สำนักงานนโยบาย
และแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

โครงการการพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ
ด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (ปีที่๒)

คู่มือครู
วิชาวิทยาศาสตร์

มัธยมศึกษาปีที่
๔-๖

สนับสนุนโดย กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

ดำเนินการโดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

คำนำ

คู่มือครูนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เสริมในการเรียน การสอน ด้านพลังงานแบบบูรณาการของโครงการวิจัย “โครงการพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (ปีที่ 2)” ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักนโยบายและแผนพลังงาน ดำเนินการโดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

คู่มือครูนี้ได้ออกแบบและจัดทำให้สอดคล้องกับความรู้ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นการศึกษาตามสาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ คำศัพท์วิชาการที่ใช้ส่วนใหญ่อ้างอิงจาก พจนานุกรมศัพท์พลังงาน (อังกฤษ-ไทย) ราชบัณฑิตยสถาน (2551) โดยชุดคู่มือครูนี้ ได้ถูกแบ่งออกเป็น 8 สาระวิชาเพื่อให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังที่กล่าวมาข้างต้น คือ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ และคณะทำงานได้จัดทำชุดสื่อการสอน (บัตรรูปภาพ/บัตรคำศัพท์, ชุดทดลอง, สื่อภาพเคลื่อนไหว อนิเมชั่นและโปรแกรมอินเตอร์แอคทีฟต่างๆ) เพื่อใช้ประกอบการสอนในชุดคู่มือครูนี้

นอกจากนี้คณะทำงานได้จัดทำหนังสือความรู้พื้นฐานด้านพลังงานสำหรับครูเพื่อใช้ในการอบรมครู โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่1 สำหรับชั้นประถมศึกษาและผู้ไม่มีพื้นฐานด้านพลังงาน ระดับที่2 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระดับที่3 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักนโยบายและแผนพลังงาน ที่ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินโครงการนี้ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิและคุณครูทุกท่านที่กรุณาให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในโครงการนี้

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือครูชุดนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนในประเทศไทยโดยมีการเพิ่มสาระด้านพลังงานเพื่อทำให้คุณครูสามารถนำไปใช้เพื่อประกอบการเรียน การสอน ให้แก่นักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องของพลังงาน ตลอดจนสามารถนำไปปรับใช้กับชีวิตประจำวันทั้งในปัจจุบันและในอนาคตซึ่งจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาพลังงานของประเทศไทยอย่างยั่งยืนสืบไป

คณะผู้จัดทำ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สารบัญ

คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.4-6

1. แผนผังสาระการเรียนรู้ 1

1.1 สาระการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551 1

1.2 กรอบองค์ความรู้ด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาภายใต้ 6 หัวข้อหลักดังแผนภาพ. 2

2. สาระด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาวิทยาศาสตร์ 3

2.1 ความสัมพันธ์ของคลื่นและความเร็ว 4

สาระที่ 5 พลังงาน (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551) 4

กิจกรรมที่ 1: ไวกว่าแสง 9

2.2 เทคโนโลยีพลังงานในอนาคต 13

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551) ... 13

กิจกรรมที่ 2: รถยนต์อย่างฉันไม่ง้อน้ำมัน 19

2.3 ความสัมพันธ์ของพลังงานและสิ่งมีชีวิต 20

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551) 20

กิจกรรมเสริม 25

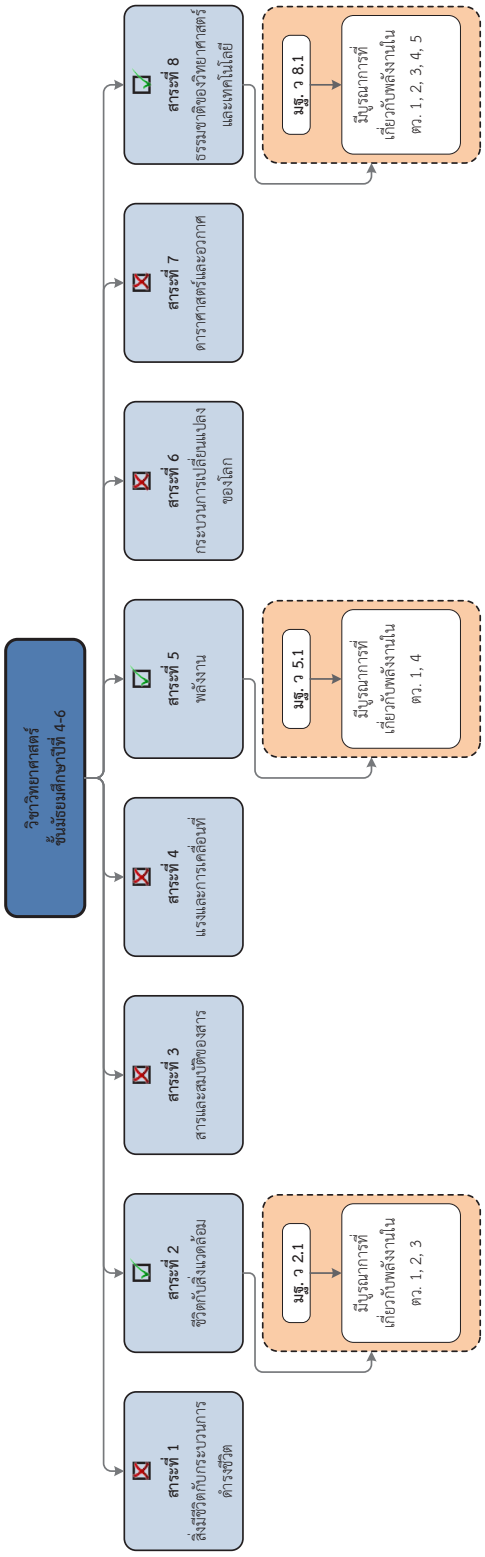
3. ตารางกิจกรรมการเรียนรู้ 26

4. แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม 27

คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.4-6

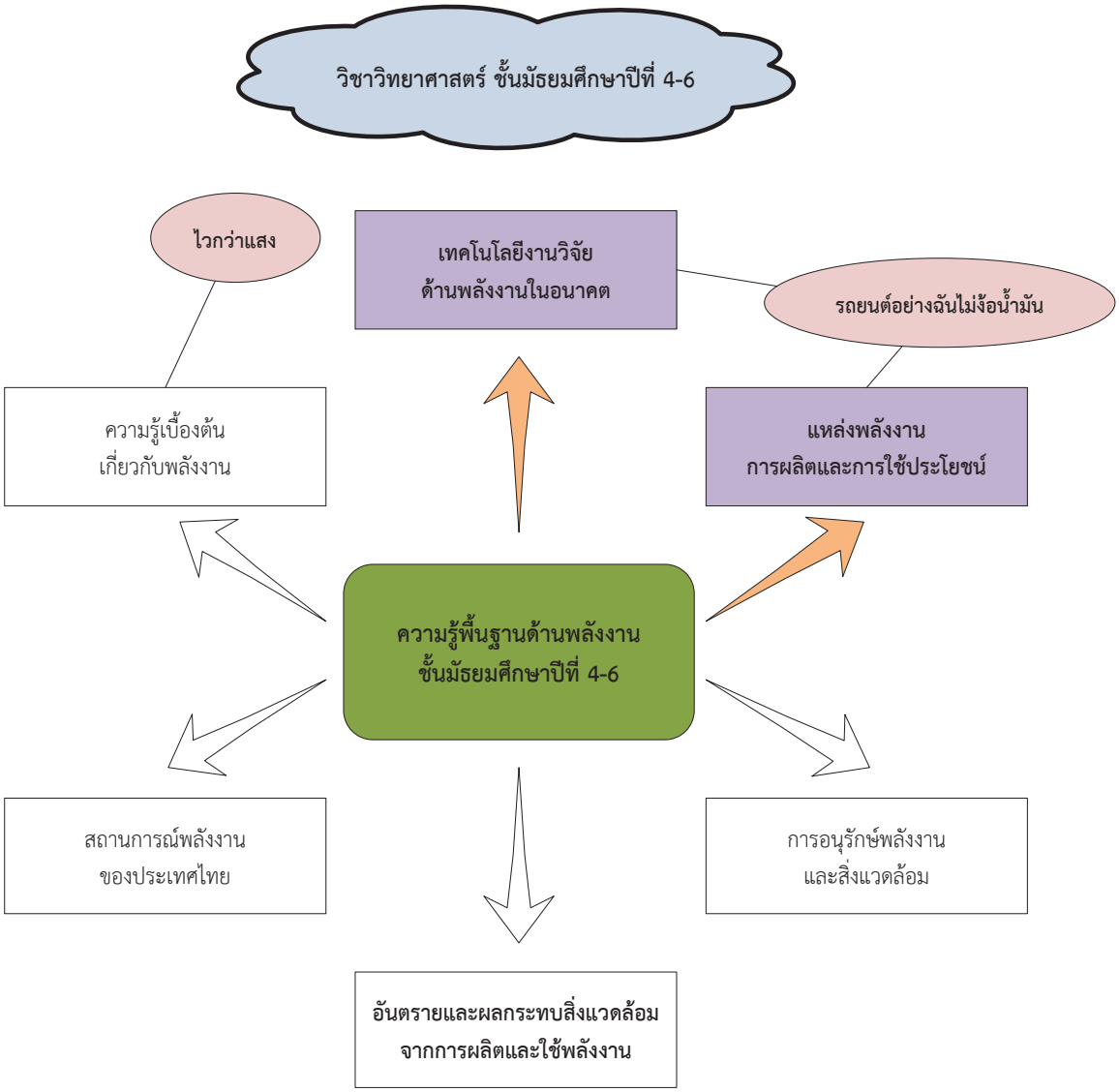
1. แผนผังสาระการเรียนรู้

1.1 สาระการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551



1.2 กรอบองค์ความรู้ด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาภายใต้ 6 หัวข้อหลักดังแผนภาพ

2. สาระด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาวิทยาศาสตร์



2.1 ความสัมพันธ์ของคลื่นและความเร็ว

สาระที่ 5 พลังงาน (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551)

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลาง
ม.4-6	1. ทดลองและอธิบายสมบัติ ของคลื่นกล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น	• คลื่นกลมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน • อัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น มีความสัมพันธ์กันดังนี้ อัตราเร็ว= ความถี่ x ความยาวคลื่น
	2. อธิบายการเกิดคลื่นเสียงบีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	• คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง • บีตส์ของเสียง เกิดจากคบื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อยมารวมกัน ทำให้ได้ยินเสียงดัง ค่อยเป็นจังหวะ • ความเข้มเสียง คือพลังงานเสียงที่ตกตั้งฉากบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ในหนึ่งหน่วยเวลา • ระดับความเข้มเสียงจะบอกความดังค่อยของเสียงที่ได้ยิน • เครื่องดนตรีแต่ละชนิดที่ใช้ตัวโน้ตเดียวกันจะให้รูปคลื่นที่แตกต่างกันเรียกว่า มีคุณภาพเสียงต่างกัน
	3. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ และการเสนอวิธีป้องกัน	• มลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ถ้าฟังเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูงกว่ามาตรฐานเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อการได้ยิยและสภาพจิตใจได้ การป้องกันโดยการหลีกเลี่ยงหรือใช้เครื่องครอบหูหรือลดการสั่นของแหล่งกำเนิดของเสียง เช่น เครื่องจักร

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลาง
	4. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	• คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่อเนื่องกันโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความถี่ต่างๆมีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน เช่น การรับส่ง วิทยุ โทรทัศน์ การป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ไม่อยู่ใกล้เตาไมโครเวฟขณะเตาทำงาน
	5. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน	• ปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียร์เกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาที่นิวเคลียร์ของธาตุที่มีเลขมวลมากแตกตัวเรียกว่า ฟิชชัน ปฏิกิริยาที่เกิดจากการหลอมรวมนิวเคลียร์ของธาตุที่มีเลขมวลน้อยเรียกว่า ฟิวชัน ความสัมพันธ์ระหว่าง มวลและพลังงานเป็นไปตามสมการ $E=MC^2$
	6. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	• ปฏิกิริยานิวเคลียร์ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
	7. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และการนำไปใช้ประโยชน์	• โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนประเภทหนึ่งซึ่งได้พลังงานความร้อนจากพลังงานนิวเคลียร์
	8. อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี	• รังสีธาตุกัมมันตรังสีมี 3 ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมาซึ่งมีอำนาจทะลุผ่านต่างกัน
	9. อธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสีและบอกวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	• กัมมันตภาพรังสีเกิดจากการสลายของไอโซโทปของธาตุที่ไม่เสถียร สามารถตรวจจับได้โดยเครื่องตรวจรังสีในธรรมชาติมีรังสีแต่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมาก • รังสีมีประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรม การเกษตร การแพทย์ โบราณคดี รังสีในระดับสูงมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

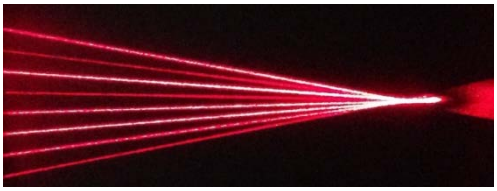
หมายเหตุ: ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เน้นในแถบสีเป็นสาระที่นำเอาองค์ความรู้ด้านพลังงานและกิจกรรมมาบูรณาการภายใต้หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551 เฉพาะที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ด้านพลังงานที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

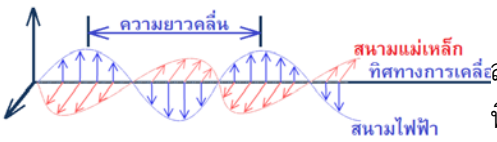
ก. ความเร็วของแสง

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1983 อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ (Speed of Light in Vacuum) มีค่าเท่ากับ 299,792,458 เมตรต่อวินาที (หรือประมาณ 2.9979 x10^8 เมตรต่อวินาที) และเป็นค่าคงที่ที่สำคัญค่าหนึ่ง ซึ่งมักจะถูกเขียนแทนด้วยอักษร ***c*** ที่มาจากภาษาละตินว่า celeritas (แปลว่า อัตราเร็ว) อัตราเร็วของแสงนี้ยังเป็นอัตราเร็วสูงสุดของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าอื่นๆ

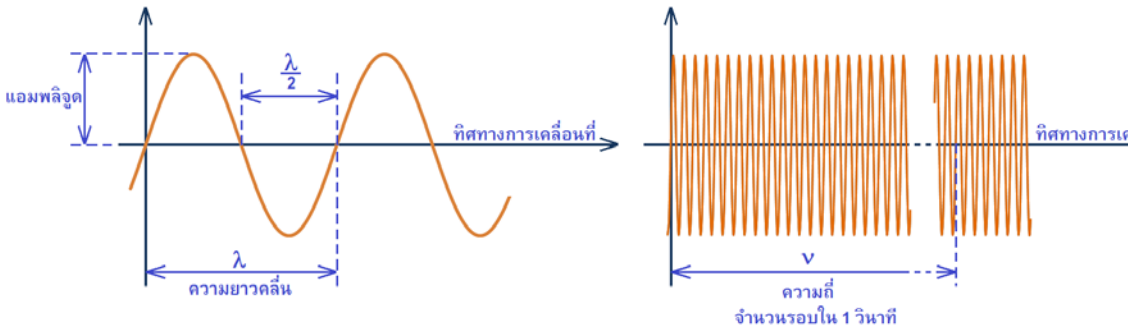
อัตราเร็ว (Speed) คือ ระยะทางในหนึ่งหน่วยเวลาเป็นปริมาณสเกลาร์ (ไม่มีองค์ประกอบของทิศทาง) ส่วน ความเร็ว (Velocity) คือ การขจัดในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวคเตอร์



รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation) หรือเรียกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นคลื่นตามขวางที่ประกอบด้วย คลื่นจากสนามไฟฟ้า และคลื่นจากสนามแม่เหล็ กที่มีเฟสจากการสั่นที่ตั้งฉากกันและเคลื่อนที่ไปยังทิศทางเดียวกัน คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่สามารถเคลื่อนที่โดยไม่อาศัยตัวกลาง ในสุญญากาศรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเดินทางด้วยความเร็วของแสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่และความยาวคลื่นแตกต่างกัน เช่น แสงสว่างหรือคลื่นแสง (ตามองเห็น) อัลตราไวโอเลต อินฟราเรด คลื่นวิทยุ โทรทัศน์ ไมโครเวฟ รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา เป็นต้น



คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบด้วยคลื่นจากสนามไฟฟ้าและ สนามแม่เหล็ก ตั้งฉากกัน เคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกัน ด้วยอัตราเร็วของแสง



โดยทั่วไป องค์ประกอบของ คลื่น จะประกอบด้วย

- สันคลื่น หรือ ยอดคลื่น ตำแหน่งสูงสุดของคลื่น
- ท้องคลื่น ตำแหน่งต่ำสุดของคลื่น
- แอมพลิจูด ระยะขจัดสูงสุดของคลื่นที่วัดจากตำแหน่งสมดุล
- คาบ ช่วงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ
- ความยาวคลื่น ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ
- ความถี่ จำนวนรอบของคลื่นในเวลา 1 วินาที

เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลาง เช่น อากาศ อัตราเร็วของแสงจะมีค่าลดลงหรือต่ำกว่า c และหากแทนอัตราเร็วของแสงที่เดินทางผ่านตัวกลางนี้ ด้วยอักษร v แล้ว อัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ (c) และอัตราเร็วของแสงที่เดินทางผ่านตัวกลาง (v) นี้คือ ดัชนีหักเหของตัวกลาง หรือ Refractive Index และมักจะถูกเขียนแทนด้วยอักษร n นั่นคือ $n = c / v$ ตัวอย่างดัชนีหักเหของอากาศที่อุณหภูมิ 30°C มีค่าเท่ากับ 1.00026337 ฉะนั้นอัตราเร็วของแสง ที่เดินทางผ่านอากาศที่อุณหภูมิ 30°C จะมีค่าประมาณ 299,713,622 เมตรต่อวินาที (หรือประมาณ 2.9971×10^8 เมตรต่อวินาที)

เนื่องจากแสงถือว่าเป็นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าและมีสมบัติเป็นคลื่นประเภทหนึ่ง ที่ประกอบด้วยความยาวคลื่นและความถี่ของคลื่น ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเร็วของแสง (c) กับ ความยาวคลื่น (λ) และความถี่ของคลื่น (ν) คือ $c = \lambda \nu$

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวทำให้เราสามารถทำการทดลองอย่างง่ายเพื่อทำการคำนวนประมาณการค่าอัตราเร็วของแสงได้โดยการวัดความยาวคลื่นและทราบความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง และใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ที่มีการสร้างหรือสามารถเป็นต้นกำเนิดคลื่นมาประยุกต์เพื่อใช้หาอัตราเร็วของแสงได้ เช่น เตาอบไมโครเวฟ

เตาอบไมโครเวฟ หรือ Microwave Oven หรือที่มักถูกเรียกสั้นๆ ว่าเตาไมโครเวฟ เป็นอุปกรณ์เครื่องครัวชนิดหนึ่งที่สามารถให้ความร้อนแก่อาหาร โดยใช้ ชิ้นส่วนที่เรียกว่า แมกนีตรอน (Magnetron) ในการกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ เมื่อคลื่นไมโครเวฟผ่านเข้าไปในอาหารที่มีโมเลกุลของน้ำ โมเลกุลของน้ำจะเกิดการสั่นและเสียดสีจนเกิดความร้อน และคลื่นไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นมากพอที่จะสามารถถูกบันทึกและวัดระยะห่างระหว่างตำแหน่งของการสั่นและเสียดสีจนเกิดความร้อนนั้นได้

แมกนีตรอน (Magnetron) เป็นอุปกรณ์กำเนิดคลื่นไมโครเวฟซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีความถี่ประมาณ 2450 MHz เมื่อคลื่นไมโครเวฟผ่านเข้าไปในอาหารหรือของเหลว โมเลกุลของน้ำจะเกิดการสั่นและเสียดสีจนเกิดความร้อน หากร่างกายหรือเนื้อเยื่อของร่างกายหรือดวงตา ได้รับคลื่นไมโครเวฟในปริมาณสูง ก็จะทำให้เกิดความร้อนได้เช่นเดียวกัน จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายหรืออวัยวะหรือเนื้อเยื่อในส่วนที่ได้รับความร้อนนั้น

ที่มา: Jenifer Truong, http://www.microwaves101.com/encyclopedia/magnetron.cfm

ข้อควรระวังในการใช้เตาอบไมโครเวฟ

1. เตาอบไมโครเวฟที่ใช้ต้องได้รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ลักษณะภายนอกของเตาอบไมโครเวฟอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่มีชิ้นส่วนเสียหาย สายไฟฟ้าไม่มีลักษณะของการชำรุด ผนังของประตูควรมีสภาพเรียบร้อยไม่มีตำหนิ
3. ประตูของเตาอบไมโครเวฟควรปิดได้สนิท สามารถเปิดปิดได้สะดวก และบานพับของประตูควรอยู่ในสภาพดี
4. ภายในเตาอบควรมีความสะอาด ไม่มีคราบหรือรอยไหม้ ไม่มีรอยสึกกร่อนที่ประตู ขอบประตู หรือผนังภายใน
5. ไม่ใช้ภาชนะหรือวัสดุใดที่มีส่วนประกอบของโลหะหรือแผ่นสะท้อนแสง หรือใช้ภาชนะที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับเตาอบไมโครเวฟเท่านั้น
6. ขณะใช้งาน หากประตูของเตาอบไมโครเวฟถูกเปิดออก เตาอบไมโครเวฟจะต้องหยุดการทำงานทันที
7. ขณะใช้งาน ไม่มองผ่านเข้าไปภายในเตาอบไมโครเวฟ และไม่อยู่ชิดหรือใกล้เตาอบไมโครเวฟ
8. เมื่อยกภาชนะออกจากเตาอบไมโครเวฟ ภาชนะอาจมีความร้อน
9. เมื่อยกภาชนะออกจากเตาอบไมโครเวฟ ภาชนะอาจมีความร้อน

กิจกรรมที่ 1: ไวกว่าแสง

ครอบคลุมสาระที่ 5 มาตรฐาน ว 5.1 ตัวชี้วัดที่ 1 และ4

เวลาที่แนะนำให้ใช้ในการทำกิจกรรม: 60 นาที

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้นักเรียนทราบถึงความสำคัญของความหลากหลายและระบบนิเวศ การอยู่อย่างสมดุล การขาดองค์ประกอบใด

รายละเอียดกิจกรรม:

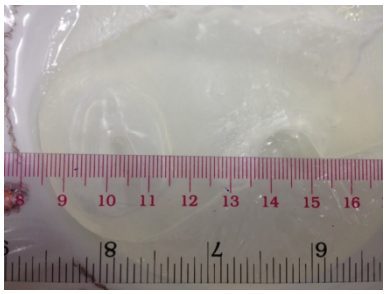
อุปกรณ์การทดลอง:

1. ก้อนสบู่ที่มีขนาดประมาณ 15 เซนติเมตร x 15 เซนติเมตร และหนาประมาณ 3 เซนติเมตร
2. จานรองสบู่ (ไว้รองรับสบู่ที่ละลาย)
3. เตาอบไมโครเวฟ (หากเตาอบไมโครเวฟมีถาดรองแบบหมุนได้ ให้ปิดระบบหมุน หรือ ให้ถอดแกนหมุนของถาดรองออก จะไม่หมุนก้อนสบู่ระหว่างดำเนินการทดลอง)

วิธีดำเนินการทดลอง

1. นำก้อนสบู่วางบนจานรองสบู่ และวางที่ตำแหน่งกึ่งกลางของถาดรองในเตาอบไมโครเวฟ
2. ตั้งความร้อนของเตาอบไมโครเวฟที่สูงสุด และตั้งระยะเวลาอบประมาณ 5–10 วินาที (ขึ้นอยู่กับขนาดของกำลังของเตาอบไมโครเวฟ อาจเริ่มที่ระยะเวลาน้อย เมื่อครบตามระยะเวลาที่ตั้งไว้และเตาอบไมโครเวฟหยุดการทำงาน
3. ให้เปิดฝาและสังเกตตำแหน่งของสบู่ที่หลอมเหลว จะมีลักษณะคล้ายหลุมที่ถูกหลอมอย่างตื้นๆ ที่ผิวด้านบนของก้อนสบู่ แต่หากไม่พบลักษณะดังกล่าว ให้อบต่ออีกครั้งละ 5 วินาที หรือจนกว่าจะพบหลุมที่ถูกหลอมจำนวน 2–3 หลุม)
4. ยกจานรองสบู่ออกจากไมโครเวฟ (หากใช้เทียนที่หลอมแข็งตัว จะยังคงสามารถสังเกตรอยยุบตัว)
5. วัดระยะห่างระหว่างหลุมที่ถูกหลอม ซึ่งจะมีค่าประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นไมโครเวฟ
6. คำนวน อัตราเร็วของแสง (c) จากความสัมพันธ์ $c = \lambda \nu$ ระหว่าง โดย λ คือ ความยาวคลื่นไมโครเวฟ (ระยะทางที่วัดได้ x 2 และปรับหน่วยให้เป็น เมตร) และ ν คือ ความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ (ความถี่ของคลื่นไมโครเวฟระบุอยู่ที่คู่มือการใช้เตาอบไมโครเวฟ โดยทั่วไปความถี่ของคลื่นไมโครเวฟในเตาอบไมโครเวฟสำหรับอุปกรณ์เครื่องครัวมีค่าประมาณ 2450 MHz หรือ 2,450,000,000 Hz)

ตัวอย่างผลการทดลองกิจกรรมการวัดอัตราเร็วของแสง และบันทึกลักษณะของก้อนสบู่ก่อนและหลังอบในเตาอบไมโครเวฟ

ลำดับ	รูปภาพประกอบ	ที่มา
1		ลักษณะก้อนสบู่บนจานรองสบู่ก่อนการอบ
2		หลังจากการอบ 15 วินาที ลักษณะผิวหน้าของก้อนสบู่หลังการอบ จะมีลักษณะคล้ายหลุมที่ถูกหลอมอย่างตื้นๆ นอกจากนี้ยังมีลักษณะอันเนื่องมาจากการหลอมบริเวณด้านในและบริเวณด้านล่างของก้อนสบู่ ระยะห่างระหว่างหลุมที่หลอมประมาณ 4.5 เซนติเมตร (วัดระยะห่างระหว่างจุดกึ่งกลางของหลุม)

ตัวอย่างการคำนวนอัตราเร็วของแสง

- ระยะห่างระหว่างหลุมที่หลอม = 4.5 เซนติเมตร
- ความยาวคลื่นไมโครเวฟ มีค่าประมาณ 4.5 x 2 = 9 เซนติเมตร หรือ 0.09 เมตร
- อัตราเร็วของแสง $c = \lambda \nu$ หรือมีค่าประมาณ 0.09 เมตร x 2,450,000,000 Hz = 220,500,000 เมตรต่อวินาที

ตัวอย่างการพิจารณาผลการทดลองเพิ่มเติม

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าคลื่นไมโครเวฟซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่ส่งผลให้สบู่หลอมได้ และผลการคำนวนอัตราเร็วของแสงแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและอัตราเร็วของแสง อย่างไรก็ตามผลการคำนวนยังแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างจากอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ ซึ่งสาเหตุของความแตกต่างนี้มีหลายประการและเป็นประเด็นที่ต้องนำกลับไปพิจารณา ในชั้นเรียนเพื่ออธิบายต่อไป

หากมีการทำการทดลองซ้ำ โดยใช้ก้อนสบู่เหมือนเดิมและตั้งระดับความร้อนจากเตาอบไปโครเวฟเดิม หลังการทดลอง ระยะห่างระหว่างหลุมที่หลอม อาจจะมีค่าที่ต่างไปจากเดิม สาเหตุของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเป็นประเด็นที่ต้องนำกลับไปพิจารณาในชั้นเรียนเพื่ออธิบายต่อไป

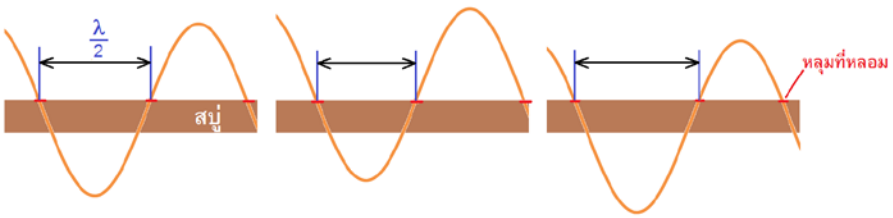
ตัวอย่างคำอธิบายเพื่อประกอบการพิจารณาในชั้นเรียน

ความแตกต่าง ของอัตราเร็วของแสง ที่คำนวนได้ จากอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ อาจเกิดจาก คลื่นไมโครเวฟ เดินทางผ่านตัวกลางในเตาอบไมโครเวฟ ซึ่งอาจต้องพิจารณาตัวกลางที่มีค่า ดัชนีหักเห ของอากาศ และค่าดัชนีหักเหของสบู่

ความคลาดเคลื่อนของ ระยะห่างระหว่างหลุมที่หลอม อาจเกิดขึ้นจาก การระบุตำแหน่งหลุมเพื่อการวัด ความสามารถของบุคคลในการวัดระยะห่างระหว่างหลุมที่หลอม ตำแหน่งการวางสบู่ที่จะส่งผลต่อการเดินทางผ่านของคลื่นไมโครเวฟ กำลังไฟ(พลังงาน)ของเครื่องอบไมโครเวฟในการกำเนิดคลื่นไมโครเวฟอาจไม่เท่ากันตลอดเวลาซึ่งส่งผลต่อความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ สบู่แต่ละก้อนที่นำมาทดลองอาจมีความแตกต่างกัน

ข้อสังเกต

เมื่อคลื่นไมโครเวฟที่มีความยาวคลื่นเดียวกันแต่เดินทางผ่านก้อนสบู่ในตำแหน่งที่ต่างกัน



ระยะห่างระหว่างหลุมที่หลอมจะมีขนาดต่างกัน จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของ ระยะห่างระหว่างหลุมที่หลอมต่างกัน

หากกำลังไฟฟ้า (พลังงาน) ของเครื่องอบไมโครเวฟที่ใช้กำเนิดคลื่นไมโครเวฟเปลี่ยนไป เช่น มีระบบการเบาไฟหรือลดกำลังแบบอัตโนมัติ จะทำให้การเปลี่ยนแปลงของความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ นั่นคือจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่นของคลื่นไมโครเวฟ

แนวทางการประเมินผล:

1. นักเรียนเข้าใจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงาน
2. การหลอมของสบู่เป็นผลมาจากพลังงานจากคลื่นไมโครเวฟ
3. นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและอัตราเร็วของแสง และสามารถคำนวนอัตราเร็วของแสงได้
4. นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของแสงและตัวกลางที่เคลื่อนที่ผ่าน
5. นักเรียนสามารถอธิบายผลการทดลอง
6. นักเรียนมีความพยายามอธิบายความแตกต่างที่เกิดขึ้นอย่างเป็นเหตุเป็นผล
7. หากมีการทดลองซ้ำและ ระยะห่างระหว่างหลุมที่ ถูกหลอมมีความแตกต่างกัน นักเรียนมีความพยายามในการอธิบายความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างเป็นเหตุเป็นผล

2.2 เทคโนโลยีพลังงานในอนาคต

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551)

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

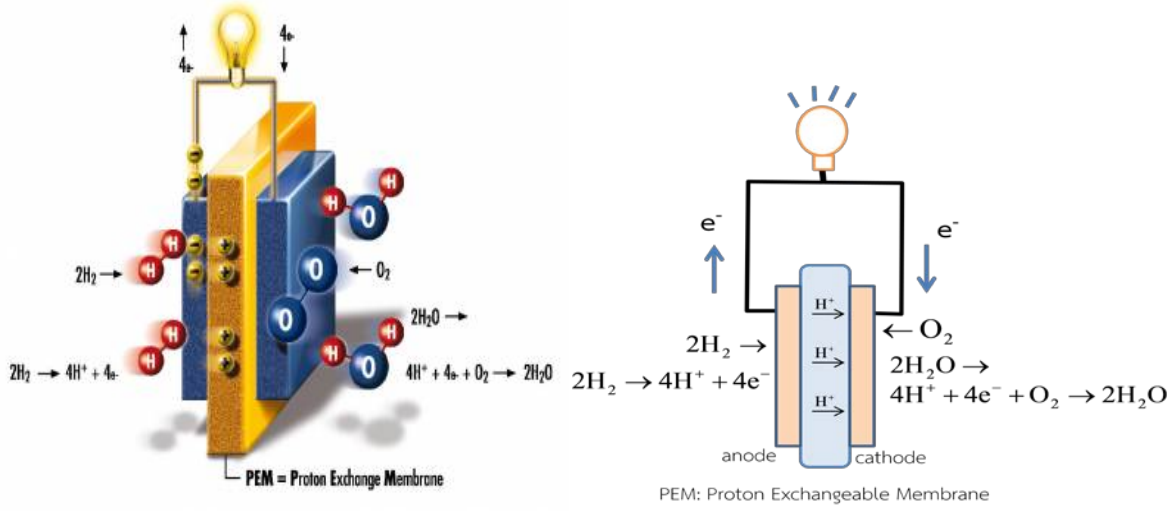
ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลาง
ม.4-6	1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้	-
	2. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	-
	3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ	-
	4. เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ	-
	5. รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ	-

หมายเหตุ: ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เน้นในแถบสีเป็นสาระที่นำเอาองค์ความรู้ด้านพลังงานและกิจกรรมมาบูรณาการภายใต้หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551 เฉพาะที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ด้านพลังงานที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

ข. เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) คืออะไร?

เซลล์เชื้อเพลิงเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นไฟฟ้า ทั้งนี้เซลล์เชื้อเพลิงประกอบด้วย **ขั้วบวก**ที่เรียกว่า “แคโทด (cathode)” **ขั้วลบ**เรียกว่า “แอโนด (anode)” และมีแผ่นกั้นอยู่ระหว่างขั้วทั้งสอง โดยมีน้ำเป็นของเหลวที่นำไฟฟ้าเพื่อเป็นสื่อให้ประจุบวกสามารถเคลื่อนที่ผ่านได้ เมื่อต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบจนครบวงจรดังรูป จะเกิดปฏิกิริยาการสร้างโปรตอน (H^+) และอิเลคตรอนจากแก๊สไฮโดรเจนที่ขั้วลบ อิเลคตรอนจะวิ่งไปที่อุปกรณ์ไฟฟ้า ไปจนถึงขั้วบวก ส่วนโปรตอนที่ผลิตได้จะวิ่งผ่านแผ่นกั้นที่ยอมให้แต่โปรตอนเท่านั้นไหลผ่านที่เรียกว่า Proton Exchangeable Membrane (PEM) เข้าไปทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนและอิเลคตรอนเกิดน้ำที่ขั้วบวก ไฟฟ้าที่ได้จะนำไปใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ออกมาจากเซลล์เชื้อเพลิงมีเพียงน้ำและไฟฟ้า พลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิงจึงถูกเรียกว่าเป็นพลังงานสะอาดเพราะไม่ทำให้เกิดมลพิษในขณะใช้งาน โครงสร้างของเซลล์เชื้อเพลิงแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างของเซลล์เชื้อเพลิง

(ที่มา: http://www.odec.ca/projects/2007/truo7j2/fuelcell.htm)

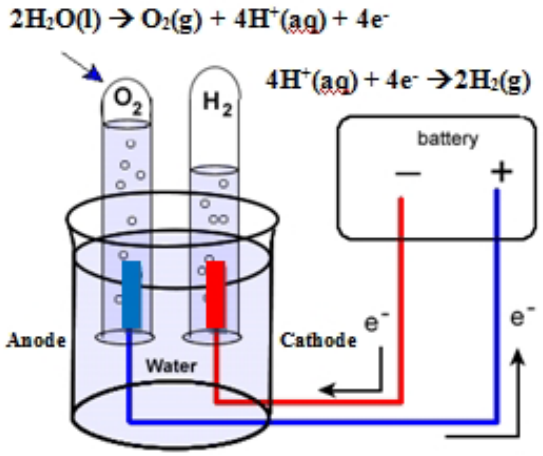
ค. แก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจนสามารถทำปฏิกิริยากันเลยได้หรือไม่

โดยปกติแก๊สไฮโดรเจนจะไม่ทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนโดยตรง เพราะปฏิกิริยาการเกิดน้ำจากแก๊สทั้งสองโดยตรงต้องอาศัยพลังงานจากภายนอกเพื่อกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยา เช่น ความร้อน ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาคือน้ำและพลังงานความร้อนจำนวนมาก (ซึ่งจะเห็นในรูประเบิด) ในเซลล์เชื้อเพลิงจะใช้โลหะแพลททินัมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดน้ำและไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องใช้พลังงาน

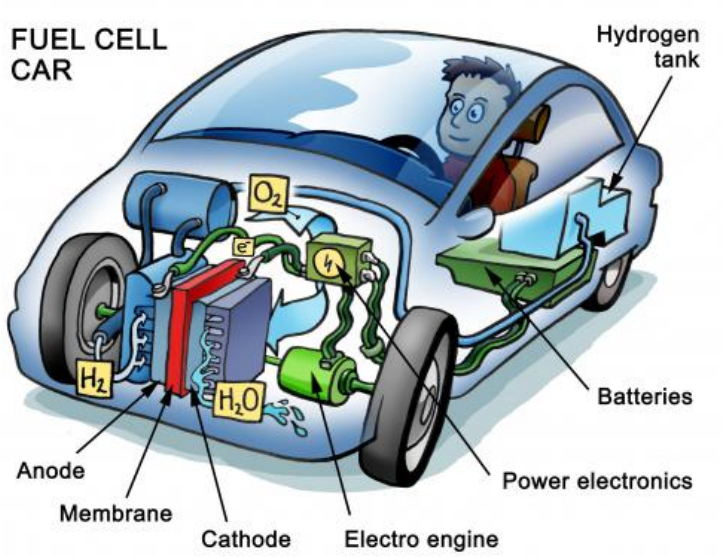
กระตุ้น ดังนั้นสิ่งที่ต้องการคือ แก๊สไฮโดรเจน (H_2) แก๊สออกซิเจน (O_2) และเซลล์เชื้อเพลิง เพื่อทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหล

ง. การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis of water)

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าเซลล์เชื้อเพลิงจะทำงานได้ต้องอาศัยแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน ดังนั้นจึงต้องเตรียมแก๊สทั้ง 2 ประเภทจึงจะทำให้เซลล์เชื้อเพลิงทำงานได้ วิธีการผลิตแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจนที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ การผลิตแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจนจากกระบวนการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า ซึ่งเป็นการให้ไฟฟ้าเข้าไปทำให้น้ำแตกตัวเกิดเป็นแก๊สออกซิเจนที่ขั้วบวกและแก๊สไฮโดรเจนที่ขั้วลบ (รูปที่ 2) ทั้งนี้จะเห็นว่าโครงสร้างของเซลล์ที่ใช้แยกน้ำด้วยไฟฟ้าและเซลล์เชื้อเพลิงจะประกอบด้วยโครงสร้างที่เหมือนกัน ดังนั้นจึงสามารถใช้เซลล์เดียวกันทำหน้าที่ทั้ง 2 อย่างได้คือเป็นทั้งเซลล์แยกน้ำด้วยไฟฟ้าและเซลล์เชื้อเพลิง หลักการแยกน้ำด้วยไฟฟ้าและเซลล์เชื้อเพลิงถูกนำมาใช้ในรถยนต์ โดยมีแบตเตอรี่เป็นตัวจ่ายไฟฟ้าเพื่อแยกน้ำเป็นแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน และใช้แก๊สที่ผลิตได้เป็นเชื้อเพลิงในเซลล์เชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์รถยนต์และน้ำดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า



รูปที่ 3 การขับเคลื่อนรถยนต์ด้วยเซลล์เชื้อเพลิง

ที่มา: Gabriel J. Bermudez, https://reich-chemistry.wikispaces.com/BermudezEnergyWaterwiki

จ. ไบโอดีเซลจากสาหร่าย

สาหร่าย โดยเฉพาะสาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) สามารถเป็นแหล่งทรัพยากรชีวภาพเพื่อใช้เป็นอาหาร (ส่วนใหญ่ใช้เป็นอาหารเสริม) ทั้งในคนและสัตว์ แต่ก็เป็นแหล่งวัตถุดิบที่มีศักยภาพเพื่อการผลิตพลังงาน (biofuels) โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งวัตถุชนิดต่างๆ ใช้ในปัจจุบัน (ตารางที่ 1) ถึงแม้เทคโนโลยีเพื่อการผลิตระดับเชิงพาณิชย์ยังคงอยู่ในขั้นตอนการวิจัย ทั้งนี้เพราะสาหร่ายไม่เพียงแต่สามารถผลิตพลังงาน แต่ยังสามารถดักจับคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ หรือจากการปลดปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยใช้เพื่อการเจริญเติบโต และสร้างพลังงานชีวภาพ เช่น ATP, NADPH สารอาหาร/สารเคมีต่างๆ รวมทั้งสารประกอบที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

อย่างไรก็ตาม สาหร่ายขนาดเล็กมีมากกว่า 100,000 สายพันธุ์ แต่มีความหลากหลายในปริมาณและคุณภาพของน้ำมัน และหลายพันสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อเป็นวัตถุดิบใช้ผลิตไบโอดีเซล (ตารางที่ 2) ซึ่งรวมถึงการพัฒนาการผลิต/การเพาะเลี้ยง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะเลี้ยงในสภาวะกลางแจ้ง (outdoor cultivation) และการเก็บเกี่ยวในระดับเชิงพาณิชย์

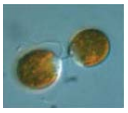
ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบผลผลิตน้ำมัน (oil yield) ระหว่างสาหร่ายและวัตถุดิบประเภทต่างๆ ที่ใช้ผลิตไบโอดีเซล

วัตถุดิบ	ผลผลิตน้ำมัน (บาร์เรล/เฮคแทร์/ปี)	ปริมาณการผลิตในปัจจุบัน (บาร์เรล/ปี)
ถั่วเหลือง (soybean)	2.5	มากกว่า 10,000,000
ทานตะวัน (sunflower)	5	มากกว่า 10,000,000
คาโนล่า (canola)	10	มากกว่า 10,000,000
สบู่ดำ (jatropha)	12	ไม่มาก
ปาลม์ (palm oil)	36	มากกว่า 10,000,000
สาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae)	360	น้อยกว่า 0.1

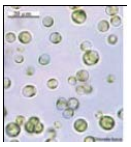
อ้างอิง: Hart Energy, www.GlobalBiofuelsCenter.com

ตารางที่ 2 ตัวอย่างสาหร่ายสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีศักยภาพใช้ผลิตไบโอดีเซล

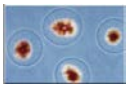
สายพันธุ์สาหร่าย	ปริมาณน้ำมัน (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)
Ankistrodesmus braunii	สูงถึง 73%
Chlorella protothecoides	สูงถึง 58%
Neochloris oleoabundans	สูงถึง 54%
Pleurochrysis carterae	สูงถึง 50%
Nannochloropsis spp.	สูงถึง 41%
Arthrospira (Spirulina) platensis	สูงถึง 29%
Tetraselmis suecica	สูงถึง 25%
Dunaliella tertiolecta	สูงถึง 23%
Nannochloris atomus	สูงถึง 22%
Euglena gracilis	14%-20%
Scenedesmus dimorphus	สูงถึง 9%



Chlorella



Dunaliella



Haemat

Spirulina

อ้างอิง: Hart Energy, www.GlobalBiofuelsCenter.com

กิจกรรมที่ 2: รถยนต์อย่างฉันไม่ง้อน้ำมัน

ครอบคลุมสาระที่ 5 มาตรฐาน ว 5.1 ตัวชี้วัดที่ 1 2 และ 3

เวลาที่แนะนำให้ใช้ในการทำกิจกรรม: 60 นาที

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ ว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง และเห็นความความสัมพันธ์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและอัตราเร็วของแสง

รายละเอียดกิจกรรม:

ครูให้นักเรียนทำการทดลองชุดทดสอบเซลล์เชื้อเพลิงดังนี้

การผลิตแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน

1. เติมน้ำเข้าไปในเซลล์โดยให้ระดับน้ำอยู่ในระดับที่กำหนดไว้ในเซลล์แยกน้ำ (เป็นเซลล์เดียวกับเซลล์เชื้อเพลิง)
2. เติมน้ำเข้าไปในกระบอกน้ำ และนำหลอดกักแก๊สครอบลงมาในกระบอกน้ำ
3. ต่อสายยางระหว่างหลอดกักแก๊สและเซลล์แยกน้ำ
4. ต่อแบตเตอรี่เข้ากับเซลล์ และเปิดสวิทช์แบตเตอรี่ให้ไฟฟ้าผ่านเข้าไปผลิตแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน
5. สังเกตว่าแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้น จนเมื่อฟองแก๊สเริ่มเต็มหลอดและเริ่มออกมาจากหลอดกักแก๊ส จึงให้ทำการปิดสวิทช์แบตเตอรี่และถอดสายแบตเตอรี่ออก

การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์เชื้อเพลิง

ต่อสายไฟฟ้าจากมอเตอร์เข้าไปในเซลล์เชื้อเพลิง จะเห็นว่าชุดทดสอบสามารถขับเคลื่อนได้ด้วยพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง

แนวทางการประเมินผล:

ให้นักเรียนตอบคำถามจากการทดลองชุดทดสอบเซลล์เชื้อเพลิงดังนี้

1. ในการแยกก๊าซไฮโดรเจนกับออกซิเจนจากน้ำเราจะได้ปริมาตรของก๊าซอะไร มากกว่ากัน เพราะเหตุใด
2. รถยนต์ในการทดลองนี้วิ่งได้อย่างไร
3. นักเรียนคิดว่าแหล่งพลังงานที่ใช้แทนน้ำมันในรถยนต์มีอะไรได้อีกบ้าง
4. นักเรียนได้ความรู้อะไรจากการทดลองนี้บ้าง
5. นักเรียนคิดว่าการทดลองนี้น่าสนใจในระดับใด
   (**เลือกตอบ**: มากที่สุด / มาก / ปานกลาง / น้อย / ไม่น่าสนใจ เพราะ ...)

2.3 ความสัมพันธ์ของพลังงานและสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551)

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลาง
ม.4-6	1. อธิบายดุลยภาพของระบบนิเวศ	• ระบบนิเวศในธรรมชาติจะมีความสมดุลได้ก็ต่อเมื่อมีสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ในระบบนิเวศจนทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศบนโลก
	2. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต	• ระบบนิเวศในโลกที่มีความหลากหลาย มีการเปลี่ยนแปลงต่างๆเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากมนุษย์เป็นผู้กระทำ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจส่งผลทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุลได้ • เมื่อระบบนิเวศเสียสมดุลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพทางธรรมชาติของระบบนิเวศย่อยส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นด้วย
	3. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และเสนอแนะแนวทางในการดูแลรักษา	• ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ ถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งถูกทำลายหรือสูญหายไป ก็จะส่งผลกระทบต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอื่นๆในระบบนิเวศด้วย • ความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศหนึ่งยังอาจเกื้อกูลต่อระบบนิเวศอื่นๆได้ด้วย • ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญต่อมนุษย์ มนุษย์ใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพมากมาย การใช้ที่ขาดความระมัดระวังอาจส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพได้ ซึ่งทุกคนควรมีส่วนร่วมในการดูแล และรักษา

หมายเหตุ: ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เน้นในแถบสีเป็นสาระที่นำเอาองค์ความรู้ด้านพลังงานและกิจกรรมมาบูรณาการภายใต้หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551 เฉพาะที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ด้านพลังงานที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

ฉ. มวลชีวภาพ ห่วงโซ่อาหาร และวัฏจักรคาร์บอน

มวลชีวภาพ เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน ที่ได้จากอินทรีย์วัตถุ สิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ พืชไร่ (เช่น อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง) วัสดุเหลือใช้ทางเกษตร (แกลบ , ฟางข้าว, ซางข้าวโพด ฯ) ขยะ มูลสัตว์ แก๊สชีวภาพ เป็นต้น สิ่งมีชีวิตเช่น ต้นไม้ หรือพืชต่างๆ ตลอดจน สาหร่ายน้ำจืด สาหร่ายน้ำเค็ม และจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงต่างๆ (photosynthetic microorganisms) เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสง (Photosynthesis) ทำให้เจริญเติบโต ดังนั้นองค์ประกอบทุกส่วนจึงเป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากดวงอาทิตย์ อีกทั้งยังเป็นแหล่งอาหารของคนและสัตว์ เช่น ข้าว มัน และ เผือก เป็นต้น และสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญด้วย เช่น ไม้ เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน เพราะเมื่อนำ ไม้มาเผาไหม้ให้พลังงานแล้ว เราจะสามารถปลูกต้นไม้ขึ้นมาใหม่ได้ในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งต่างจากเชื้อเพลิงฟอสซิลต้องใช้เวลานานเป็นหลายร้อยล้านปี ขณะที่การนำมูลสัตว์หรือชีวมวลต่างๆ ไปหมักแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic fermentation) จะทำให้เกิดการย่อยสลายได้แก๊สที่เรียกว่า แก๊สชีวภาพ (Biogas) ซึ่งมีแก๊สมีเทนเป็นองค์ประกอบหลักสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อน หรือผลิตไฟฟ้าได้

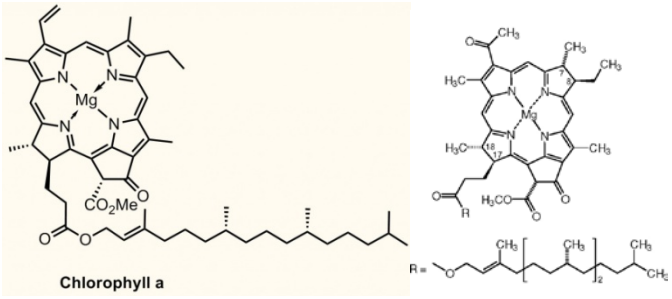
พลังงานต่างๆ รวมทั้งการเปลี่ยนรูปของพลังงาน มีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ และการใช้ประโยชน์ต่างๆ ของมนุษย์ โดยสิ่งมีชีวิตต้องการสารอาหารและพลังงานเพื่อการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมการเพิ่มประชากร/ขยายเผ่าพันธุ์/การดำรงพันธุ์ โดยพลังงานที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ของชีวิต เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่างๆ ทั้งเพื่อการสลายสารอาหารและการสังเคราะห์สารต่างๆ ทั้งแบบใช้ออกซิเจน และแบบไม่ใช้ออกซิเจน รวมทั้งการถ่ายทอดพลังงานในเซลล์ ที่ประกอบด้วยปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ภายในเซลล์ที่เรียกว่า เมแทบอลิซึม (metabolism) โดยกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลซับซ้อนไปสู่สารประกอบอย่างง่าย ได้พลังงาน เพื่อใช้ในการหายใจระดับเซลล์ การสร้างพลังงาน เช่น ATP และ NADPH เป็นต้น เรียกกระบวนการนี้ว่า แคแทบอลิซึม (catabolism) และมีการใช้พลังงา นเพื่อ สร้างส่วนประกอบของเซลล์ เช่น โปรตีน ไขมันหรือลิพิด (lipids) กรดนิวคลีอิก และสังเคราะห์สารอาหารต่างๆ ผ่านกระบวนการที่เรียกว่า แอแนบอลิซึม (anabolism) โดยขณะที่พืชสามารถสร้างอาหารเองได้ โดย กระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) โดยได้พลังงานจากการเปลี่ยนพลังงานแสงไปเป็นพลังงานเคมีในรูปของสารอาหาร คือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งสามารถถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์สารอาหารอื่นๆ เช่น โปรตีน ขณะที่สัตว์ได้พลังงานจากการกินพืช หรือสัตว์อีกต่อหนึ่ง

ในกรณีของสิ่งมีชีวิตสังเคราะห์แสง เช่น พืช สาหร่าย แบคทีเรียสังเคราะห์แสง:

กระบวนการสังเคราะห์แสง เกิดขึ้นบริเวณที่มีคลอโรฟิลล์ในพืช และสาหร่าย เมื่อได้รับพลังงานแสงจากรังสีอาทิตย์ (ในช่วงคลื่นแสงสีขาว หรือช่วงความยาวคลื่นแสงที่มองเห็นได้ (visible light) ที่ประกอบด้วยแสงหลายสี ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง) คลอโรฟิลล์ (รูปที่ 2 ก) ในพืชและสาหร่ายจะทำหน้าที่ดูดกลืนแสง เพื่อทำการสร้างอาหารจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เพื่อให้ได้ น้ำตาล แก๊สออกซิเจน และน้ำ (แผนภาพที่ 1) ซึ่งพืชจะลำเลียงน้ำตาลไปยังส่วนต่างๆ และเก็บสะสมในรูปของแป้ง ส่วน

แก๊สออกซิเจน และน้ำ พืชจะคายออกทางปากใบสู่บรรยายกาศ ทำให้บริเวณนั้นมีอากาศบริสุทธิ์และความชุ่มชื้น

ก) ข)



รูปที่ 4 ตัวอย่างโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์ (ก) คลอโรฟิลล์-*เอ* ในพืช หรือสาหร่าย (ข) แบคทีริโอคลอโรฟิลล์-*เอ* ในแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

อ้างอิง: http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/tetrapyrrole/TP/C6.html

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{chlorophyll}]{\text{light}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ $\xrightarrow[\text{คลอโรฟิลล์}]{\text{แสงสว่าง}}$ น้ำตาลกลูโคส + แก๊สออกซิเจน + น้ำ

แผนภาพที่ 1 สมการการสังเคราะห์แสงในพืช และสาหร่าย

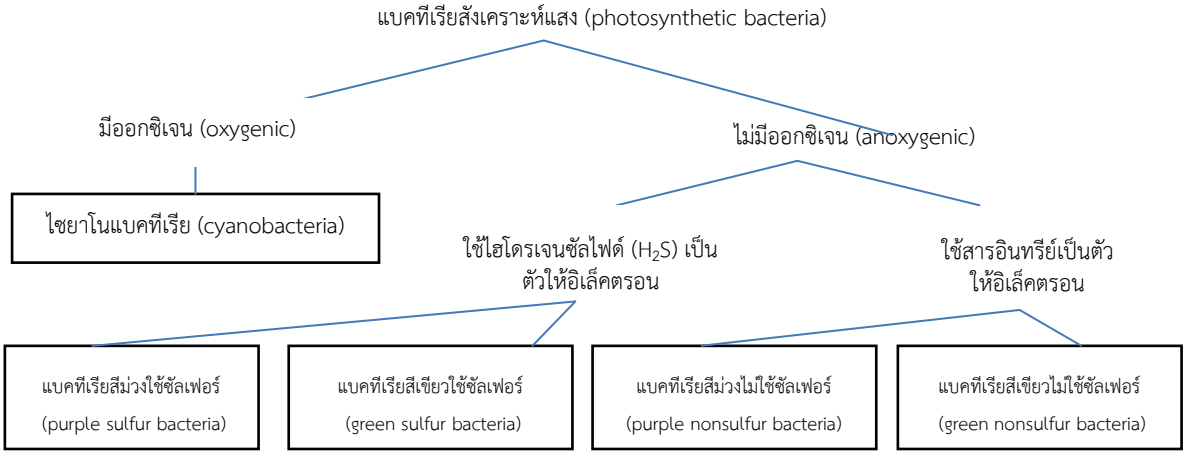
ขณะที่แบคทีเรียสังเคราะห์แสง ได้แก่ ไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria) หรือสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (blue-green algae) สามารถสังเคราะห์แสงในที่มีออกซิเจนเช่นเดียวกับพืช แต่แบคทีเรียสังเคราะห์แสงอื่นมีแบคทีริโอคลอโรฟิลล์ (bacteriochlorophyll รูปที่ 2 ข) ในการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นแสง near-infrared ระหว่าง 870-890 นาโนเมตร ในการสังเคราะห์แสงในที่มีออกซิเจนน้อยหรือในที่ไม่มีออกซิเจน ได้แก่ แบคทีเรียสีม่วง (เช่น Rhodospirillaceae) และสีเขียว (เช่น Chromatiaceae) ที่สามารถใช้สารประกอบซัลเฟอร์ หรือสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ เป็นตัวให้อิเล็คตรอนในปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง (แผนภาพที่ 3) เพื่อรีดิวซ์แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปเป็นสารอาหารภายในเซลล์ ดังตัวอย่างสมการในแผนภาพที่ 2

$$CO_2 + 2H_2S \longrightarrow CH_2O + H_2O + 2S$$

$$S + CO_2 + 3H_2O \longrightarrow (CH_2O) + H_2SO_4 + H_2$$

$$2CO_2 + Na_2S_2O_3 + 3H_2O \longrightarrow 2(CH_2O) + Na_2SO_4 + H_2SO_4$$

แผนภาพที่ 2 ตัวอย่างสมการการสังเคราะห์แสงในแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

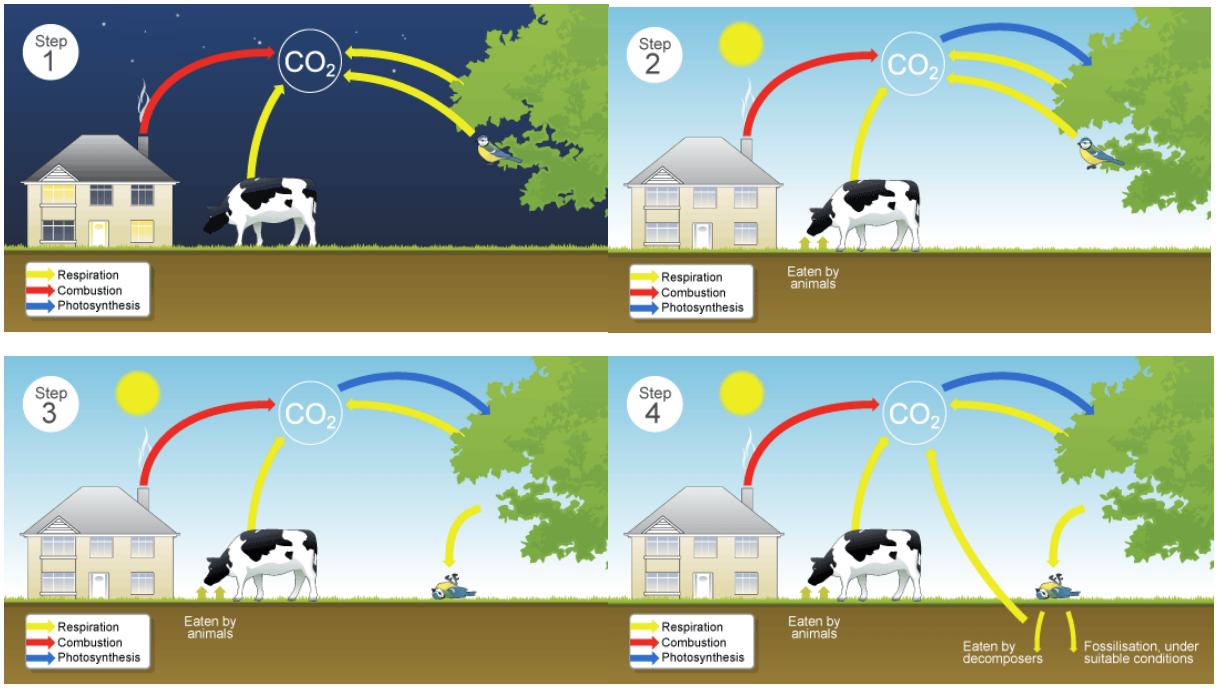


แผนภาพที่ 3 แบคทีเรียสังเคราะห์แสงประเภทต่าง ๆ

อ้างอิง: Photosynthesis, http://phototroph.blogspot.com

ทั้งนี้ กระบวนการสังเคราะห์แสง สามารถเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำไปเป็น **พลังงานในรูปอื่น ผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ของสารชีวโมเลกุลต่างๆ** ได้แก่ พลังงานในรูป ATP, NADH, NADPH และ $FADH_2$ เป็นต้น เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานในการสร้างสารอาหาร และสารชีวโมเลกุลต่างๆ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันและกรดนิวคลีอิก ซึ่งมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตหลายประการ เช่น เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำหน้าที่ป้องกันหรือให้ความแข็งแรงแก่เซลล์ เป็นส่วนที่กำหนดขอบเขตของเซลล์และควบคุมรักษาสมดุลของสารภายในเซลล์และนอกเซลล์ หรือเป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมที่เป็นหน่วยควบคุมและกำหนดลักษณะต่างๆ ทั้งกายภาพ และคุณภาพ เช่น ดอก กลีบดอก เกสรเพศเมีย เกสรเพศผู้ รังไข่ ก้านชูอับละอองเรณู ละอองเรณู ตลอดจนกิ่ง ใบ ลำต้น ราก ดอก เมล็ด ผล เป็นต้นพืชยังต้องการธาตุอาหารอื่นๆ ในดิน หรือน้ำที่ใช้ปลูก เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตส- เซียม เป็นต้น ธาตุต่างๆ ดังกล่าวล้วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างสารอาหาร และ **พลังงาน**ต่างๆ ที่พืชต้องใช้**เพื่อการเจริญเติบโต** การขยายเผ่าพันธุ์ หรือ**ขยายพันธุ์จากเม็ดโดยการงอกเป็นต้นใหม่** ที่อาจเหมือน คล้าย หรือแตกต่างจากพันธุ์เดิม ต้องประกอบด้วยขั้นตอนของ**การแบ่งเซลล์ การขยายของเซลล์ และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ที่มีคุณสมบัติเฉพาะในการทำหน้าที่ต่างๆ เช่น กิ่ง ใบ ลำต้น ราก ดอก ผล** เป็นต้น

ทำนองเดียวกัน พืชก็เป็นแหล่งพลังงานในรูปอาหารของสัตว์ และคน เพื่อการเจริญเติบโต ตั้งแต่การแบ่งเซลล์ การเปลี่ยนแปลงของเซลล์เป็นอวัยวะต่างๆ เป็นตัวอ่อน เป็นตัวเต็มวัย เป็นต้น ที่มีความแตกต่างกันตามคุณลักษณะของสารพันธุกรรม และต้องใช้พลังงานจากสารอาหารในการทำกิจกรรมต่างๆ ทั้งการเคลื่อนไหว การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม การควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย ตลอดจนในระดับเซลล์ในการลำเลียงสาร ในปฏิกิริยาต่างๆ ในการสลายหรือสังเคราะห์สารต่างๆ และการหายใจ เป็นต้น กล่าวโดยสรุปคือ สิ่งมีชีวิตทุกชนิด ทั้งจุลินทรีย์ พืช หรือ สัตว์และคน มีการปลดปล่อยและทำให้เกิดมีการหมุนเวียนคาร์บอน และ/หรือคาร์บอนไดออกไซด์กลับสู่บรรยากาศผ่าน การหายใจ เป็นต้น (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 ห่วงโซ่อาหาร และวัฏจักรคาร์บอน:

1. สิ่งมีชีวิตทุกชนิด ทั้งจุลินทรีย์ พืช หรือ สัตว์และคน มีการปลดปล่อยคาร์บอน ผ่านการ บริโภค และการหายใจ เป็นต้น)
2. ขณะเดียวกันพืชสามารถเจริญเติบโตและสังเคราะห์พลังงานและอาหารโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เมื่อสัตว์กินพืช คาร์บอนจากพืชก็เป็นส่วนหนึ่งของไขมันและโปรตีนในร่างกายสัตว์
3. ขณะที่จุลินทรีย์และสัตว์บางชนิดดำรงชีพและเจริญเติบโตด้วยของเสีย/ของเหลือทิ้ง/ซากต่างๆ จากสัตว์และพืช
4. ทั้งนี้ ซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เกิดได้อย่างรวดเร็วในสภาพแวดล้อมที่ร้อนชื้นและมีออกซิเจน

อ้างอิง: BBC, http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/add_aqa_pre_2011/foodchains/foodchains5.shtml

หมายเหตุ: อ่านเพิ่มเติมรายละเอียด การสลาย/สังเคราะห์สาร/ใช้-สร้างพลังงาน ในสิ่งมีชีวิต จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ชั้น ม. 4-6, หน้า 125-137, 2551 สสวท)

กิจกรรมเสริม

ครอบคลุมสาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.1 ตัวชี้วัดที่ 1 2 และ 3

เวลาที่แนะนำให้ใช้ในการทำกิจกรรม: (ตามที่คุณครูกำหนด)

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและสิ่งมีชีวิต

รายละเอียดกิจกรรม:

ครูให้นักเรียนทำรายงานโดยเน้นถึงการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและสิ่งมีชีวิต จากเนื้อหาเรื่อง **มวลชีวภาพ ห่วงโซ่อาหาร และวัฏจักรคาร์บอน**

3. ตารางกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรม	ชื่อกิจกรรม	วัตถุประสงค์	เนื้อหา	เวลา	สาระที่/มฐ.	ตัวชี้วัดที่
1	ไวกว่าแสง	1. แสดงให้เห็นว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง 2. ให้เห็นความสัมพันธ์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและอัตราเร็วของแสง	เตาอบไมโครเวฟผลิตคลื่นไมโครเวฟที่มีความยาวคลื่นขนาดมากพอที่จะวัดและนำมาคำนวนหาอัตราเร็วของแสงได้	60 นาที	5 / ว 5.1	1, 4
2	รถยนต์อย่างฉันไม่ง้อน้ำมัน	ศึกษาการทำงานของระบบ Fuel Cell ที่ใช้แก๊สไฮโดรเจน (H_2) เป็นเชื้อเพลิง	รถยนต์จำลองต้นแบบที่ใช้เพื่อศึกษาการทำงานของระบบ Fuel Cell ที่ใช้แก๊สไฮโดรเจน (H_2) เป็นเชื้อเพลิง	60 นาที	5 / ว 5.1	1, 2, 3
3	(กิจกรรมเสริม)	เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของพลังงานและสิ่งมีชีวิต	ให้นักเรียนทำรายงานจากหัวข้อที่กำหนด	-	2 / ว 2.1	1, 2, 3

หมายเหตุ: กิจกรรมทุกกิจกรรมสามารถเลือกมาใช้ตามความเหมาะสม ไม่จำเป็นต้องใช้ตามลำดับของกิจกรรม

4. แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) , 2556, คู่มือครูความรู้พื้นฐานด้านพลังงานระดับที่ 3, โครงการ การพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (ปีที่ 2) ได้รับการสนับสนุนโดย กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

BBC, Science: Food Chain and Cycle [Online], Available: http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/add_aqa_pre_2011/foodchains/foodchains5.shtml [1 August 2013]

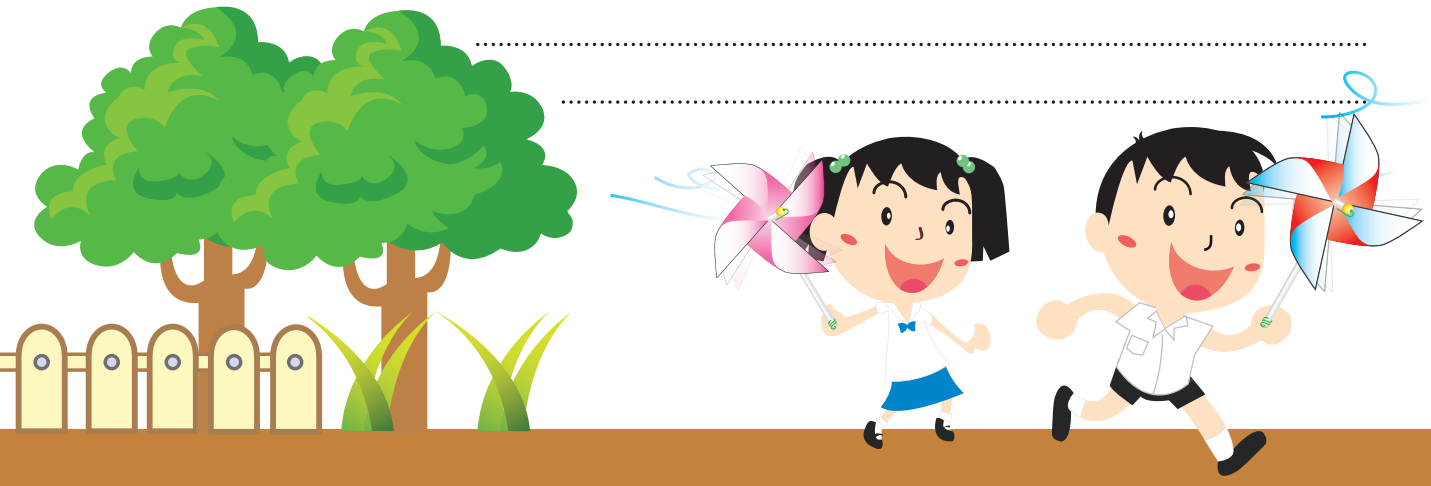
Gabriel J. Bermudez, Hydrogen Fuel [Online], Available: https://reich-chemistry.wikispaces.com/BermudezEnergyWaterwiki [5 August 2013]

Hart Energy, Global Biofuels Center [Online], Available: www.GlobalBiofuelsCenter.com [1 August 2013]

Jenifer Truong, Hydrogen Fuel Cell [Online], Available: http://www.microwaves101.com/encyclopedia/magnetron.cfm [5 August 2013]

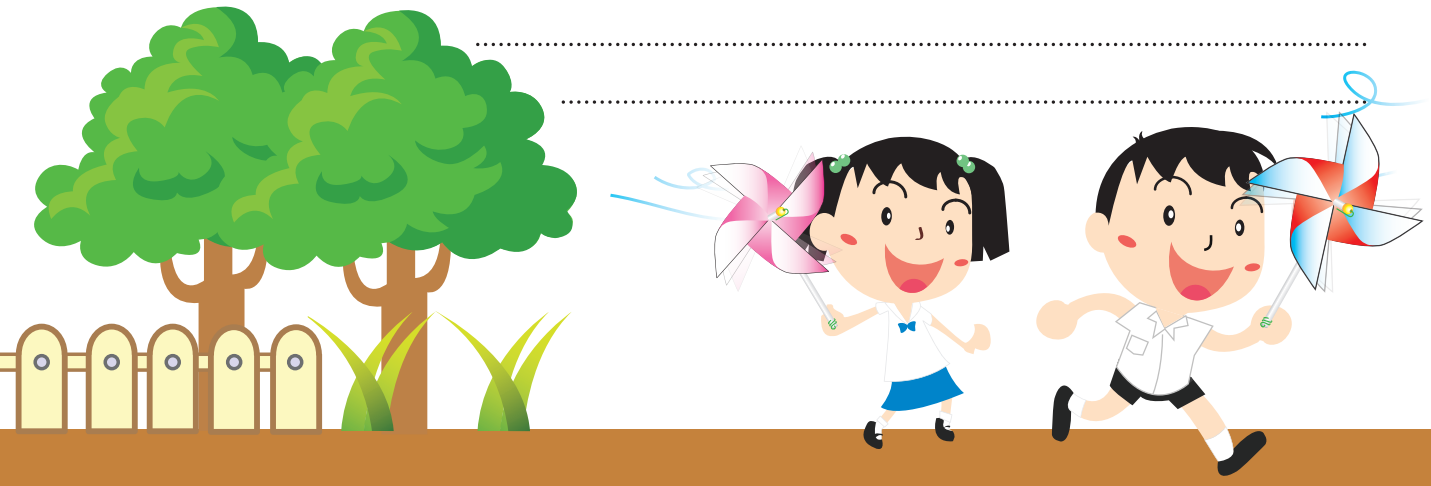
Photosynthesis, http://phototroph.blogspot.com [1 August 2013]

บันทึกข้อความ



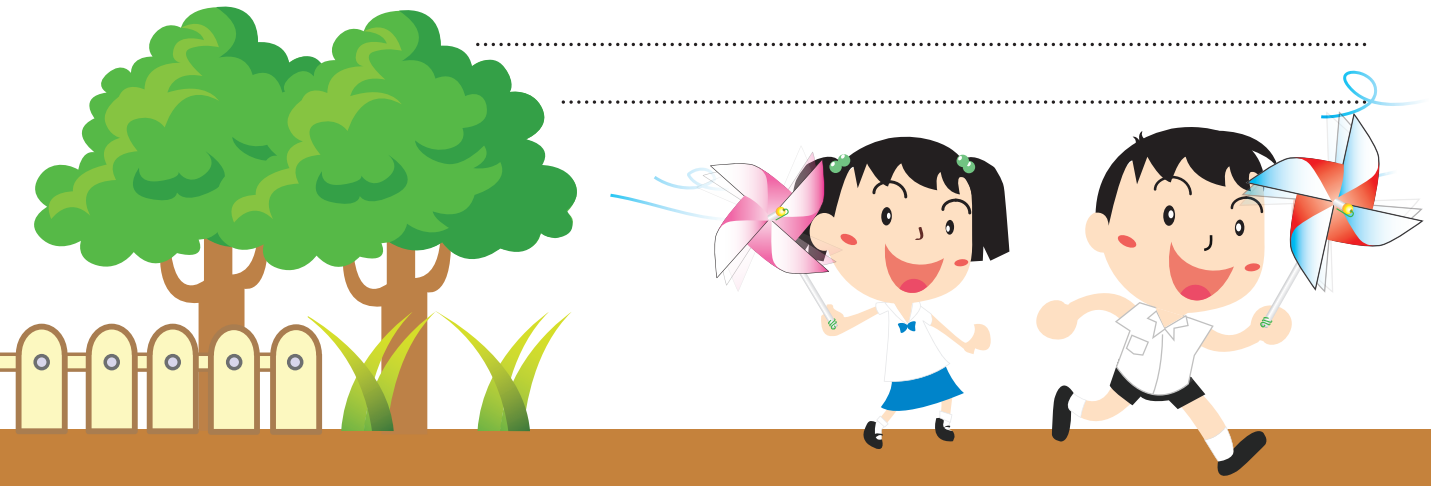
บันทึกข้อความ

บันทึกข้อความ



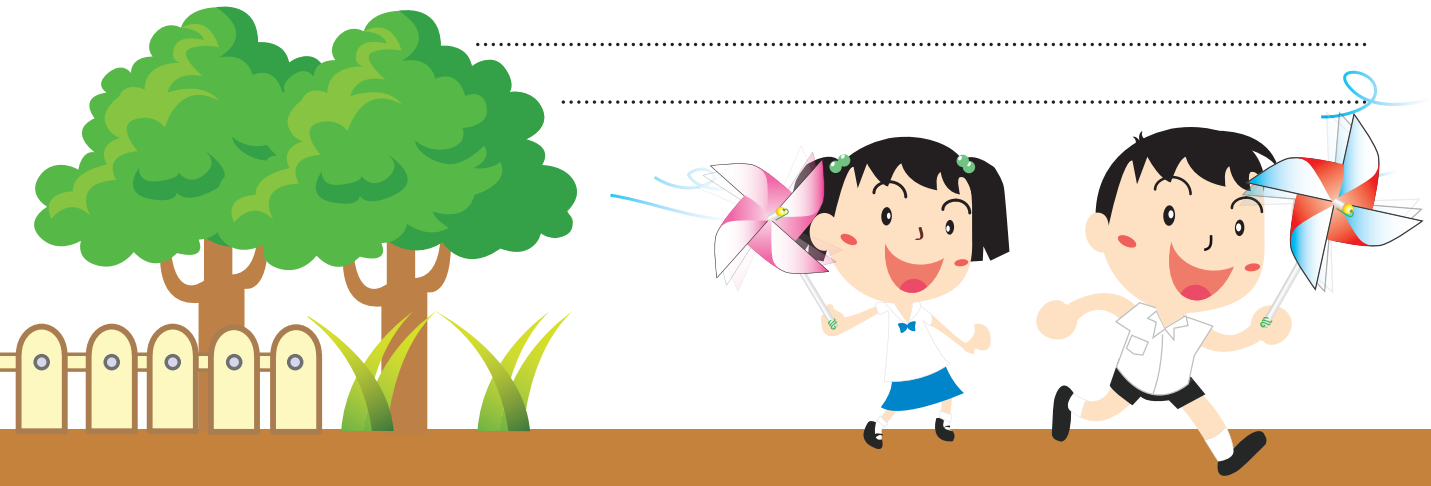
บันทึกข้อความ

บันทึกข้อความ



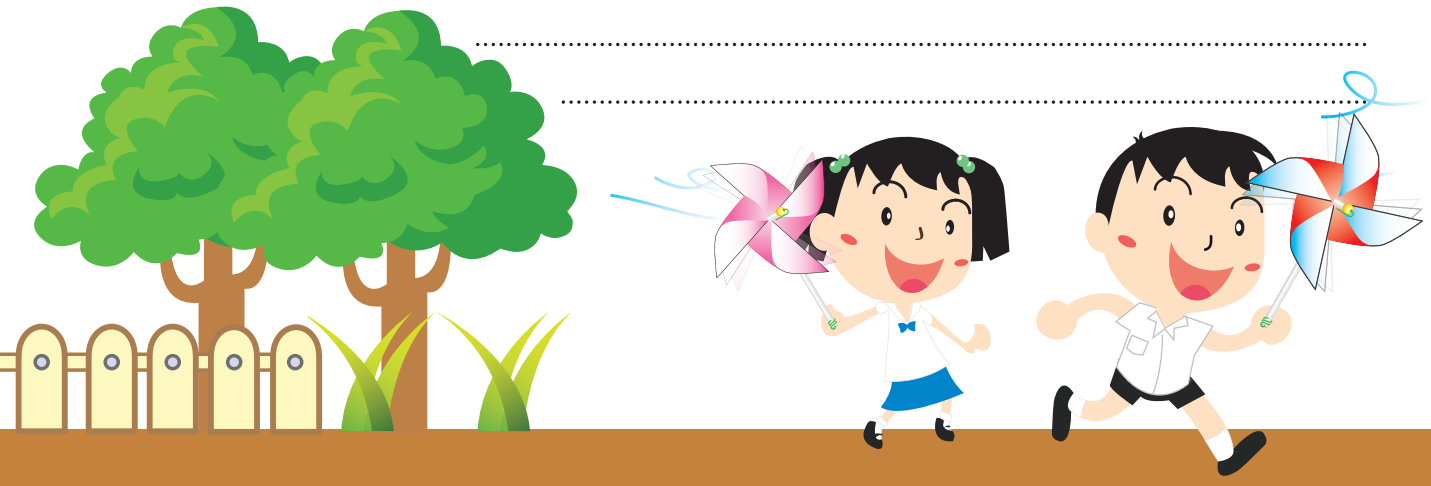
บันทึกข้อความ

บันทึกข้อความ



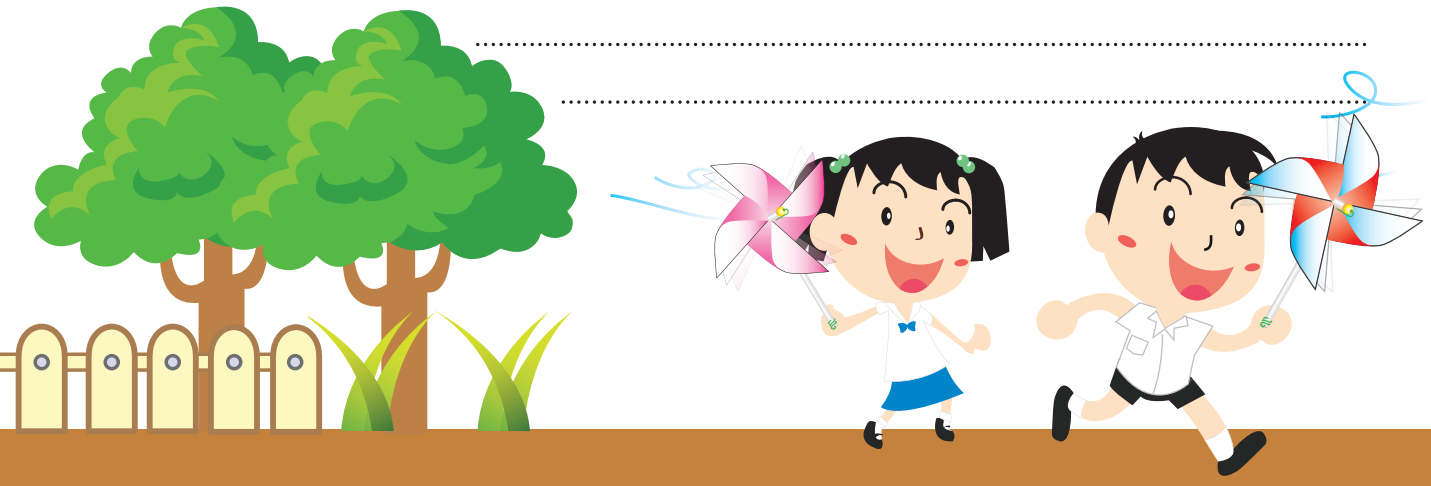
บันทึกข้อความ

บันทึกข้อความ



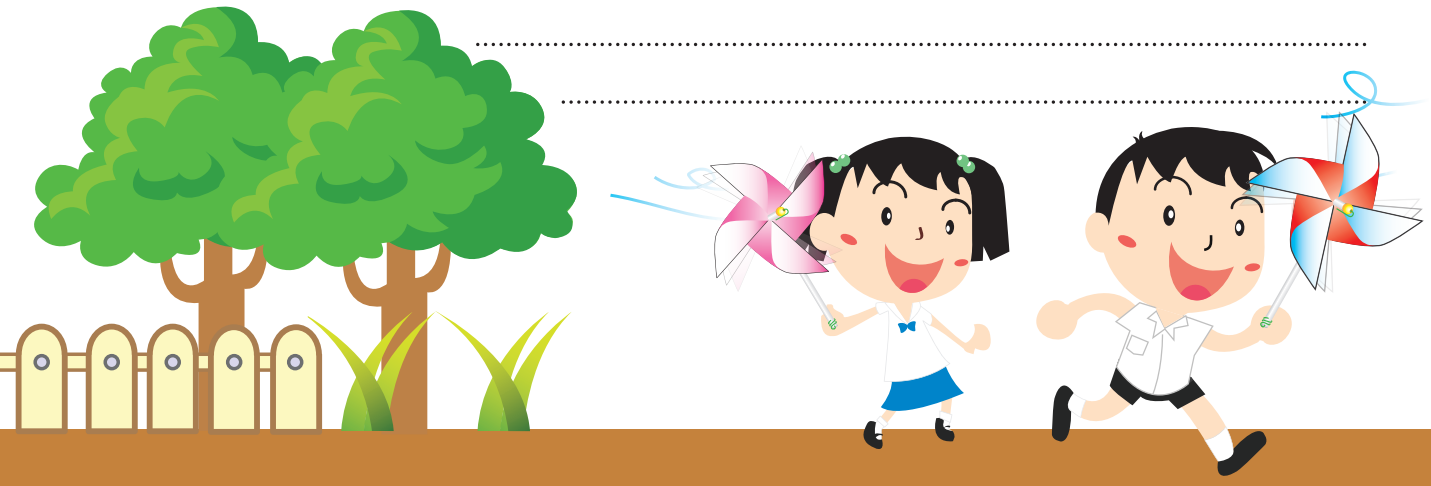
บันทึกข้อความ

บันทึกข้อความ



บันทึกข้อความ

บันทึกข้อความ



บันทึกข้อความ

<u>คณะผู้จัดทำ</u>

ผศ.ดร.จิรวรรณ	เตียรณ์สุวรรณ
รศ.วารุณี	เตีย
ดร.นันทน์	ถาวรังกูร
นางเครือวัลย์	มณีวัต
นางสาวจิตรลดา	เจริญวุฒิเสถียร
ดร.นคร	ศรีสุขุมบวรชัย
ผศ.ดร.ปรีชา	เติมสุขสวัสดิ์
ผศ.ดร.สุพัฒน์พงษ์	ดำรงรัตน์
รศ.ดร.สร้อยดาว	วินิจนันทรัตน์
ผศ.จารุรัตน์	วรนิสรากุล
รศ.ดร.ยุวพิน	ด่านดุสิตาพันธ์
ผศ.ดร.นงพงา	คุณจักร
ผศ.ดร.มารศรี	เรืองจิตชัชวาลย์
รศ.นฤมล	จียโชค
อาจารย์ปัญญานีย์	พราพงษ์
รศ.ดร.พรนภิส	ดาราสว่าง
ผศ.วิลักษณา	ศรีมาวิน
อาจารย์สุรัตน์	เพชรนิล
ดร.สุจินต์	จิระชีวะนันท์
ดร.มงคล	นามลักษณ์
นางอรุณี	โอฬารานนท์

หน่วยวิจัยระบบความร้อนเชิงนิเวศ
สายวิชาเทคโนโลยีอุณหภาพ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
โทรศัพท์. 0-2470-8695-99 ต่อ 515, 518 โทรสาร. 0-2470-8674

สำนักงานนโยบาย
และแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

โครงการการพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ ด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (ปีที่๒)