

เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน-พลังงานแห่งอนาคต

เรียบเรียงโดย

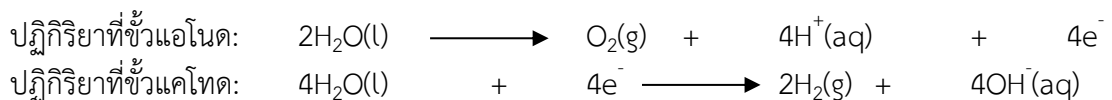
วิระ สนวนไรสง

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

คำสำคัญ : เซลล์เชื้อเพลิง

ปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกปีทำให้ในอนาคตมีแนวโน้มขาดแคลนพลังงาน นอกจากนี้การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากเชื้อเพลิงที่ได้มาจากซากพืช ซากสัตว์ตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ เช่น น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ และถ่านหิน ยังก่อให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากวิกฤติพลังงานและปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพลังงานทางเลือก ได้แก่ พลังงานน้ำ ลม ชีวมวล ความร้อนใต้พิภพ แสงอาทิตย์ และพลังงานนิวเคลียร์ โดยที่พลังงานนิวเคลียร์สามารถผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอและต่อเนื่อง แต่ปัญหาที่จะตามมาอย่างแน่นอนเมื่อตัดสินใจสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ คือ การกำจัดกากนิวเคลียร์ขั้นสุดท้าย ที่จวบจนทุกวันนี้ยังไม่มีประเทศใดในโลกที่มีการดำเนินการจัดการของเสียจากแท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่ใช้แล้วและกากกัมมันตรังสีอื่นๆ ได้อย่างถาวร ขณะที่การสร้างโรงไฟฟ้าจากพลังงานลม น้ำ และแสงอาทิตย์ หากเมื่อใดลมไม่มีหรือมีแต่พัดไม่แรงพอ น้ำในเขื่อนมีปริมาณน้อย ก็ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ หรือกรณีพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อพระอาทิตย์ตกดินก็ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้เช่นกัน นอกจากนี้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ยังมีต้นทุนที่สูงอยู่ ปัญหาเหล่านี้ส่งผลต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้า หากสามารถพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงไฮโดรเจน ซึ่งเชื้อเพลิงไฮโดรเจนได้จากน้ำที่มีอยู่ทั่วไปมาแยกเป็นแก๊สไฮโดรเจนและออกซิเจนป้อนโรงไฟฟ้า ให้สามารถทดแทนแหล่งพลังงานหลักในปัจจุบัน ก็จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างด้านพลังงานครั้งยิ่งใหญ่ของโลกเลยทีเดียว

เป็นที่ทราบกันว่าน้ำหนึ่งโมเลกุลประกอบด้วยไฮโดรเจนสองอะตอม และออกซิเจนหนึ่งอะตอม เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงไปที่ขั้วไฟฟ้าที่จุ่มอยู่ในน้ำ น้ำ (H₂O) จะถูกแยกออกเป็นแก๊สไฮโดรเจน (H₂) สองโมเลกุลที่ขั้วแคโทด (cathode) และออกซิเจน (O₂) หนึ่งโมเลกุลที่ขั้วแอโนด (anode) เรียกกระบวนการนี้ว่า อิเล็กโทรไลซิส (electrolysis) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าภายในเซลล์เป็นดังนี้



ปฏิกิริยารวม

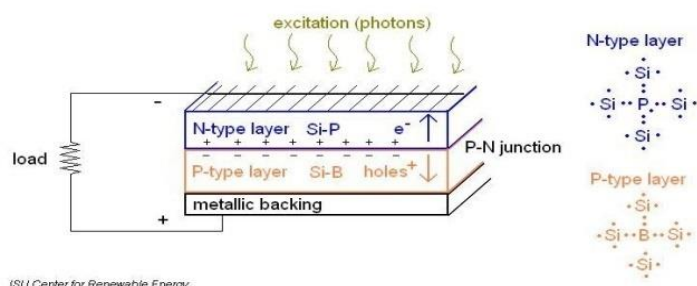


ตามทฤษฎีแล้วการผลิตไฮโดรเจนด้วยวิธีนี้ต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ความต่างศักย์ของการแยกน้ำ อย่างน้อยที่สุด 1.23 โวลต์ แต่เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนแสดงดังภาพที่ 1 ซึ่งประกอบอยู่กับชุดอุปกรณ์เก็บไฮโดรเจนขนาดความจุ 20 มิลลิลิตร ใช้แรงดันไฟฟ้า 1.8 – 3.0 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 400 – 1500 มิลลิแอมป์ ถึงจะสามารถผลิตไฮโดรเจนได้ 8 มิลลิลิตรต่ออนาที ซึ่งเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนนี้มีคุณสมบัติเป็นทั้งเซลล์อิเล็กโทรไลซิส (electrolysis cell) และเซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) ดังนั้นถ้าใช้แหล่งพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลก็สามารถผลิตไฮโดรเจนได้เช่นกัน



ภาพที่ 1 เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนของเล่น¹

เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ (optoelectronics) ที่สร้างมาจากสารกึ่งตัวนำที่สามารถดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ โดยแสงอาทิตย์เป็นอนุภาคพลังงานเรียกว่า โฟตอน อนุภาคโฟตอนทำให้อิเล็กตรอนของอะตอมของสารกึ่งตัวนำมีพลังงานสูงขึ้นและเกิดการเคลื่อนไหวจากชั้น P-type silicon ขึ้นชั้น N-type silicon เมื่ออิเล็กตรอนมีพลังงานสูงมากจนหลุดจากอะตอมของสารกึ่งตัวนำจะวิ่งเข้าสู่วงจรไฟฟ้าที่ต่อไว้ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนดังกล่าวทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น(ภาพที่ 2) ซึ่งสามารถป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับกระบวนการอิเล็กโทรไลซิสของเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนซึ่งต้องการแรงดันไฟฟ้าน้อยที่สุดเท่ากับ 1.8 โวลต์ ที่จะทำให้เกิดไฮโดรเจนที่ขั้วแคโทด ถ้าเราใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 5 x 5 ตารางเซนติเมตร หนึ่งแผงที่ให้แรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์หรือกระแสไฟฟ้า 400 มิลลิแอมป์ จะไม่สามารถแยกโมเลกุลของน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ดังกล่าวได้ ดังนั้นจึงใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาดดังกล่าวมาแล้วสองแผงต่อกันก็จะทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่เพียงพอสำหรับกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส



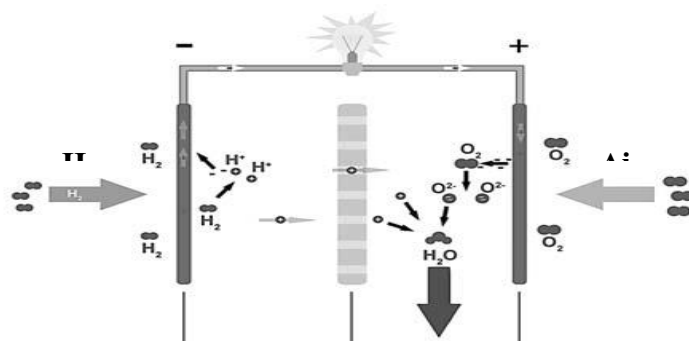
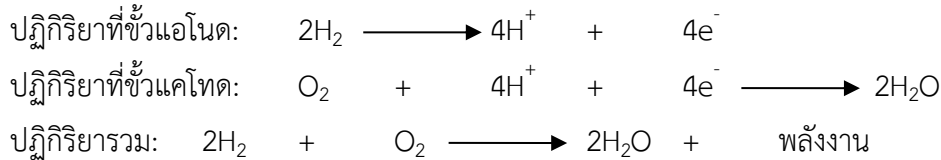
ภาพที่ 2 โครงสร้างและหลักการทำงานพื้นฐานของเซลล์แสงอาทิตย์²

แก๊สไฮโดรเจนและออกซิเจนจากกระบวนการอิเล็กโทรไลซิสถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเซลล์เชื้อเพลิง ซึ่งประกอบด้วยขั้วแอโนดและแคโทดที่ทำมาจากโลหะหรือคาร์บอนที่เคลือบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น แพลทินัม (Pt) หรือ แพลเลเดียม (Pd) ไฮโดรเจนไหลเข้าสู่เซลล์เชื้อเพลิงทางขั้วแอโนด และถูกแยกออกเป็นไฮโดรเจนไอออน (H^+) และอิเล็กตรอน (e^-) ไฮโดรเจนไอออนหรือโปรตอนเท่านั้นที่สามารถซึมผ่านอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) ที่ทำจากวัสดุคล้ายแผ่นพลาสติกที่เราใช้คลุมอาหารในห้องครัวข้ามไปยังขั้วแคโทด ที่ขั้วแคโทดแก๊สออกซิเจนรวมเข้ากับอิเล็กตรอนและไฮโดรเจนไอออนกลายเป็นน้ำ ในขณะที่อิเล็กตรอนไหลผ่านไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ไปขับเคลื่อนมอเตอร์รถของเล่น (Error! Reference source not found.)



ภาพที่ 3 รถของเล่นขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฮโดรเจน¹

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าภายในเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนเป็นดังนี้



Anode Electroly membrane Cathode

ภาพที่ 4 เซลล์เชื้อเพลิงชนิดเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน¹

ปฏิกิริยาเคมีที่ขั้วไฟฟ้าของแก๊สไฮโดรเจนและออกซิเจนของเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนนี้ ให้แรงดันไฟฟ้า 0.5 – 0.9 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 600 มิลลิแอมป์ หรือคิดเป็นกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 300 – 540 มิลลิวัตต์

ดังนั้นในอนาคตพลังงานไฮโดรเจนที่ได้มาจากการแยกน้ำด้วยไฟฟ้าและพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอยู่ทั่วไปและหาง่าย จะกลายเป็นพลังงานทางเลือกที่สามารถทดแทนพลังงานหลักในปัจจุบันได้ โดยที่พลังงานดังกล่าวเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และใช้ได้ไม่มีวันหมด แต่ว่าการผลิตเซลล์เชื้อเพลิงในระดับใหญ่ยังมีราคาสูงมาก จึงไม่สามารถนำมาแทนเครื่องยนต์ในปัจจุบันได้ หากสามารถพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิง รวมไปถึงอิเล็กโทรดและสารตัวกลางในเซลล์เชื้อเพลิงให้มีราคาถูกลงและมีประสิทธิภาพมากขึ้นก็จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้จริงและแพร่หลายในอนาคต

เอกสารอ้างอิง:

1. www.fischertechnik.de
2. <http://renewableenergy.illinoisstate.edu/about/renewable/solar/photo.php>

โครงการเคมี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

โทร 0 2201 7347

E-mail : weera@dss.go.th

พฤษภาคม 2559