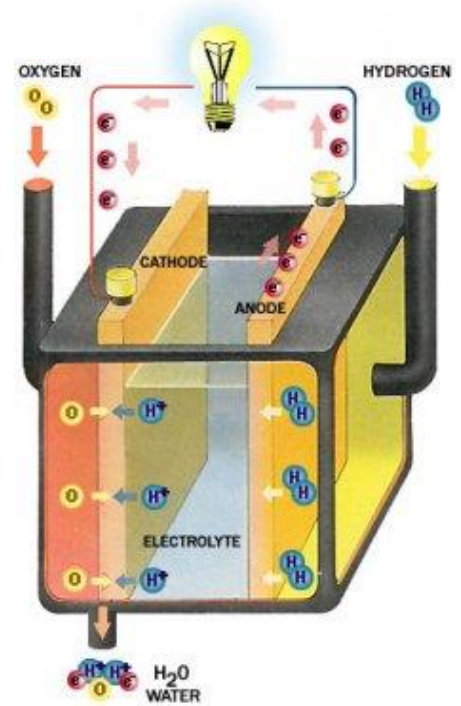


เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell)

แหล่งพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่ได้จาก น้ำมัน

- แต่ความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้น และแหล่งผลิตที่ มีอยู่จำกัด ทำให้เกิดปัญหา การขาดแคลนน้ำมัน

จากเหตุดังกล่าว จึงได้มีการค้นคว้า และพัฒนาแหล่งพลังงาน เพื่อทดแทนพลังงานจากน้ำมัน ซึ่งทางเลือกอันหนึ่งก็คือ การใช้เซลล์เชื้อเพลิง



เซลล์เชื้อเพลิง คือ อุปกรณ์ที่ ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า โดย อาศัยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี ซึ่งลักษณะการทำงานคล้ายกับแบตเตอรี่

- มีข้อดีกว่าแบตเตอรี่ตรงที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องตราบเท่าที่มีการ ป้อนเชื้อเพลิงในรูปของก๊าซ เข้าไปในเซลล์เชื้อเพลิง

ความแตกต่างระหว่างเซลล์เชื้อเพลิงกับแบตเตอรี่

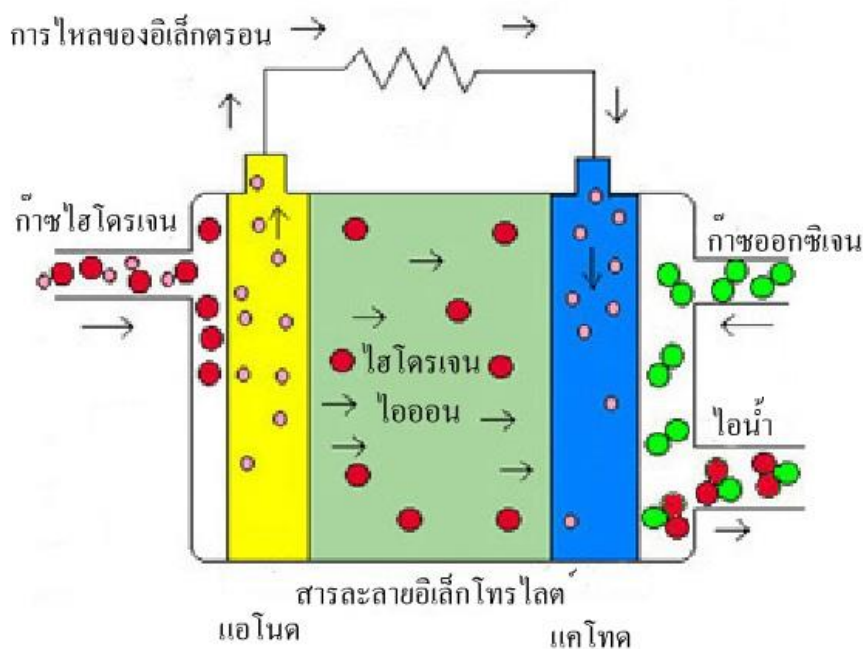
- เซลล์เชื้อเพลิง ใช้ก๊าซ O_2 กับ H_2 เป็นเชื้อเพลิง เมื่อใช้แก๊สหมด ต้องเติมเชื้อเพลิงเข้าไปเรื่อยๆ ปฏิกิริยาในเซลล์ไม่ย้อนกลับ
 ↳ แต่การอัดแบตเตอรี่เป็นการทำให้ปฏิกิริยาในเซลล์ย้อนกลับ
- เซลล์เชื้อเพลิง เก็บพลังงานเคมีไว้ไม่ได้ จึงเป็นเซลล์กัลวานิกแบบปฐมภูมิ เนื่องจากสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ ต้องผ่านเข้าออกเซลล์ตลอดเวลา
 ↳ แต่แบตเตอรี่สามารถเก็บพลังงานเคมีไว้ได้

องค์ประกอบสำคัญของเซลล์เชื้อเพลิง

- แอโนด (anode) เป็นขั้วไฟฟ้าที่ให้ประจุลบกับเซลล์เชื้อเพลิง

↳ - มีหน้าที่ส่งผ่าน e^- หรือประจุไฟฟ้าลบบอกไปทางขั้วไฟฟ้า เมื่อต่อสายไฟกับขั้วไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าจะไหลออกไป

- ส่วน H_2 ที่ถูกดึง e^- ออกไป จะแสดงประจุบวก เรียกว่า โปรตอน



- แคโทด (Cathode) เป็นขั้วไฟฟ้าที่ให้ประจุบวกกับเซลล์เชื้อเพลิง

↳ - มีหน้าที่ต่อเข้ากับสายไฟภายนอก

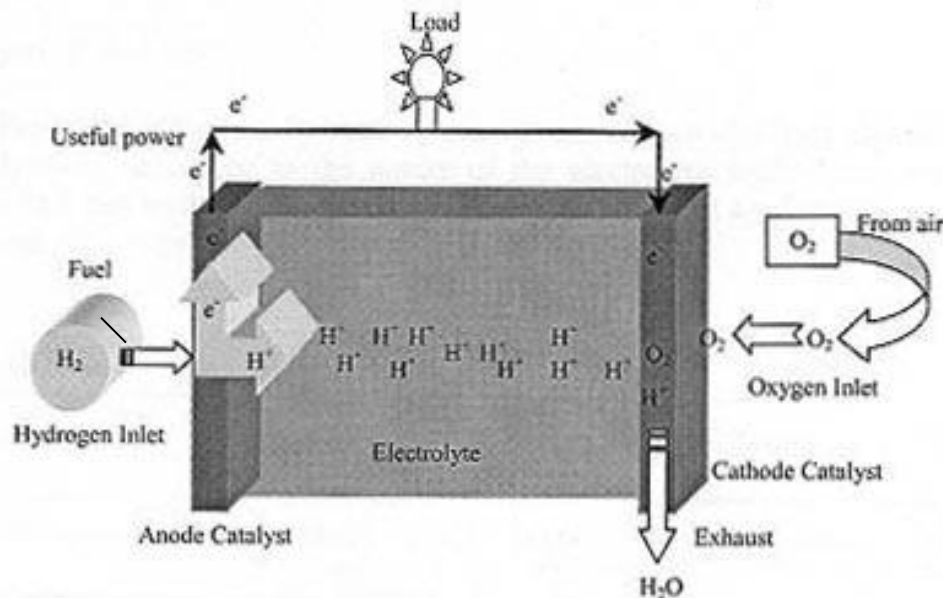
- รับ e^- มารวมกับอะตอมของ O_2 กับ H_2 กลายเป็นโมเลกุลของน้ำ

- อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) ทำจากวัสดุต่าง ๆ เช่น สารละลาย, แผ่นพลาสติก

↳ มีหน้าที่คือยอมให้ประจุบวกหรือโปรตอนเคลื่อนที่ผ่าน

หลักการทำงาน

- ที่ขั้วแอโนด ให้แก๊สไฮโดรเจน (H_2) เข้าไป และแพร่ผ่านแอโนด
- H_2 ถูกเร่งด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาให้ H^+ กับ e^- ดังสมการ $2H_2 \longrightarrow 4H^+ + 4e^-$



- ที่ขั้วแคโทด ให้แก๊สออกซิเจน (O_2) จากอากาศเข้าไปที่ขั้วแคโทด
- เมื่อ H^+ กับ e^- ซึ่งเคลื่อนที่มายังขั้วแคโทดทำปฏิกิริยากับ O_2 จากอากาศที่ให้เข้าไปเกิดเป็นโมเลกุลของน้ำ (H_2O)
- โดยอาศัยตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งทำจากแพลตินัม จะเกิดปฏิกิริยารีดักชันได้น้ำออกมา ดังสมการ $4H^+ + 4e^- + O_2 \longrightarrow 2H_2O$
- ปฏิกิริยารวมของเซลล์เชื้อเพลิงเป็นการรวมตัวของ H_2 และ O_2 เกิดเป็นน้ำ ดังสมการ $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

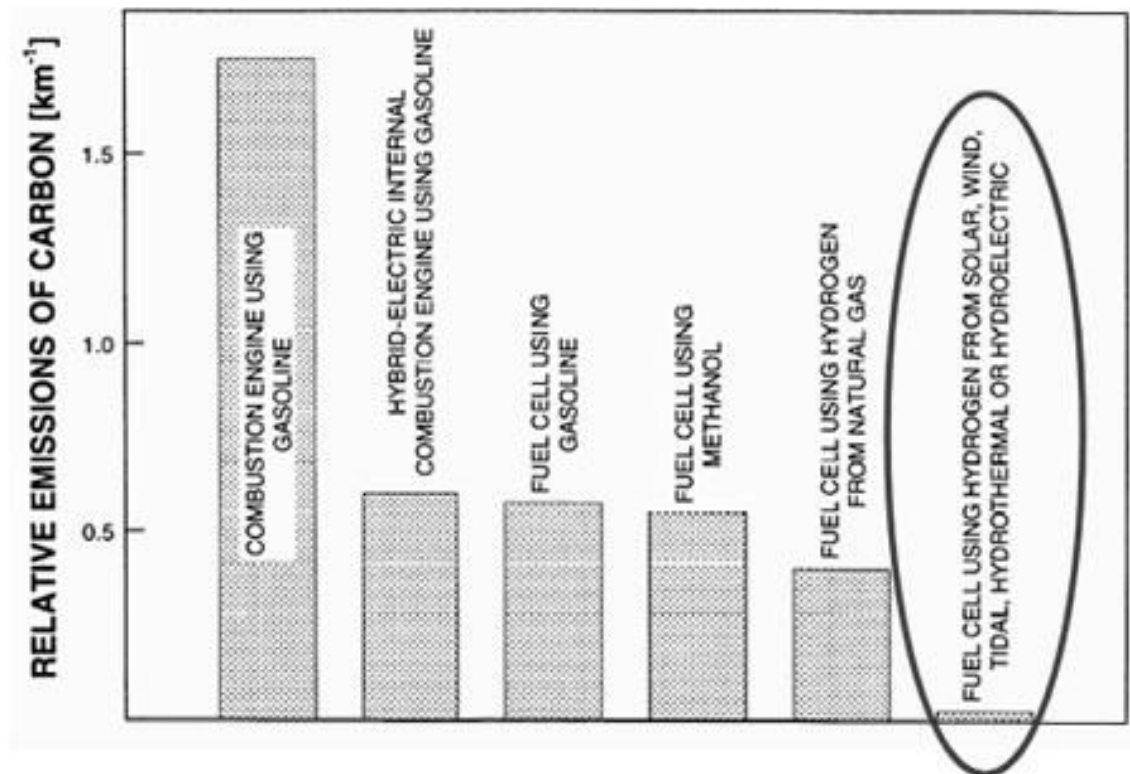
(แรงดันไฟฟ้าที่ได้ต่อหนึ่งเซลล์มีค่า 1 V และได้กระแสออกมา 10 A ถ้าต่ออนุกรมกัน 12 เซลล์ ก็จะได้แรงดันไฟฟ้า 12 V เหมือนกับแบตเตอรี่)

สรุปเซลล์เชื้อเพลิงแต่ละประเภท

ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง	อิเล็กโทรไลต์	ทำงานที่อุณหภูมิ (C)	การประยุกต์ใช้	ข้อดี	ข้อเสีย
เชื้อเพลิงเปลี่ยนโปรตอน	พอลิเมอร์	60-80	<ul style="list-style-type: none"> - การขนส่ง - ยานพาหนะ - โรงไฟฟ้า - อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เคลื่อนย้ายได้สะดวก 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ต้องใช้เวลาอุ่นเครื่อง - ใช้อุณหภูมิต่ำ - ไม่มีปัญหาการสึกกร่อนของอิเล็กโทรไลต์ 	<ul style="list-style-type: none"> - วัสดุเชื้อเพลิงที่มีสิ่งปนเปื้อน
แอลคาไลน์	โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)	90-100	<ul style="list-style-type: none"> - การขนส่ง - การทหาร - ยานอวกาศ - เรือดำน้ำ 	<ul style="list-style-type: none"> - ปฏิกิริยาที่แอโนดเกิดขึ้นรวดเร็ว 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้แก๊ส CO₂ เป็นผลิตภัณฑ์
กรดฟอสฟอริก	กรดฟอสฟอริก (H ₃ PO ₄)	175-200	<ul style="list-style-type: none"> - การขนส่ง - โรงไฟฟ้าแบบความร้อนร่วม 	<ul style="list-style-type: none"> - ประสิทธิภาพ 85% - ใช้ H₂ ที่มีสิ่งเจือปนเป็นเชื้อเพลิงได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ Pt ซึ่งมีราคาแพงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา - ให้กระแสไฟฟ้าน้อย - ขนาดใหญ่
คาร์บอนेटหลอมเหลว	โซเดียมคาร์บอเนต (Na ₂ CO ₃)	600-800	<ul style="list-style-type: none"> - โรงไฟฟ้าแบบความร้อนร่วม 	<ul style="list-style-type: none"> - ประสิทธิภาพสูง - ปรับชนิดของเชื้อเพลิงได้หลายแบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการสึกกร่อนและสารประกอบของเซลล์เชื้อเพลิงเสียไป
ออกไซด์แข็ง	เซอร์โคเนียมออกไซด์ (ZrO ₂)	600 – 1000	<ul style="list-style-type: none"> - โรงไฟฟ้าแบบความร้อนร่วม 	<ul style="list-style-type: none"> - ประสิทธิภาพสูง - ตัวเร่งปฏิกิริยาราคาถูก 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการสึกกร่อนและสารประกอบของเซลล์เชื้อเพลิงเสียไป

เซลล์เชื้อเพลิงกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

- การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (แสดงในรูปของคาร์บอน) จากยานพาหนะ
 ↳ ที่ใช้การสันดาปภายในด้วยน้ำมันเบนซินเปรียบเทียบกับยานพาหนะที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงเป็นแหล่งของพลังงาน



- ยานยนต์เซลล์เชื้อเพลิงจะช่วยลดไอเสียอันตรายและการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองลงได้
 - เซลล์เชื้อเพลิงเป็นตัวให้พลังงานแก่รถยนต์ทำให้ไอเสียที่ปล่อยออกมามีเพียงเล็กน้อยหรือแทบไม่มีเลย
 - เซลล์เชื้อเพลิงยังใช้เป็นเครื่องผลิตพลังงานให้กับบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมได้ โดยที่ไม่มีควันปล่อยออกมา

ประโยชน์ของรถยนต์เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน

- ไม่มีการปล่อยสารพิษ
- ไฮโดรเจนมีอยู่ทั่วไปจึงเป็นแหล่งพลังงานได้อย่างดี
- เซลล์เชื้อเพลิงมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา
- เซลล์เชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพดีกว่ารถปกติถึง 3 เท่า
- สามารถใช้เดินทางในระยะไกล โดยไม่ต้องแวะเติมเชื้อเพลิง
- การเติมไฮโดรเจนใช้เวลาน้อยกว่าการชาร์จแบตเตอรี่มาก



ประโยชน์ด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ

- ลดการนำเข้าน้ำมัน ช่วยลดการขาดดุลการค้า ทำให้เศรษฐกิจดีขึ้น
- ช่วยยกระดับการขนส่งและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย
- ช่วยสร้างงานในอุตสาหกรรมยานยนต์และเพิ่มการแข่งขันในอุตสาหกรรม

ข้อเสีย

- เซลล์เชื้อเพลิงไม่สามารถเก็บพลังงานได้เหมือนกับแบตเตอรี่
- ในปัจจุบันเซลล์เชื้อเพลิงยังมีราคาสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน
- จากหลักการอนุรักษ์พลังงานทำให้ประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงอาจถูกจำกัดโดยการผลิตพลังงานในขั้นแรก
- เซลล์เชื้อเพลิงไม่ใช่แหล่งกำเนิดพลังงานแต่เป็นวิธีการบรรจุพลังงานรูปแบบหนึ่งเท่านั้น (เช่นเดียวกับ battery)
(ถึงจะใช้เซลล์เชื้อเพลิง เรากงยังต้องหาพลังงานมาป้อนที่โรงงานอยู่ดี ดังนั้น เซลล์เชื้อเพลิงไม่อยู่ในฐานะพลังงานทางเลือก)
- เซลล์เชื้อเพลิงยังไม่เป็นที่นิยมใช้ทั่วไปอย่างแบตเตอรี่เพราะต้นทุนการผลิตอุปกรณ์สูง

ปัญหาและแนวทางแก้ไข

- ขั้นตอนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนซึ่งใช้พลังงานมาก
↳ การผลิตไฮโดรเจนจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบที่มีไฮโดรเจน เช่น น้ำ หรือ เชื้อเพลิงอื่นๆ
- ไฮโดรเจนเป็นก๊าซที่มีน้ำหนักเบา
↳ การบรรจุไฮโดรเจนควรบรรจุให้พอเพียงกับการใช้งาน

การเตรียมการหากจะนำเซลล์เชื้อเพลิงมาใช้ประโยชน์

- การผลิต H_2 โดยนำก๊าซที่มีปริมาณ H_2 สูง **จะต้องใช้พลังงานสูง**
 ↳ มลภาวะที่ปล่อยออกไปก็คือโรงไฟฟ้าแทน จะต้องมีการจัดการเกี่ยวกับ
มลภาวะที่จะเกิดจากโรงไฟฟ้า
- การจัดเก็บไฮโดรเจน**เพื่อป้องกันอันตรายจากการรั่วไหล**ของไฮโดรเจน
 ↳ ทั้งที่**สถานีจ่ายไฮโดรเจน**จะต้องเปิดหลังคาโล่งเพื่อให้ไฮโดรเจนลอย
 ขึ้นสู่อากาศได้รวดเร็วเมื่อมีการรั่วไหล และ**ถังเก็บในอุปกรณ์ที่ใช้**
ไฮโดรเจนกับเซลล์เชื้อเพลิงให้มีความปลอดภัยมากที่สุด

การนำเซลล์เชื้อเพลิงไปใช้ประโยชน์

เซลล์เชื้อเพลิงสามารถนำมาใช้งานได้หลายด้าน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดและเป็น
เครื่องใช้แห่งอนาคต มีดังนี้

รถยนต์พลังงานเซลล์เชื้อเพลิง (Automobiles)

- รถพลังงานเซลล์เชื้อเพลิงจะมีลักษณะคล้ายกับรถยนต์พลังงานไฟฟ้ามาก
 ต่างกันเพียงแค่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงแทนแบตเตอรี่
- รถพลังงานเซลล์เชื้อเพลิงส่วนใหญ่จะใช้เมทานอลเป็นเชื้อเพลิง

(แต่ในอนาคตเราอาจจะ**สามารถออกแบบถังเชื้อเพลิง**สำหรับบรรจุไฮโดรเจน
 ได้อย่างปลอดภัย)

Necar 4 รถยนต์เซลล์เชื้อเพลิงจากบริษัท
Daimler Chrysler

- ใช้ไฮโดรเจนเหลวเป็นเชื้อเพลิง
- ทำความเร็วสูงสุดได้ประมาณ 144 Km/h
- สามารถวิ่งได้ 450 Km ก่อนที่จะต้องเติมเชื้อเพลิงอีกครั้ง



แหล่งพลังงานพกพา (Portable Power)

- เซลล์เชื้อเพลิงสามารถใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา โทรศัพท์มือถือ หรือเครื่องช่วยฟังได้

การใช้งานกับอุปกรณ์เหล่านี้

- เซลล์เชื้อเพลิงสามารถใช้งานได้นานกว่าแบตเตอรี่ทั่วไป
- สามารถประจุไฟ (recharge) ใหม่ได้อย่างรวดเร็วโดยเชื้อเพลิงเหลว หรือแก๊ส



ต้นแบบเซลล์เชื้อเพลิงแบบพกพาขนาด

100W กำลังจ่ายพลังงานให้กับโทรทัศน์
และเครื่องเล่นวีดีโอ

เครื่องผลิตไฟฟ้าภายในบ้าน (Home Power Generation)

บริษัท General Electric สามารถผลิตเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าภายในบ้าน ที่ใช้

แก๊สธรรมชาติหรือโพรเพนเป็นเชื้อเพลิง

↳ สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากถึง 7 กิโลวัตต์ (เพียงพอสำหรับ ใช้ภายในบ้าน)
นอกจากนี้ยังให้พลังงานความร้อนซึ่งสามารถใช้ทำความร้อนภายในบ้าน
ได้อีกด้วย

เครื่องผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ (Large Power Generation)

ด้วยเทคโนโลยีด้านเซลล์เชื้อเพลิงที่ก้าวหน้า ทำให้มีประสิทธิภาพเพียง
พอที่จะทดแทนโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนที่ใช้กันอยู่

- เทคโนโลยีด้านเซลล์เชื้อเพลิงได้ถูกพัฒนาจนสามารถผลิตไฟฟ้าได้โดยตรง
จากไฮโดรเจนเซลล์เชื้อเพลิง
- นอกจากนี้ยังสามารถใช้ความร้อนและน้ำที่ได้ป้อน Turbine เพื่อผลิตไฟฟ้าได้
อีกด้วย



เครื่องผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์เชื้อเพลิงขนาดใหญ่ มีกำลังผลิต 250kW

↳ ใช้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ถูกติดตั้งในเยอรมันเพื่อทดสอบการใช้งาน

ตัวอย่างที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิง



ฮอนด้า FCX



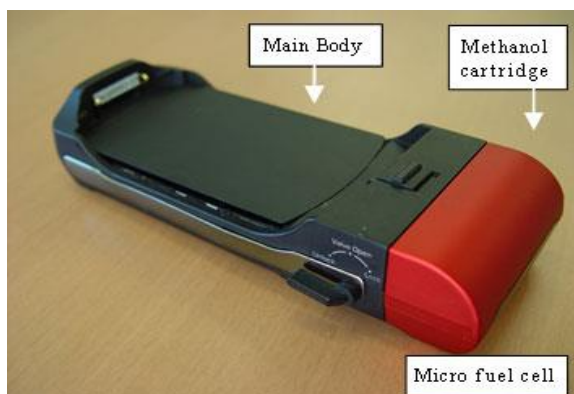
โตโยต้า FCHv



รถโดยสารเซลล์เชื้อเพลิง



เครื่องบินพลังไฮโดรเจน



แท่นชาร์ตโทรศัพท์มือถือ



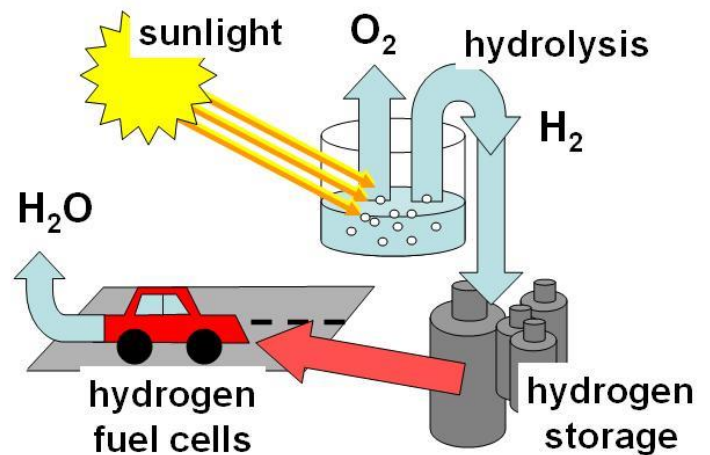
จักรยานเซลล์เชื้อเพลิง

พลังงานไฮโดรเจน (H_2)

เป็นพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับการเผา

ไหม้ที่มีประสิทธิภาพสูง, สะอาด,

และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม



- เนื่องจากไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเกิดการเผาไหม้กับ O_2 โดยจะมีเพียงไอน้ำเป็นผลพลอยได้

(ซึ่งแตกต่างจากเชื้อเพลิงอื่นๆที่ทำให้ CO_2 เป็นผลพลอยได้ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการทำให้โลกร้อนขึ้น)

- นอกจากนี้ยังสามารถนำ H_2 ไปผลิตกระแสไฟฟ้าโดยป้อนเข้าเซลล์เชื้อเพลิง

เทคโนโลยีในการผลิต H_2

ในปัจจุบัน H_2 ผลิตได้จากวัตถุดิบสองแหล่งหลัก คือ

- เชื้อเพลิงจำพวกก๊าซธรรมชาติ ถ่านน้ำมัน
- เชื้อเพลิงจากพลังงานหมุนเวียน เช่น ชีวมวล และน้ำ

เทคโนโลยีในการผลิต H_2 แบ่งได้เป็น 3 เทคโนโลยี ได้แก่

- **Thermal Process** เป็นการใช้ความร้อนกับแหล่งพลังงาน เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ชีวมวล เชื้อเพลิงเหลว เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ไฮโดรเจน เช่น Steam Reforming และ Gasification (ปัจจุบันการผลิต H_2 ในเชิงพาณิชย์จะผลิตจากก๊าซธรรมชาติโดยวิธี Steam Reforming เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ถูกที่สุด)
- **Photolytic Process** เป็นการใช้พลังงานแสงเพื่อแยกน้ำเป็น H_2 และ O_2 เช่น Photoelectrochemical Water Splitting
- **Electrolytic Process** เป็นการใช้ไฟฟ้าเพื่อแยกน้ำเป็น H_2 และ O_2 (โดย H_2 ที่เกิดขึ้นจะ ไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ แต่ขึ้นกับแหล่งในการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น พลังงานทดแทน)

ข้อดีของพลังงานเชื้อเพลิงจาก H_2

- แหล่งพลังงานดั้งเดิมก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งก๊าซชนิดนี้ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก

แต่พลังงาน H_2 เป็นพลังงานสะอาด ไม่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก

↳ ดังนั้นจึงไม่ส่งผลให้เกิดภาวะเรือนกระจก

- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดั้งเดิมที่มาจากยานพาหนะหรือแหล่งอุตสาหกรรมต่าง ๆ ก่อให้เกิดกลุ่มควันและฝุ่นละออง

↳ แต่พลังงาน H_2 ไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศเหล่านี้

- พลังงาน H_2 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องใช้พลังงานดั้งเดิมได้

↳ เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับครัวเรือน เครื่องยนต์สันดาปภายใน เครื่องกังหัน และเครื่องไอน้ำ

- ค่าพลังงานเชื้อเพลิงที่ได้จาก H_2 จะมากกว่าค่าพลังงานเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน และเชื้อเพลิงจากแอลกอฮอล์

(เช่น เมทานอลและเอทานอลถึง 2.5 และ 5 เท่า ตามลำดับ)

- H_2 สามารถนำไปใช้กับเซลล์เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งอยู่ระหว่างการพัฒนาและคาดว่าจะนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอนาคต