซธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม เพราะก๊าซสังเคราะห์เป็นส่วนผสมของไฮโดรเจน และคาร์บอนมอนอกไซด์ในสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารประกอบปิโตรเคมีที่สำคัญและมีประโยชน์ได้อย่างมากมาย

## 1.1 ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)

ประเทศไทยมีก๊าซธรรมชาติอยู่ในอ่าวไทยในปริมาณสำรอง (Estimated Proven Reserves) ประมาณ 16 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต (3) ถ้านำก๊าซธรรมชาตินี้มาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในอัตรา 1000 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน จะมีก๊าซธรรมชาติพอใช้นานถึง 40 ปี (3)

ก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซผสมของก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักเบา ได้แก่ มีเทน อีเทน โพรเพน บิวเทน และอื่น ๆ ในปริมาณเล็กน้อย มีสภาวะเป็นก๊าซในสภาวะปกติ และสามารถแสดงสัดส่วนของส่วนประกอบของก๊าซธรรมชาติได้ในตารางที่ 1.1 ดังนี้

ตารางที่ 1.1

ส่วนประกอบของก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทย (4)

| ชื่อภาษาไทย | ชื่อภาษาอังกฤษ | สูตรเคมี | ปริมาณในเชิงปริมาตร |
|---|---|---|---|
| มีเทน | methane | $CH_4$ | 66 - 80 % |
| อีเทน | ethane | $C_2H_6$ | 7 - 10 % |
| โพรเพน | propane | $C_3H_8$ | 3 - 5 % |
| บิวเทน | butane | $C_4H_{10}$ | 1 %, 3 - 5 % |
| คาร์บอนไดออกไซด์ | carbondioxide | $CO_2$ | 7 - 13 % |
| แกสโซลีนธรรมชาติ | natural gasoline | - | จำนวนหนึ่ง |

## 1.2 ก๊าซสังเคราะห์ (Synthesis Gas)

และดังได้กล่าวไว้แล้วในข้างต้น ก๊าซสังเคราะห์เป็นชื่อเรียกของก๊าซผสมระหว่างคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจนในสัดส่วนต่าง ๆ กันที่เหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตก๊าซสังเคราะห์ และสามารถแสดงได้ดังในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2
สัดส่วนของก๊าซสังเคราะห์ที่ได้จากกระบวนการผลิตต่าง ๆ (2)

| กระบวนการผลิต | คาร์บอนมอนอกไซด์ | ไฮโดรเจน |
|---|---|---|
| Methane Steam Reforming | 1 | 3 |
| Toluene Steam Reforming | 1 | 2 |
| Partial Oxidation | 1 | 1 |
| Coal Gasification | 2 | 1 |

การเลือกกระบวนการสังเคราะห์ขึ้นอยู่กับ ปริมาณสัดส่วนของคาร์บอนมอนอกไซด์กับไฮโดรเจนในก๊าซสังเคราะห์ที่ต้องการนำไปใช้สังเคราะห์สารตัวอื่นต่อไป โดยในตารางที่ 1.3 ได้เสนอกรณีตัวอย่างตัวเลขสัดส่วนต่าง ๆ ของคาร์บอนมอนอกไซด์กับไฮโดรเจน ที่ใช้สำหรับสังเคราะห์สารตัวอื่น ๆ

ในการศึกษาปฏิกิริยาเคมีระหว่างมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยข้อมูลทางจลนศาสตร์เคมีที่ถูกต้องอันได้แก่ สมการอัตราการเกิดปฏิกิริยา อันดับรวมของปฏิกิริยา (Overall Order of Reaction) สัดส่วนของสารผลิตผล พลังงานกระตุ้น (Activation Energy) เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบเตาปฏิกรณ์เคมี และใช้กำหนดสภาวะการทำปฏิกิริยาเคมี เพื่อให้ได้ก๊าซผลิตผลมากที่สุด และเกิดความประหยัด

ในการผลิตมากที่สุด ทั้งนี้ก๊าซธรรมชาติเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญอย่างยิ่งของประเทศไทย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาแนวทางการใช้ประโยชน์ จากก๊าซธรรมชาติที่มีอยู่นี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดที่จะสามารถกระทำได้ (2)

ตารางที่ 1.3

สัดส่วนของก๊าซสังเคราะห์ที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตสารประกอบปิโตรเคมีต่าง ๆ (2)

| สารประกอบผลิตผล | สัดส่วนจำนวนโมลของ ไฮโดรเจนต่อคาร์บอนมอนอกไซด์ | ปริมาณที่ได้ (%) |
|---|---|---|
| Methanol | 2 : 1 | 100 |
| Ethylene Glycol | 1.5 : 1 | 100 |
| Acetic Acid | 1 : 1 | 100 |
| Acetic Anhydride | 1 : 1 | 85 |
| Ethyl Acetate | 1.5 : 1 | 71 |
| Vinyl Acetate | 1.25 : 1 | 70 |
| Ethanol | 2 : 1 | 72 |
| Ethylene | 2 : 1 | 44 |
| BTX | 1.5 : 1 | 42 |

อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ เลือกศึกษาถึงการเตรียมก๊าซสังเคราะห์โดยใช้มีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารตั้งต้น โดยมีนิกเกิลบนแกมมา-อลูมินาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในช่วงอุณหภูมิของการเกิดปฏิกิริยาตั้งแต่ 650 ถึง 850 องศาเซลเซียส

## 1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1 เพื่อศึกษาถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อปฏิกิริยา คือ อุณหภูมิ ความเร็วเชิงสเปซ และส่วนประกอบของสารป้อน

2 เพื่อศึกษาจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาคาร์บอนไดออกไซด์กับมีเทน

3 เพื่อเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซสังเคราะห์จากคาร์บอนไดออกไซด์กับก๊าซมีเทน

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1 ได้รับข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อปฏิกิริยาคาร์บอนไดออกไซด์กับมีเทน

2 ทราบถึงจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาคาร์บอนไดออกไซด์กับมีเทน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเตาปฏิกรณ์เคมี

3 เป็นแนวทางการนำก๊าซธรรมชาติของประเทศมาใช้ประโยชน์อีกวิธีหนึ่ง