

# พลังงานไฮโดรเจนจะช่วยโลก

ผู้เขียนโดย

ดร.ธรรมบุญ ศรีทะวงศ์

วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 1 - พลังงานไฮโดรเจน

ประเทศไทยได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด จากเดิมระบบเศรษฐกิจต้องพึ่งพาผลผลิตจากภาคการเกษตรเป็นหลัก แต่ปัจจุบันผลผลิตส่วนใหญ่มาจากภาคอุตสาหกรรม ซึ่งจากการขยายตัวในส่วนของภาคอุตสาหกรรมและการเพิ่มขึ้นของประชากรในประเทศ ได้ส่งผลให้ประเทศต้องพึ่งพาน้ำมันปิโตรเลียมมากขึ้นเพื่อใช้เป็นแหล่ง พลังงานซึ่งนับวันราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้น นอกจากภาคอุตสาหกรรมแล้ว ความต้องการด้านพลังงานในภาคเศรษฐกิจ สังคมรวมถึงการใช้งานในชีวิตประจำวันก็เพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก ดังนั้นประเทศไทยจึงมีความจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานในประเทศให้มากขึ้น รวมทั้งเร่งรัดนโยบายการประหยัดพลังงานควบคู่กันไปด้วย

พลังงานไฮโดรเจน (Hydrogen, H<sub>2</sub>) ซึ่งถือได้ว่าเป็นพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพสูง, สะอาด, และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้รับการคาดหมายและยอมรับว่าจะเป็แหล่งของพลังงานเชื้อเพลิงที่สำคัญอย่าง มากในอนาคต ในปัจจุบันนี้กระบวนการเปลี่ยนรูปสารไฮโดรคาร์บอนด้วยไอน้ำ (Steam reforming of hydrocarbons) เป็นกระบวนการที่ใหญ่ที่สุดสำหรับการผลิตพลังงานไฮโดรเจน แต่ปัญหาหลักที่สำคัญมากของกระบวนการนี้คือ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณมากซึ่งเป็นสาเหตุของสภาวะโลกร้อนหรือปรากฏการณ์เรือนกระจก นอกจากนี้แล้วยังประสบปัญหาการขาดแคลนแหล่งของไฮโดรคาร์บอนที่นำมาใช้ใน กระบวนการอีกด้วย ดังนั้นกระบวนการอื่นซึ่งเป็นทางเลือกใหม่ที่ปลอดภัย และสามารถผลิตพลังงานไฮโดรเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรได้มีการพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับความต้องการพลังงานไฮโดรเจนในอนาคต ก๊าซ ไฮโดรเจนถือได้ว่าเป็นเชื้อเพลิงอนาคต ทั้งนี้เนื่องจากไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเกิดการเผาไหม้กับก๊าซ ออกซิเจน โดยจะมีเพียงไอน้ำเป็นผลพลอยได้ ซึ่งแตกต่างจากเชื้อเพลิงอื่นๆที่ให้ก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลพลอยได้ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) ส่งผลกระทบต่อการทำ  
ให้โลกร้อนขึ้น (Global warming) นอกจากนี้ยังสามารถนำก๊าซไฮโดรเจนไปผลิตกระแสไฟฟ้าโดยป้อนเข้า  
เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ซึ่งขณะนี้นักวิจัยทั่วโลกให้ความสนใจเป็นอย่างมากในการพัฒนาเซลล์เชื้อ  
เพลิงมา  
ประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ เนื่องจากประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าสูงกว่าอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าแบบอื่นๆมาก  
ดังนั้นพลังงานไฮโดรเจนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานดั้งเดิมได้

เนื่องจากคุณประโยชน์ในด้านต่างๆโดยสรุปดังนี้

๑. แหล่งพลังงานดั้งเดิมก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งก๊าซชนิดนี้ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง  
ภูมิอากาศของโลกโดยเฉพาะก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งเกิดจากการสันดาป (Combustion) ของ  
สารประกอบอินทรีย์ เช่น น้ำมัน แต่พลังงานไฮโดรเจนเป็นพลังงานสะอาด ไม่ก่อให้เกิดก๊าซเรื่อ  
นกระจก ดังนั้นจึงไม่ส่งผลให้เกิดภาวะเรือนกระจก
๒. การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดั้งเดิม ไม่ว่าจะมาจากยานพาหนะหรือแหล่งอุตสาหกรรมต่าง ๆ ก่อให้เกิด  
กลุ่มควันและฝุ่นละออง แต่พลังงานไฮโดรเจนไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศเหล่านี้
๓. พลังงานไฮโดรเจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องใช้พลังงานดั้งเดิมได้ เช่น ใช้เป็นเชื้อ  
เพลิง  
สำหรับเครื่องบิน เครื่องยนต์สันดาปภายใน เครื่องกังหัน และเครื่องไอพ่น
๔. ค่าพลังงานเชื้อเพลิงที่ได้จากไฮโดรเจนจะมากกว่าค่าพลังงานเชื้อเพลิงไฮโดร คาร์บอน และเชื้อ  
เพลิง  
จากแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอลและเอทานอลถึง ๒.๕ และ ๕ เท่า ตามลำดับ
๕. ก๊าซไฮโดรเจนสามารถนำไปใช้กับเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งอยู่ระหว่างการ  
พัฒนาและคาดว่าจะนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอนาคต

บทที่ 2 - แนวคิดเกี่ยวกับการแยกโมเลกุลน้ำเพื่อผลิตไฮโดรเจน

แนวความคิดของกระบวนการแยกโมเลกุลน้ำ (Water splitting reaction) เพื่อผลิตพลังงานไฮโดรเจน  
ได้ถูกพัฒนาขึ้นเนื่องมาจากความมั่นใจที่ว่า กระบวนการนี้สามารถเป็นแหล่งของพลังงานไฮโดรเจนที่ยั่งยืน  
(Sustainable energy) แหล่งของสารตั้งต้นที่นำมาใช้ในการผลิตพลังงานในกระบวนการนี้ซึ่งได้แก่ แหล่งน้ำ ก็  
เป็นแหล่งพลังงานที่สามารถหาได้อย่างไม่จำกัด นอกจากนี้พลังงานไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากกระบวนการนี้ก็ไม่  
มีสารผลิตภัณฑ์อื่น ที่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมเจอปนอีกด้วย

แต่เนื่องจากปฏิกิริยานี้เป็น ปฏิกิริยาที่ดูดความร้อนสูงเพื่อใช้ในการผลิตไฮโดรเจน แหล่งของพลังงานความร้อน  
ในอุดมคติที่สามารถจะนำมาใช้งานได้ต้องเป็นแหล่งที่ สามารถหาได้ในปริมาณมากเพียงพอและไม่ส่งผลเสีย

ต่อสิ่งแวดล้อม พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแหล่งของพลังงานที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Renewable resource) มีความเหมาะสมเป็นอย่างมากสำหรับนำมาใช้งานในกระบวนการแยกโมเลกุลน้ำนี้ นอกจากนี้การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตพลังงานไฮโดรเจนจากกระบวนการแยกโมเลกุลน้ำ ยังเป็นวิธีการที่น่าสนใจเป็นอย่างมากในมุมมองของการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเคมี นับจากอดีตจนถึงปัจจุบันนี้ ได้มีการพัฒนาระบบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการดูดซับพลังงานรังสีแม่เหล็ก ไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์โดยสารเคมีที่เราเรียกกันว่าสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ซึ่งทำให้เกิดการเหนี่ยวนำให้เกิดปฏิกิริยาที่สามารถแยกโมเลกุลน้ำขึ้นได้ กระบวนการผลิตไฮโดรเจนด้วยวิธีดังกล่าวโดยใช้สารกึ่งตัวนำทั้งแบบโลหะ เดียวและโลหะผสมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยานี้ มีข้อดีหลายประการได้แก่ ประหยัดค่าใช้จ่าย, ทนทานต่อการเสื่อมสภาพ, ไม่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม, และสามารถดำเนินการได้อย่างปลอดภัย

### บทที่ 3 - การเกิดปฏิกิริยาแยกโมเลกุลน้ำเพื่อผลิตไฮโดรเจน

ในกลุ่มของสารกึ่งตัวนำที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้แสงร่วม ไททาเนีย ( $\text{TiO}_2$ ) ได้รับความสนใจมากที่สุดในการนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการกำจัดสารพิษที่ส่ง ผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและในกระบวนการเร่งปฏิกิริยาที่ใช้แสงร่วมต่าง ๆ นับจากมีการริเริ่มคิดค้นการนำไททาเนียอิเล็กโทรด ( $\text{TiO}_2$  electrode) มาใช้ในกระบวนการเคมีไฟฟ้าที่เหนี่ยวนำด้วยแสง (Photoelectrochemical process) สำหรับการแยกโมเลกุลน้ำโดยกลุ่มนักวิจัยชาวญี่ปุ่นได้แก่ Fujishima และ Honda ในปี ๑๙๗๒ ทำให้จนถึงปัจจุบันนี้มีความสนใจอย่างต่อเนื่องในการนำไททาเนียมาใช้เป็นตัว เร่งปฏิกิริยาในปฏิกิริยาการแยกโมเลกุลน้ำเพื่อผลิตพลังงานไฮโดรเจนภายในระบบที่มีการฉายแสง

เมื่อไททาเนียทำการดูดซับโฟตอน (Photon) ที่มีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าค่าความแตกต่างระหว่างค่าพลังงานในระดับคอนดักชันแบนด์ (Conduction band, CB) และวาเลนซ์แบนด์ (Valence band, VB) หรือเป็นที่รู้จักกันว่าพลังงานแบนด์แกป (Energy band gap) จะทำให้เกิดการกระตุ้นให้อิเล็กตรอนในระดับชั้นพลังงานวาเลนซ์แบนด์เคลื่อน ที่ไปอยู่ในระดับชั้นพลังงานคอนดักชันแบนด์ ทำให้เกิดคอนดักชันแบนด์อิเล็กตรอน (Conduction band electron, e-cb) และวาเลนซ์แบนด์โฮล (Valence band hole, h+vb) ขึ้นแต่อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงแล้ว ไฮโดรเจนไม่สามารถถูกผลิตขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพบนพื้นผิวของไททาเนียที่ ยังไม่ได้รับการปรับแต่ง เนื่องจากพลังงานแบนด์แกปของไททาเนียมีค่าสูงคือ ๓.๒ eV สำหรับไททาเนียชนิดอนาเทส (Anatase) และ ๓.๐ eV สำหรับไททาเนียชนิดรูไทล์ (Rutile) ทำให้เกิดการรวมตัวกลับของอิเล็กตรอนและโฮลได้ง่าย การแก้ไขข้อจำกัดนี้โดยมีประสิทธิภาพทำได้โดยการใช้สารที่เอื้อให้เกิดปฏิกิริยา (Sacrificial reagent)

เช่น เมทานอล ซึ่งสารนี้จะเข้าร่วมในปฏิกิริยาโดยการกำจัดไฮโดรเจนด้วยกระบวนการออกซิเดชันที่ เวเลนซ์แบนด์ ในขณะที่ปฏิกิริยาการเกิดไฮโดรเจนสามารถเกิดที่คอนดักชันแบนด์ด้วยกระบวนการรีดักชันของน้ำด้วยอิเล็กตรอน

นอกจากนี้ การแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่งคือการใส่ตัวเร่ง ปฏิกิริยาร่วม ซึ่งโดยส่วนมากแล้วจะเป็นโลหะทรานซิชันเช่น นิกเกิล (Ni) แพลตินัม (Pt) เป็นต้น ลงไปบนพื้นผิวของตัวเร่ง ปฏิกิริยาหลักไททาเนีย โดยตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมเหล่านี้จะทำหน้าที่เร่งการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน จากเวเลนซ์แบนด์หลังจากการดูดซับแสงและกระตุ้นด้วยแสงแล้วให้ไปสู่ระบบ ซึ่งก็คือการเกิดปฏิกิริยาการเกิดไฮโดรเจนที่คอนดักชันแบนด์ได้เร็วขึ้นอย่างมาก

### เอกสารอ้างอิง

๑. Legrini O, Oliveros E, Braun A M, Chem. Rev. 93 (1993) 671.
๒. Hoffmann M R, Martin S T, Choi W, Bahnemann D W, Chem. Rev. 95 (1995) 69.
๓. Linsebigler A L, Lu G, Yates, Jr. J T, Chem. Rev. 95 (1995) 735.
๔. Mills A, Hunte S L, J. Photochem. Photobiol. A: Chem. 108 (1997) 1.
๕. Fujishima A, Honda K, Nature 238 (1972) 37.

ขอขอบคุณมา ณ.ที่นี้

### เกี่ยวกับผู้เขียน

ดร. ชรรมนุญ ศรีทะวงศ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมเคมีจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทด้านเทคโนโลยีปิโตรเคมีจาก วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์พลังงานจาก Kyoto University ประเทศญี่ปุ่น ปัจจุบันเป็นอาจารย์และนักวิจัยของ วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการศึกษาและวิจัยด้าน Photocatalysis and Catalysis, Solar Energy Utilization, Sol-Gel Synthesis of Oxide Semiconductors, Nanoporous/Mesoporous Materials, Plasmas for Chemical Conversion, และ Biohydrogen Production

สามารถดูข้อมูลเกี่ยวกับผู้เขียนเพิ่มเติมได้ที่ <http://www.ppc.chula.ac.th/thammanoon.html>

แหล่งที่มาข้อมูล : วิชาการ.คอม ([www.vcharkarn.com](http://www.vcharkarn.com))