อักษร

คู่มือครู
รายวิชาพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์ กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)**
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ตัวอย่าง
หลักสูตรปรับปรุง'60

เพิ่ม

คำแนะนำการใช้ ช่วยสร้างความเข้าใจ เพื่อใช้คู่มือครูได้อย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

คำอธิบายรายวิชา แสดงขอบข่ายเนื้อหาสาระของรายวิชา ซึ่งครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดตามที่หลักสูตรกำหนด

Pedagogy ช่วยสร้างความเข้าใจในกระบวนการออกแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Teacher Guide Overview ช่วยให้เห็นภาพรวมของการจัดการเรียนการสอนทั้งหมดของรายวิชา ก่อนที่จะลงมือสอนจริง

Chapter Overview ช่วยสร้างความเข้าใจ และเห็นภาพรวมในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วย

Chapter Concept Overview ช่วยให้เห็นภาพรวม Concept และเนื้อหาสำคัญของหน่วยการเรียนรู้

ข้อสอบเน้นการคิด/ข้อสอบแนว O-NET เพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนสู่การสอบในระดับต่าง ๆ

กิจกรรม 21st Century Skills กิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้และการดำรงชีวิตในโลกแห่งศตวรรษที่ 21

คู่มือครู

วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)**
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียงหนังสือเรียน
รศ.ดร. ณรงค์ สังวาระนที

ผู้ตรวจหนังสือเรียน
ผศ.ดร. ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล
ผศ.ดร. เอกภูมิ จันทรขันตี
ดร. อุดมเดช ภักดี

บรรณาธิการหนังสือเรียน
ดร. สุโกสินทร์ ทองรัตนาศิริ
นางสาวชุลีพร สุวัฒนาพิบูล

ผู้เรียบเรียงคู่มือครู
นางสาวศรีภัทรา นาเลิศ

บรรณาธิการคู่มือครู
นางสาวชุลีพร สุวัฒนาพิบูล
นายธนากร เสรีสกุลธร

อักษร www.aksorn.com
จัดพิมพ์และจำหน่ายทั่วประเทศโดย
บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด
142 ถนนตะนาว เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200
โทร./แฟกซ์. 0 2622 2999 (อัตโนมัติ 20 คู่สาย)
พิมพ์ที่: **บริษัท ไทยร่มเกล้า จำกัด** โทร. 0 2903 9101-6

คำแนะนำการใช้

คู่มือครู รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 เล่มนี้ จัดทำขึ้นสำหรับให้ครูผู้สอนใช้เป็นแนวทางวางแผนการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประกันคุณภาพผู้เรียน ตามนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

เพิ่ม **คำแนะนำการใช้** ช่วยสร้างความเข้าใจ เพื่อใช้คู่มือครูได้อย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เพิ่ม **คำอธิบายรายวิชา** แสดงขอบข่ายเนื้อหาสาระของรายวิชา ซึ่งครอบคลุมผลการเรียนรู้ตามที่หลักสูตรกำหนด

เพิ่ม **Pedagogy** ช่วยสร้างความเข้าใจในกระบวนการออกแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เพิ่ม **Teacher Guide Overview** ช่วยให้เห็นภาพรวมของการจัดการเรียนการสอนทั้งหมดของรายวิชาก่อนที่จะลงมือสอนจริง

เพิ่ม **Chapter Overview** ช่วยสร้างความเข้าใจและเห็นภาพรวมในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วย

เพิ่ม **Chapter Concept Overview** ช่วยให้เห็นภาพรวม Concept และเนื้อหาสำคัญของหน่วยการเรียนรู้

เพิ่ม **ข้อสอบเน้นการคิด/ข้อสอบแนว O-NET** เพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนสู่การสอบในระดับต่าง ๆ

เพิ่ม **กิจกรรม 21st Century Skills** กิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้และการดำรงชีวิตในโลกแห่งศตวรรษที่ 21

โซน 1 ช่วยครูจัดการเรียนการสอน

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ครูผู้สอนโดยแนะนำขั้นตอนการสอน และการจัดกิจกรรมอย่างละเอียด เพื่อให้นักเรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามผลการเรียนรู้

นำ สอน สรุป ประเมิน

โซน 2 ช่วยครูเตรียมสอน

ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์สำหรับครูเพื่อนำไปประยุกต์ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

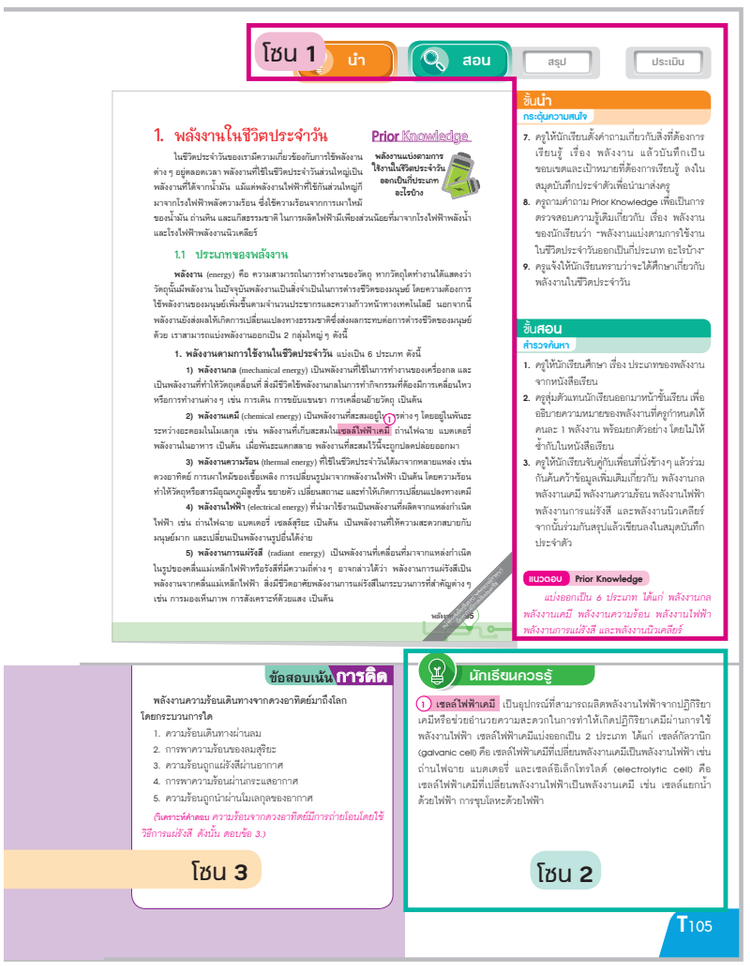
เกร็ดแนะครู

ความรู้เสริมสำหรับครู ข้อเสนอแนะ ข้อสังเกต แนวทางการจัดกิจกรรมและอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน

นักเรียนควรรู้

ความรู้เพิ่มเติมจากเนื้อหา สำหรับอธิบายเสริมเพิ่มเติมให้กับนักเรียน

โดยใช้ ***หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5*** และ***แบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์กายภาพ 2 ฟิสิกส์ ม.5*** ของบริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด เป็นสื่อหลัก (Core Materials) ประกอบการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้สอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งคู่มือครูเล่มนี้มีองค์ประกอบที่ง่ายต่อการใช้งาน ดังนี้



โซน 3 ช่วยครูเตรียมนักเรียน

ประกอบด้วยแนวทางสำหรับการจัดกิจกรรมและเสนอแนะแนวข้อสอบ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอน

กิจกรรม 21st Century Skills

กิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้สร้างชิ้นงาน หรือทำกิจกรรมรวบยอดเพื่อให้เกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

ข้อสอบเน้นการคิด

ตัวอย่างข้อสอบที่มุ่งเน้นการคิด มีทั้งปรนัย-อัตนัย พร้อมเฉลยอย่างละเอียด

ข้อสอบเน้นการคิดแนว O-NET

ตัวอย่างข้อสอบที่มุ่งเน้นการคิดวิเคราะห์ และสอดคล้องกับแนวข้อสอบ O-NET มีทั้งปรนัย-อัตนัย พร้อมเฉลยอย่างละเอียด

กิจกรรมท้าทาย

เสนอแนะแนวทางการจัดกิจกรรม เพื่อต่อยอดสำหรับนักเรียนที่เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว และต้องการท้าทายความสามารถในระดับที่สูงขึ้น

กิจกรรมสร้างเสริม

เสนอแนะแนวทางการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่ควรได้รับการพัฒนาการเรียนรู้

ห้องปฏิบัติการ *(วิทยาศาสตร์)*

คำอธิบายหรือข้อเสนอแนะสิ่งที่ควรระมัดระวัง หรือข้อควรปฏิบัติตามเนื้อหาในบทเรียน

สื่อ Digital

แนะนำแหล่งเรียนรู้และแหล่งค้นคว้าจากสื่อ Digital ต่าง ๆ

แนวทางการวัดและประเมินผล

เสนอแนะแนวทางการบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่หลักสูตรกำหนด

คำอธิบายรายวิชา

วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลาเรียน 60 ชั่วโมง/ปี

ศึกษา วิเคราะห์ และแปลความหมายของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว ความเร่ง ลักษณะของแรง การหาแรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมและปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม แรงสู่ศูนย์กลาง ความเร่งสู่ศูนย์กลาง การประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการเคลื่อนที่ของรถบนถนนโค้ง การแกว่งของวัตถุติดปลายเชือก การสั่นของวัตถุติดปลายสปริง แรงโน้มถ่วงและสนามโน้มถ่วง การเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงของโลก ประโยชน์จากสนามโน้มถ่วง แรงไฟฟ้าและสนามไฟฟ้า ผลของสนามไฟฟ้าต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ประโยชน์จากสนามไฟฟ้า แรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก ผลของสนามแม่เหล็กต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ผลของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า ประโยชน์จากสนามแม่เหล็ก แรงนิวเคลียร์อย่างเข้ม แรงนิวเคลียร์อย่างอ่อน พลังงานในชีวิตประจำวัน พลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลือง พลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียน ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานนิวเคลียร์ฟิชชัน พลังงานนิวเคลียร์ฟิวชัน เทคโนโลยีด้านพลังงาน คลื่นกล ส่วนประกอบของคลื่นกล อัตราเร็วของคลื่น สมบัติของคลื่น เสียง สมบัติของเสียง ระดับเสียง ความเข้มเสียง หูกับการได้ยิน บีต ดอปเพลอร์ ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้อง การนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ประโยชน์ แสง ตากับการมองเห็น การผสมแสงสี การผสมสารสี และการใช้ประโยชน์ การบอดสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล การใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสื่อสารข้อมูล สัญญาณแอนะล็อก และสัญญาณดิจิทัล

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย และสรุปผล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.5/1	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ
ว 2.2 ม.5/2	สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ โดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์
ว 2.2 ม.5/3	สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ
ว 2.2 ม.5/4	สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ
ว 2.2 ม.5/5	สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น
ว 2.2 ม.5/6	สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก
ว 2.2 ม.5/7	สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า

ว 2.2 ม.5/8	สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์
ว 2.2 ม.5/9	สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
ว 2.2 ม.5/10	สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน
ว 2.3 ม.5/1	สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน
ว 2.3 ม.5/2	สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย
ว 2.3 ม.5/3	สังเกตและอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น
ว 2.3 ม.5/4	สังเกตและอธิบายความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง
ว 2.3 ม.5/5	สังเกตและอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง
ว 2.3 ม.5/6	สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง
ว 2.3 ม.5/7	สังเกตและอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง
ว 2.3 ม.5/8	สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
ว 2.3 ม.5/9	สังเกตและอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุ และความผิดปกติในการมองเห็นสี
ว 2.3 ม.5/10	สังเกตและอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
ว 2.3 ม.5/11	สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
ว 2.3 ม.5/12	สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสาร โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

รวม 22 ตัวชี้วัด

คู่มือครู รายวิชาพื้นฐาน
วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5

รวมถึงสื่อการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ชั้น ม.5 ผู้จัดทำได้ออกแบบการสอน (Instructional Design) อันเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้และเทคนิคการสอนที่เปี่ยมด้วยประสิทธิภาพและมีความหลากหลายให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด รวมถึงสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนที่หลักสูตรกำหนดไว้ โดยครูสามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในรายวิชานี้ ได้นำรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) มาใช้ในการออกแบบการสอน ดังนี้

รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ด้วยจุดประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ผู้จัดทำจึงได้เลือกใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) ซึ่งเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดและการลงมือทำ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญเพื่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21

วิธีสอน (Teaching Method)

ผู้จัดทำเลือกใช้วิธีสอนที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การสาธิต การอภิปรายกลุ่มย่อย เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะเน้นใช้วิธีสอนโดยใช้การทดลองมากเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นวิธีสอนที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้จากประสบการณ์ตรงโดยการคิดและการลงมือทำด้วยตนเอง อันจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้และเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่คงทน

เทคนิคการสอน (Teaching Technique)

ผู้จัดทำเลือกใช้เทคนิคการสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับเรื่องที่เรียน เพื่อส่งเสริมวิธีสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การใช้คำถาม การเล่นเกม เพื่อนช่วยเพื่อน ซึ่งเทคนิคการสอนต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุขในขณะที่เรียนและสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ทักษะที่ได้	เวลาที่ใช้	การประเมิน	สื่อที่ใช้
1 แรงและการเคลื่อนที่	1. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ (ว 2.2 ม.5/1) 2. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุโดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์ (ว 2.2 ม.5/2) 3. สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ (ว 2.2 ม.5/3) 4. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ (ว 2.2 ม.5/4) 5. สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น (ว 2.2 ม.5/5)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทดลอง - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้	**16** *ชั่วโมง*	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน - สังเกตการนำเสนอและอภิปรายเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ - สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมการหาอัตราเร็วเฉลี่ย การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ แรงกับความเร่ง เครื่องยิงโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวดิ่ง และการเคลื่อนที่แบบแกว่ง - ตรวจผังมโนทัศน์ - ตรวจใบงาน - ตรวจแบบฝึกหัด - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 - แบบฝึกหัดรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 - แบบทดสอบก่อนเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน - ใบงาน - PowerPoint - QR Code - ภาพยนตร์สารคดีสั้น Twig
2 แรงในธรรมชาติ	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก (ว 2.2 ม.5/6) 2. สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า (ว 2.2 ม.5/7) 3. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ (ว 2.2 ม.5/8) 4. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 2.2 ม.5/9) 5. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน (ว 2.2 ม.5/10)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทดลอง - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้	**18** *ชั่วโมง*	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน - สังเกตการนำเสนอและอภิปรายเกี่ยวกับแรงในธรรมชาติ - สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงของโลก ผลของสนามแม่เหล็กต่อลำอิเล็กตรอน ผลของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า มอเตอร์อย่างง่าย และกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ - ตรวจผังมโนทัศน์ - ตรวจใบงาน - ตรวจแบบฝึกหัด - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ทักษะที่ได้	เวลาที่ใช้	การประเมิน	สื่อที่ใช้
3 พลังงาน	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน (ว 2.3 ม.5/1) 2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย (ว 2.3 ม.5/2)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้	**8** *ชั่วโมง*	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน - สังเกตการนำเสนอและอภิปรายเกี่ยวกับพลังงาน - ตรวจผังมโนทัศน์ - ตรวจใบงาน - ตรวจแบบฝึกหัด - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 - แบบฝึกหัดรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 - แบบทดสอบก่อนเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน - ใบงาน - PowerPoint - QR Code - ภาพยนตร์สารคดีสั้น Twig
4 คลื่น	1. สังเกตและอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น (ว 2.3 ม.5/3) 2. สังเกตและอธิบายความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง (ว 2.3 ม.5/4) 3. สังเกตและอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง (ว 2.3 ม.5/5) 4. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียง และผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง (ว 2.3 ม.5/6) 5. สังเกตและอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง (ว 2.3 ม.5/7) 6. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (ว 2.3 ม.5/8) 7. สังเกตและอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุ และความผิดปกติในการมองเห็นสี (ว 2.3 ม.5/9) 8. สังเกตและอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (ว 2.3 ม.5/10) 9. สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ว 2.3 ม.5/11) 10. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล (ว 2.3 ม.5/12)	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทดลอง - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้	**18** *ชั่วโมง*	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน - สังเกตการนำเสนอและอภิปรายเกี่ยวกับคลื่น - สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมการสะท้อนของคลื่นผิวน้ำ การหักเหของคลื่นผิวน้ำ การเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ การแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำ การเกิดบีตของเสียง และการผสมแสงสีบนฉากขาว - ตรวจผังมโนทัศน์ - ตรวจใบงาน - ตรวจแบบฝึกหัด - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	

สารบัญ

Chapter Title	Chapter Overview	Chapter Concept Overview	Teacher Script
หน่วยการเรียนรู้ที่ **1 แรงและการเคลื่อนที่**	T2-T3	T4-T5	T6
• การเคลื่อนที่แนวตรง			T7 - T15
• แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน			T16 - T31
• การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์			T32 - T36
• การเคลื่อนที่แบบวงกลม			T37 - T42
• การเคลื่อนที่แบบสั่น			T43 - T49
ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1			T50 - T53
หน่วยการเรียนรู้ที่ **2 แรงในธรรมชาติ**	T54-T55	T56-T57	T58
• แรงจากสนามโน้มถ่วง			T59 - T67
• แรงจากสนามไฟฟ้า			T68 - T75
• แรงจากสนามแม่เหล็ก			T76 - T93
• แรงในนิวเคลียส			T94 - T98
ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 2			T99 - T101
หน่วยการเรียนรู้ที่ **3 พลังงาน**	T102	T103	T104
• พลังงานในชีวิตประจำวัน			T105 - T118
• พลังงานนิวเคลียร์			T119 - T121
• เทคโนโลยีด้านพลังงาน			T122 - T125
ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 3			T126 - T129
หน่วยการเรียนรู้ที่ **4 คลื่น**	T130-T131	T132-T133	T134
• คลื่นกล			T135 - T147
• เสียง			T148 - T162
• แสง			T163 - T172
• คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า			T173 - T179
ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 4			T180 - T183

บรรณานุกรม T184

Chapter Overview

แผนการจัดการเรียนรู้	สื่อที่ใช้	จุดประสงค์	วิธีสอน	ประเมิน	ทักษะที่ได้	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
แผนฯ ที่ 1 พลังงานในชีวิตประจำวัน 4 ชั่วโมง	- แบบทดสอบก่อนเรียน - หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 - แบบฝึกหัดรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 - ใบงาน - PowerPoint - QR Code - ภาพยนตร์สารคดีสั้น Twig	1. อธิบายความหมายของพลังงานและจำแนกประเภทของพลังงานทดแทนได้ (K) 2. อธิบายแหล่งที่มาของพลังงานที่พบเห็นจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ (K) 3. นำเสนอผลการศึกษาเรื่อง ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน (P) 4. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น (A) 5. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน - สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานในชีวิตประจำวัน - ตรวจผังมโนทัศน์เรื่อง พลังงานทดแทน - ตรวจใบงาน เรื่อง พลังงานสิ้นเปลือง - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจแบบฝึกหัดจาก Unit Question - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้	- มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน
แผนฯ ที่ 2 พลังงานนิวเคลียร์ 1 ชั่วโมง	- หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 - แบบฝึกหัด รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 - ใบงาน - PowerPoint - ภาพยนตร์สารคดีสั้น Twig	1. อธิบายความหมายของพลังงานนิวเคลียร์ได้ (K) 2. จำแนกประเภทของพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชันได้ (K) 3. เขียนสรุปข้อมูล เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ได้อย่างครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการสื่อสาร (P) 4. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น (A)	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานในชีวิตประจำวัน - ตรวจผังมโนทัศน์เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ - ตรวจใบงาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจแบบฝึกหัดจาก Unit Question - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการสังเกต - ทักษะการนำความรู้ไปใช้	- มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน
แผนฯ ที่ 3 เทคโนโลยีด้านพลังงาน 3 ชั่วโมง	- แบบทดสอบหลังเรียน - หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 - แบบฝึกหัด รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 - ใบงาน - PowerPoint - ภาพยนตร์สารคดีสั้น Twig	1. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ (K) 2. อภิปรายเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีมาแก้ปัญหาด้านพลังงานได้ (K) 3. นำเสนอผลงาน เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงานได้อย่างครบถ้วนและเป็นลำดับขั้นตอน (P) 4. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น (A) 5. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- สังเกตการอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีด้านพลังงาน - ตรวจผังมโนทัศน์เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน - ตรวจใบงาน เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน - ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจแบบฝึกหัดจาก Unit Question - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการสื่อสาร - ทักษะการสังเกต - ทักษะการทำงานร่วมกัน - ทักษะการนำความรู้ไปใช้	- มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน

Chapter Concept Overview

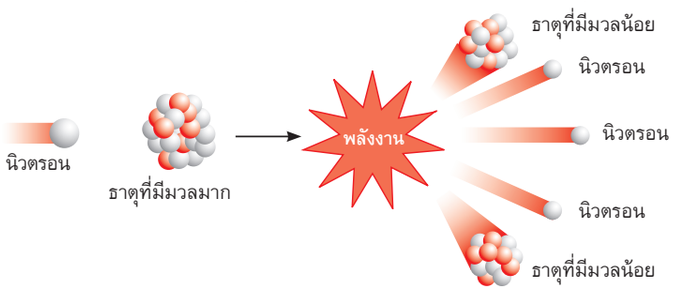
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

พลังงานในชีวิตประจำวัน

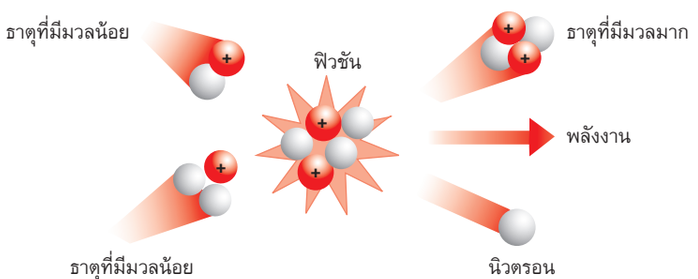
- **พลังงานทดแทน** เป็นพลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมัน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท
  - **พลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลือง** เป็นพลังงานทดแทนจากแหล่งที่เมื่อใช้ไปนาน ๆ แล้วจะหมดไป ได้แก่ แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน พลังงานนิวเคลียร์
  - **พลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียน** เป็นพลังงานที่ได้มาจากแหล่งที่เมื่อใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ
- **ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์และแสงอาทิตย์**
  - **ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์** ได้จากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ซึ่งใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ฟิชชันเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้า
  - **ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์** มีหลักการที่ใช้ในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า 2 หลักการ คือ การใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง การใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้ามี 2 ระบบ ได้แก่ ระบบความร้อนรวมศูนย์และระบบสระแสงอาทิตย์

พลังงานนิวเคลียร์

- **ฟิชชัน** เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่นิวเคลียสของธาตุหนักแยกออกเป็น 2 นิวเคลียสของธาตุที่เบากว่า



- **ฟิวชัน** เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่นิวเคลียสของธาตุเบา 2 นิวเคลียสรวมกันเป็นนิวเคลียสของธาตุหนัก



เทคโนโลยีด้านพลังงาน

เทคโนโลยีด้านพลังงานเป็นการนำความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์ เช่น เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์สุริยะ หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ (เอทานอล ไบโอดีเซล แก๊สชีวภาพ) เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน ซึ่งช่วยให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้พลังงานและลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ทำให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เซลล์เชื้อเพลิงและเซลล์สุริยะเป็นอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้า ส่วนเอทานอล ไบโอดีเซล และแก๊สชีวภาพ เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนการใช้น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ หรือถ่านหิน ซึ่งจะช่วยลดปัญหามลพิษในอากาศ สำหรับเอทานอลนิยมนำไปผสมกับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วนต่าง ๆ เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ และเมื่อนำแก๊สโซฮอล์ไปใช้กับยานพาหนะจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าน้ำมันเบนซิน เนื่องจากออกซิเจนที่เป็นส่วนประกอบของเอทานอลจะช่วยให้การเผาไหม้ภายในห้องเครื่องสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและลดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากท่อไอเสีย

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเป็นรายบุคคลก่อนเข้าสู่กิจกรรม
3. ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันของนักเรียน แล้วให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างพลังงานที่รู้จักว่ามีอะไรบ้าง
4. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยถามว่า “ในความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนคิดว่าคำว่าพลังงานหมายถึงอะไร” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่าโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
5. ครูถามคำถามนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถาม Big Question จากหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5 ว่า “ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีส่งผลต่อพลังงานหรือไม่ อย่างไร
6. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจก่อนเรียนจาก Understanding Check ลงในสมุดบันทึกประจำตัว

แนวตอบ Big Question

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีส่งผลต่อพลังงาน เนื่องจากการพัฒนาของเทคโนโลยีทำให้เกิดการสร้างสรรค์อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างพลังงานหรือกักเก็บพลังงานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงสามารถแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการด้านพลังงานได้มากขึ้น ทั้งนี้ยังทำให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แนวตอบ Understanding Check

1. ผิด 2. ถูก 3. ถูก 4. ถูก 5. ผิด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

พลังงาน

Q ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีส่งผลต่อพลังงานหรือไม่ อย่างไร

ตัวชี้วัด
ว 2.3 ม.5/1 ม.5/2

Understanding Check

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความตามความเข้าใจของนักเรียนว่าถูกหรือผิด แล้วบันทึกลงในสมุด

	ถูก / ผิด
1. พลังงานในชีวิตประจำวันแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานจลน์และพลังงานศักย์	
2. แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน และพลังงานนิวเคลียร์ เป็นพลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลือง	
3. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นการใช้ประโยชน์จากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน	
4. เซลล์สุริยะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง	
5. พลังงานที่ได้จากเซลล์เชื้อเพลิง คือ พลังงานความร้อน	

บันทึกลงในสมุด

หนังสือที่ใช้ในระดับชั้นนี้ได้ผ่านการตรวจพิจารณาและได้ทำการปรับปรุงแล้ว

สื่อ Digital

ศึกษาเพิ่มเติมได้จากภาพยนตร์สารคดีสั้น Twig เรื่อง พลังงานรูปแบบต่าง ๆ
https://www.twig-aksorn.com/film/forms-of-energy-8310/

ข้อสอบเน้นการคิด

ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (smart grid) คืออะไร

(แนวตอบ ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ คือ ระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมัยใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเก็บข้อมูลและทำการสั่งการควบคุมโครงข่ายไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลดังกล่าวในการตัดสินใจ เช่น เก็บข้อมูลพฤติกรรมของโหลดจากผู้ใช้งานและการผลิตไฟฟ้าจากผู้ผลิต การควบคุมอัตโนมัติของระบบโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพความเชื่อถือได้ ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และความยั่งยืนในการผลิตและจ่ายไฟฟ้าในระบบโครงข่ายไฟฟ้า)

1. พลังงานในชีวิตประจำวัน

Prior Knowledge

พลังงานแบ่งตามการใช้งานในชีวิตประจำวันออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

ในชีวิตประจำวันของเรามีความเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา พลังงานที่ใช้ในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่ได้จากน้ำมัน แม้แต่พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กันส่วนใหญ่ก็มาจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ซึ่งใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ของน้ำมัน ถ่านหิน และแก๊สธรรมชาติ ในการผลิตไฟฟ้ามีเพียงส่วนน้อยที่มาจากโรงไฟฟ้าพลังน้ำ และโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

1.1 ประเภทของพลังงาน

พลังงาน (energy) คือ ความสามารถในการทำงานของวัตถุ หากวัตถุใดทำงานได้แสดงว่าวัตถุนั้นมีพลังงาน ในปัจจุบันพลังงานเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยความต้องการใช้พลังงานของมนุษย์เพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นอกจากนี้พลังงานยังส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ด้วย เราสามารถแบ่งพลังงานออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

1. พลังงานตามการใช้งานในชีวิตประจำวัน แบ่งเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1) พลังงานกล (mechanical energy) เป็นพลังงานที่ใช้ในการทำงานของเครื่องกล และเป็นพลังงานที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ สิ่งมีชีวิตใช้พลังงานกลในการทำกิจกรรมที่ต้องมีการเคลื่อนไหวหรือการทำงานต่าง ๆ เช่น การเดิน การขยับแขนขา การเคลื่อนย้ายวัตถุ เป็นต้น

2) พลังงานเคมี (chemical energy) เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในสารต่าง ๆ โดยอยู่ในพันธะระหว่างอะตอมในโมเลกุล เช่น พลังงานที่เก็บสะสมในเซลล์ไฟฟ้าเคมี (1) ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ พลังงานในอาหาร เป็นต้น เมื่อพันธะแตกสลาย พลังงานที่สะสมไว้นี้จะถูกปลดปล่อยออกมา

3) พลังงานความร้อน (thermal energy) ที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้มาจากหลายแหล่ง เช่น ดวงอาทิตย์ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การเปลี่ยนรูปมาจากพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น โดยความร้อนทำให้วัตถุหรือสารมีอุณหภูมิสูงขึ้น ขยายตัว เปลี่ยนสถานะ และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

4) พลังงานไฟฟ้า (electrical energy) ที่นำมาใช้งานเป็นพลังงานที่ผลิตจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์สุริยะ เป็นต้น เป็นพลังงานที่ให้ความสะดวกสบายกับมนุษย์มาก และเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้ง่าย

5) พลังงานการแผ่รังสี (radiant energy) เป็นพลังงานที่เคลื่อนที่มาจากแหล่งกำเนิดในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือรังสีที่มีความถี่ต่าง ๆ อาจกล่าวได้ว่า พลังงานการแผ่รังสีเป็นพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สิ่งมีชีวิตอาศัยพลังงานการแผ่รังสีในกระบวนการที่สำคัญต่าง ๆ เช่น การมองเห็นภาพ การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นต้น

หนังสือเล่มนี้จัดเป็นประเภทสิ่งตีพิมพ์สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามการผลิตซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ ไม่ว่ากรณีใดๆ

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ

7. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ เรื่อง พลังงาน แล้วบันทึกเป็นขอบเขตและเป้าหมายที่ต้องการเรียนรู้ ลงในสมุดบันทึกประจำตัวเพื่อนำมาส่งครู
8. ครูถามคำถาม Prior Knowledge เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับ เรื่อง พลังงาน ของนักเรียนว่า “พลังงานแบ่งตามการใช้งานในชีวิตประจำวันออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง”
9. ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าจะได้ศึกษาเกี่ยวกับพลังงานในชีวิตประจำวัน

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

1. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง ประเภทของพลังงานจากหนังสือเรียน
2. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่ออธิบายความหมายของพลังงานที่ครูกำหนดให้คนละ 1 พลังงาน พร้อมยกตัวอย่าง โดยไม่ให้ซ้ำกับในหนังสือเรียน
3. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ แล้วร่วมกันค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ พลังงานกล พลังงานเคมี พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า พลังงานการแผ่รังสี และพลังงานนิวเคลียร์ จากนั้นร่วมกันสรุปแล้วเขียนลงในสมุดบันทึกประจำตัว

แนวตอบ Prior Knowledge

แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ พลังงานกล พลังงานเคมี พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า พลังงานการแผ่รังสี และพลังงานนิวเคลียร์

ข้อสอบเน้นการคิด

พลังงานความร้อนเดินทางจากดวงอาทิตย์มาถึงโลกโดยกระบวนการใด

1. ความร้อนเดินทางผ่านลม
2. การพาความร้อนของลมสุริยะ
3. ความร้อนถูกแผ่รังสีผ่านอากาศ
4. การพาความร้อนผ่านกระแสอากาศ
5. ความร้อนถูกนำผ่านโมเลกุลของอากาศ

วิเคราะห์คำตอบ ความร้อนจากดวงอาทิตย์มีการถ่ายโอนโดยใช้วิธีการแผ่รังสี ดังนั้น ตอบข้อ 3.)

นักเรียนควรรู้

(1) **เซลล์ไฟฟ้าเคมี** เป็นอุปกรณ์ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากปฏิกิริยาเคมีหรือช่วยอำนวยความสะดวกในการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีผ่านการใช้พลังงานไฟฟ้า เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เซลล์กัลวานิก (galvanic cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ และเซลล์อิเล็กโทรไลต์ (electrolytic cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมี เช่น เซลล์แยกน้ำด้วยไฟฟ้า การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

4. ครูถามคำถามกระตุ้นความคิดกับนักเรียนว่า กฎการอนุรักษ์พลังงาน กล่าวว่าอย่างไร
5. ครูให้นักเรียนศึกษาแผนภาพแสดงตัวอย่างการเปลี่ยนรูปพลังงานระหว่างพลังงานรูปแบบต่าง ๆ จากหนังสือเรียน
6. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ซึ่งทั่วโลกกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับพลังงาน เช่น ปริมาณน้ำมันดิบที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ราคาขายสูงขึ้น ทำให้มีการส่งเสริมงานสำรวจและวิจัยเพื่อค้นหาแหล่งพลังงานใหม่ทดแทนพลังงานจากน้ำมันและเชื้อเพลิงฟอสซิลอื่น ๆ ซึ่งพลังงานที่ผลิตขึ้นมาทดแทนน้ำมันและเชื้อเพลิงฟอสซิล คือ พลังงานทดแทน
7. ครูให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าความหมายของพลังงานทดแทนจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศ

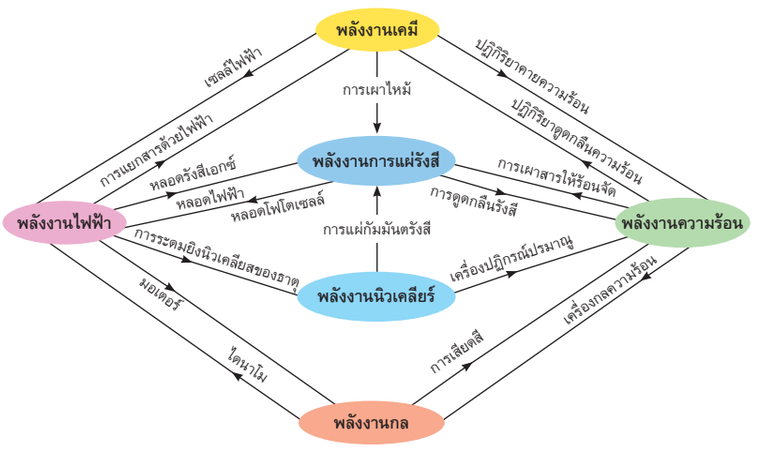
6) พลังงานนิวเคลียร์ (nuclear energy) เป็นพลังงานที่ได้จากนิวเคลียสของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ รวมทั้งพลังงานจากรังสีที่ปลดปล่อยออกมาจากสารกัมมันตภาพรังสี โดยพลังงานนิวเคลียร์มีบทบาทต่อความเป็นอยู่ปกติของสิ่งมีชีวิตน้อยกว่าพลังงานรูปอื่น

2. พลังงานตามการใช้งานของนักวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) พลังงานจลน์ (kinetic energy) เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุหรืออะตอมหรือโมเลกุล เนื่องจากการเคลื่อนที่ของวัตถุหรืออะตอมหรือโมเลกุลของสาร พลังงานจลน์อาจอยู่ในรูปพลังงานกล พลังงานความร้อน และพลังงานการแผ่รังสี

2) พลังงานศักย์ (potential energy) เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุเนื่องจากการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ หรือเป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในอะตอมและโมเลกุลของวัตถุเนื่องจากการสร้างพันธะระหว่างกัน หรือเป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในนิวเคลียสของอะตอมเนื่องจากการยึดเหนี่ยวกันของอนุภาคในนิวเคลียส พลังงานศักย์จึงอาจอยู่ในรูปพลังงานกล พลังงานเคมี พลังงานไฟฟ้า และพลังงานนิวเคลียร์

พลังงานไม่สามารถทำให้สูญหายไปหรือสร้างขึ้นมาใหม่ได้ แต่เปลี่ยนรูปได้ เรียกกฎที่กล่าวถึงการคงตัวของพลังงานนี้ว่า **กฎการอนุรักษ์พลังงาน** (law of conservation of energy) โดยพลังงานทุกรูปแบบมีความสัมพันธ์กันทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังภาพที่ 3.1



▲ ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงตัวอย่างการเปลี่ยนรูปแบบระหว่างพลังงานรูปแบบต่าง ๆ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

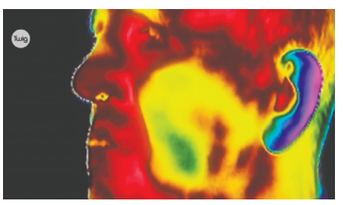
หนังสือรูปเล่มนี้อยู่ในระหว่างพิจารณาตรวจสอบด้านการใช้ภาษาที่เหมาะสม

เกร็ดแนะครู

ในการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นกฎที่ว่าด้วยการที่พลังงานไม่สามารถทำให้สูญหายหรือสร้างขึ้นมาใหม่ได้ แต่พลังงานสามารถเปลี่ยนรูปได้ ครูอาจเขียนแผนภาพตัวอย่างการเปลี่ยนรูประหว่างพลังงานรูปแบบต่าง ๆ แล้วสุ่มนักเรียนให้ออกมาเติมข้อความที่ถูกต้องในแต่ละตำแหน่ง

สื่อ Digital

ศึกษาเพิ่มเติมได้จากภาพยนตร์สารคดีสั้น Twig เรื่อง การเปลี่ยนรูปพลังงาน https://www.twig-aksorn.com/film/energy-transformation-8311/



กิจกรรมสร้างเสริม

ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน และออกแบบแผนภาพแสดงการเปลี่ยนรูปพลังงานของพลังงานรูปแบบต่าง ๆ ให้ครอบคลุมและครบถ้วน โดยทำลงในสมุดบันทึกประจำตัว

กิจกรรมท้าทาย

ให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปพลังงานของพลังงานรูปแบบต่าง ๆ พร้อมทั้งเขียนแผนภาพประกอบ ซึ่งในแผนภาพนั้น ๆ ให้นักเรียนใส่ตัวอย่างพลังงานที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันลงไปแทนชื่อของพลังงานนั้น ๆ ครูมอบหมายให้นักเรียนทำลงในกระดาษ A4 แล้วส่งครูผู้สอนเป็นรายบุคคล

1.2 พลังงานทดแทน

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับปริมาณน้ำมันที่ลดลง ราคาน้ำมันที่แพงขึ้น และปัญหามลภาวะในอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้มีการส่งเสริมงานสำรวจและวิจัยเพื่อค้นหาแหล่งพลังงานใหม่มาทดแทนพลังงานจากน้ำมันและเชื้อเพลิงฟอสซิลอื่น ๆ หลายประเทศกำลังมุ่งศึกษาวิจัยหาเทคโนโลยีใหม่เพื่อผลิตพลังงานจากชีวมวลที่มีอยู่ในธรรมชาติภายใต้แนวคิดการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน กล่าวคือ สามารถควบคุมแหล่งพลังงานใหม่นี้ให้ผลิตพลังงานได้อย่างต่อเนื่องและเพียงพอต่อการใช้ด้วยต้นทุนที่ต่ำจากการใช้ทรัพยากรภายในประเทศ โดยที่การผลิตและการใช้พลังงานมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์น้อยที่สุด

พลังงานทดแทน (alternative energy) เป็นพลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลือง และพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียน

1. พลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลือง เป็นพลังงานทดแทนจากแหล่งพลังงานที่ใช้ไปนาน ๆ แล้วจะหมดไปได้ เช่น แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น

1) แก๊สธรรมชาติ เป็นสารปิโตรเลียมเช่นเดียวกับน้ำมัน เกิดจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตเป็นเวลาหลายล้านปี แก๊สธรรมชาติจัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนประเภทต่าง ๆ เช่น มีเทน อีเทน โพรเพน บิวเทน เพนเทน เป็นต้น เป็นส่วนใหญ่ส่วนที่เหลือเป็นแก๊สอื่น ๆ เช่น แก๊สไนโตรเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น การใช้ประโยชน์แก๊สธรรมชาติเป็นการนำสารไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆ ที่แยกออกมาจากแก๊สธรรมชาติไปใช้ประโยชน์ เช่น

- **มีเทน** ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าและอุตสาหกรรม และใช้เป็นเชื้อเพลิงของยานพาหนะ
- **อีเทนและโพรเพน** ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี
- **โพรเพนและบิวเทน** ใช้เป็นแก๊สหุงต้มและใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมและยานพาหนะ

การใช้แก๊สธรรมชาติมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เนื่องจากการเผาไหม้ของแก๊สธรรมชาติเป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ สิ่งที่เหลือจากการเผาไหม้ คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจะเกิดขึ้นในขั้นตอนขุดเจาะ คือ ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางทะเลบริเวณที่ขุดเจาะแก๊สธรรมชาติ

Physics in real life

NGV ย่อมาจาก natural gas vehicles หมายถึง ยานพาหนะที่ใช้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ไม่ได้หมายถึงแก๊สที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เพราะแก๊สที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้นจะเรียกว่า แก๊สธรรมชาติอัด (compressed natural gas หรือ CNG)

หนังสือเล่มนี้เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ห้ามจำหน่าย

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

8. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง พลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลือง จากหนังสือเรียน
9. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความหมายของ NGV ว่าหมายถึง ยานพาหนะที่ใช้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง โดยไม่ได้หมายถึงแก๊สที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เพราะแก๊สที่นำมาใช้นั้นจะเรียกว่า แก๊สธรรมชาติอัด หรือ CNG ซึ่งนักเรียนสามารถศึกษาได้จากกรอบ Physics in real life

ข้อสอบเน้นการคิด

แก๊สมีเทนซึ่งถือว่าเป็นแก๊สเรือนกระจกชนิดหนึ่งมีอันตรายมากกว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กี่เท่าโดยประมาณ

1. 2.5 เท่า
2. 15 เท่า
3. 25 เท่า
4. 30 เท่า
5. 35 เท่า

วิเคราะห์คำตอบ แก๊สที่เกิดจากของเน่าเสีย มีส่วนผสมบางชนิดในไอเสียของรถยนต์ เรียกว่า แก๊สมีเทน (methane) นำมาใช้เป็นแก๊สเชื้อเพลิงให้ความร้อนได้ แต่หากถูกปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศจะส่งผลกระทบทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกได้มากกว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากถึง 25 เท่า โดยประมาณ ดังนั้น ตอบข้อ 3.)

เกร็ดแนะครู

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับสัดส่วนทั่วไปของแก๊สธรรมชาติ

ชื่อ	สูตรเคมี	สัดส่วน (%)
แก๊สมีเทน (methane)	CH_4	70–90
แก๊สอีเทน (ethane)	C_2H_6	0–20
แก๊สโพรเพน (propane)	C_3H_8	
แก๊สบิวเทน (butane)	C_4H_{10}	
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide)	CO_2	0–8
แก๊สออกซิเจน (oxygen)	O_2	0–0.2
แก๊สไนโตรเจน (nitrogen)	N_2	0–0.5
แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide)	H_2S	0–5
แก๊สอื่น ๆ	Ar, He, Ne, Xe	เล็กน้อย

ขั้นสอน

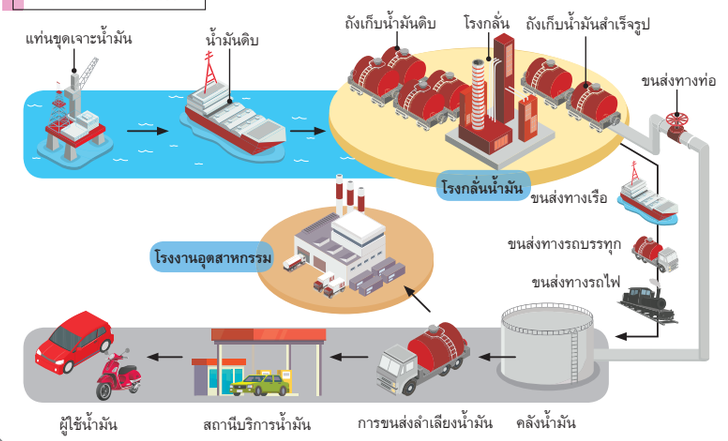
สำรวจค้นหา

10. ครูถามคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนว่า ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างการใช้พลังงานทดแทนในจังหวัดที่นักเรียนอาศัยอยู่ และพลังงานทดแทนนั้นเป็นแหล่งพลังงานทดแทนประเภทใด โดยครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบอย่างอิสระ
11. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างๆ จากนั้นร่วมกันพูดคุยและสรุปความรู้ เรื่อง พลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลืองลงในสมุดบันทึกประจำตัว

2) ถ่านหิน ถ่านหินเกิดขึ้นมาจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของพืช ที่สลายตัวและสะสมอยู่ในลุ่มน้ำหรือแอ่งน้ำต่าง ๆ เป็นเวลาหลายร้อยล้านปี เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรือมีการทับถมของตะกอนมากขึ้น ทำให้แหล่งสะสมตัวนั้นได้รับความกดดันและความร้อนที่มีอยู่ภายในโลกเพิ่มขึ้น ซากพืชเหล่านั้นก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นถ่านหินชนิดต่าง ๆ ถ่านหินถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า การถลุงโลหะ การผลิตปูนซีเมนต์ และอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรไอน้ำ เป็นต้น ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่มีมากที่สุดบนโลกประมาณ 2 ใน 3 ของเชื้อเพลิงทั้งหมด โดย 1 ใน 3 ของถ่านหินทั้งหมดเป็นถ่านหินลิกไนต์

3) น้ำมันดิบ เป็นแร่เชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นของเหลว มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารประกอบของไฮโดรเจนและคาร์บอน จึงถูกเรียกว่าเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน น้ำมันดิบที่ขุดขึ้นมาจะไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ต้องมีการแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่มก่อน จึงจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ วิธีการแยกสารที่ปนอยู่ในน้ำมันดิบออกจากกันเรียกว่า การกลั่นน้ำมันดิบ เมื่อนำน้ำมันดิบมากลั่นจะได้น้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ประเภทต่าง ๆ รวมทั้งการให้พลังงานความร้อนและแสงสว่าง ส่วนที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันนำไปใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ใช้ประดิษฐ์ของใช้สำเร็จรูป เช่น พลาสติก ไนลอน เส้นใยสังเคราะห์ ปุ๋ย เป็นต้น

การขนส่งน้ำมันดิบ

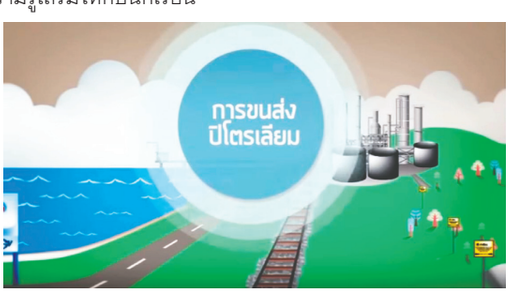


▲ ภาพที่ 3.2 การขนส่งน้ำมันดิบ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หนังสือรูปเล่มนี้ได้ผ่านการตรวจพิจารณาโดยกรมวิชาการ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

เกร็ดแนะครู

การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับน้ำมันดิบ ครูอาจเพิ่มความสนใจหรือเสริมความเข้าใจของนักเรียน โดยการแนะนำให้นักเรียนไปศึกษาเพิ่มเติมจากสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นของประเทศไทย หรือของต่างประเทศ เช่น ครูอาจนำคลิปวิดีโอจาก youtube เรื่อง น้ำมัน การขนส่งน้ำมัน ซึ่งสามารถค้นหาได้จาก https://www.youtube.com/watch?v=gtoNHnD2UQ4 มาเปิดให้นักเรียนดูเพื่อเป็นความรู้เสริมให้กับนักเรียน



ข้อสอบเน้นการคิด

ข้อใดไม่ใช่ประเภทของถ่านหิน

1. พีต
2. ลิกไนต์
3. บิทูมินัส
4. แอลคาไลน์
5. แอนทราไซต์

วิเคราะห์คำตอบ ถ่านหินสามารถแยกประเภทตามลำดับขั้นได้เป็น 5 ประเภท คือ พีต (peat) เป็นขั้นแรกในกระบวนการเกิดถ่านหิน มีปริมาณออกซิเจนและความชื้นสูงแต่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ลิกไนต์ (lignite) เป็นถ่านหินที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า ซับบิทูมินัส (subbituminous) เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพเหมาะสมในการผลิตกระแสไฟฟ้าและงานอุตสาหกรรม บิทูมินัส (bituminous) เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการถลุงโลหะ และเป็นวัตถุดิบเพื่อเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงอื่น ๆ และแอนทราไซต์ (anthracite) เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนั้น ตอบข้อ 4.)

4) พลังงานนิวเคลียร์ เป็นพลังงานที่ได้มาจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งมี 2 แบบ คือ ฟิชชัน (fission) และฟิวชัน (fussion) เป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่จะมีบทบาทมากขึ้นในอนาคต การใช้ประโยชน์พลังงานนิวเคลียร์เป็นการใช้พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ซึ่งปฏิกิริยานิวเคลียร์ขจัดปัญหาการปล่อยมลพิษทางอากาศรวมทั้งการปล่อยแก๊สเรือนกระจกที่เป็นปัญหาหลักของเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ แต่อาจมีปัญหาที่เกิดจากการรั่วไหลของรังสีหรือนิวตรอนที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน จึงจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีควบคุมที่ดีเพื่อป้องกันการรั่วไหลของรังสี ปัญหาอีกอย่างหนึ่ง คือ การกำจัดกากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ซึ่งต้องมีมาตรการควบคุมดูแลการกำจัดกากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ไม่ให้ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากกากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ยังปลดปล่อยรังสีที่เป็นอันตรายออกมาตลอดเวลาและคงสภาพอยู่เป็นเวลายาวนานมาก

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนแบบหนึ่ง ใช้แหล่งพลังงานความร้อนจากเครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตไอน้ำแรงดันสูงจ่ายให้กับกังหันไอน้ำ จากนั้นกังหันไอน้ำจะไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าออกมา

ภาพที่ 3.3 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

H.O.T.S.
คำถามท้าทายการคิดขั้นสูง

เหตุใดจึงจัดให้**พลังงานนิวเคลียร์**เป็นพลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลือง

2. พลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียน เป็นแหล่งพลังงานที่เกิดขึ้นอยู่อย่างต่อเนื่อง สามารถเกิดขึ้นใหม่หรือหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ ไม่หมดไปจากโลก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น ประโยชน์ที่ได้จากพลังงานหมุนเวียนมีหลายด้าน ทั้งการรักษาสิ่งแวดล้อม การลดมลพิษจากการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลจำพวกผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม① ต่าง ๆ อีกทั้งยังลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ และพลังงานเชื้อเพลิงยังให้ผลตอบแทนการลงทุนที่น่าสนใจอีกด้วย เทคโนโลยีเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียนนี้ได้รับการพัฒนาไปอย่างมาก รวมถึงการเปลี่ยนรูปพลังงานหมุนเวียนเหล่านี้เป็นพลังงานไฟฟ้า

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

12. ครูถามคำถามท้าทายการคิดขั้นสูง จากหนังสือเรียนกับนักเรียนว่า “เหตุใดจึงจัดให้พลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลือง” โดยให้นักเรียนเขียนคำตอบของตนเองลงในสมุดบันทึกประจำตัว

อธิบายความรู้

1. ให้นักเรียนจับกลุ่ม 3 คน ตามเลขที่ของตนเอง เช่น กลุ่มเลขที่ 1-3 กลุ่มเลขที่ 4-6 ไปเรื่อย ๆ จากนั้นครูแจกใบงาน เรื่อง พลังงานสิ้นเปลือง ให้นักเรียนช่วยกันทำ
2. ครูนำอธิบายความหมายของพลังงาน ประเภทของพลังงาน รวมถึงพลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลือง เพื่อเป็นการสรุปความเข้าใจของนักเรียนให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน

แนวตอบ H.O.T.S.

เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ของดวงอาทิตย์จะหมดภายใน 5 พันล้านปี ซึ่งแร่ยูเรเนียมที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เกิดจากการแตกตัวของนิวเคลียสของยูเรเนียมกลายเป็นธาตุใหม่ เมื่อยูเรเนียมเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์แล้วจะไม่สามารถทำให้ธาตุใหม่ที่เกิดขึ้นกลับคืนสภาพไปเป็นยูเรเนียมได้อีก จึงมีความเป็นไปได้ที่เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ของโลกจะหมดไปในอนาคต

ข้อสอบเน้นการคิด

ข้อใดต่อไปนี้เป็นพลังงานสิ้นเปลือง

1. พลังงานน้ำ ป่าไม้ กากอ้อย
2. น้ำมันดิบ แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน
3. พลังงานชีวมวล พลังงานลม แก๊สธรรมชาติ
4. พลังงานชีวมวล พลังงานแสงอาทิตย์ น้ำมันดิบ
5. พลังงานคลื่น พลังงานแสงอาทิตย์ แก๊สธรรมชาติ

(วิเคราะห์คำตอบ พลังงานสิ้นเปลือง เป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถสร้างขึ้นมาใหม่ได้ ประกอบด้วย แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน น้ำมันดิบ และพลังงานนิวเคลียร์ ดังนั้น ตอบข้อ 2.)

นักเรียนควรรู้

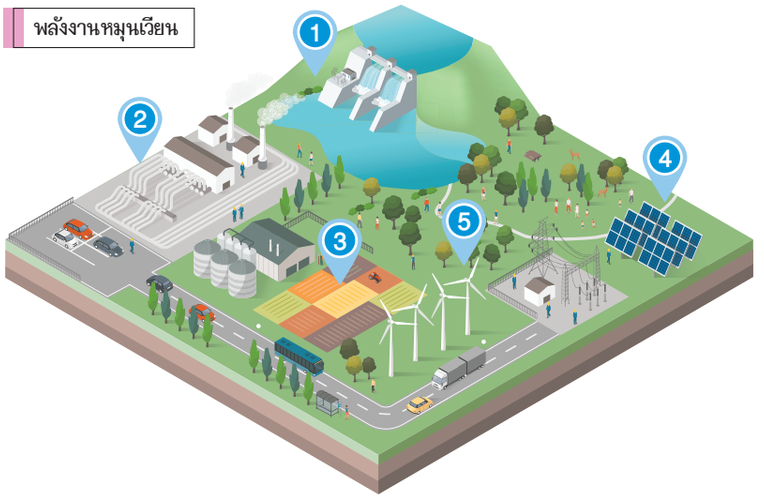
① **ปิโตรเลียม** (petroleum) คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติจากซากพืชและซากสัตว์ที่ทับถมกันหลายล้านปี มักพบอยู่ในชั้นหินตะกอน (sedimentary rock) ทั้งในสภาพของแข็ง ของเหลว และแก๊ส มีคุณสมบัติไวไฟเมื่อนำมากลั่นหรือผ่านกระบวนการแยกแก๊ส จะได้ผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เช่น แก๊สหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา ยางมะตอย และยังสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น น้ำมันหล่อลื่น จาระบี ปุ๋ยเคมี พลาสติก ยางสังเคราะห์

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

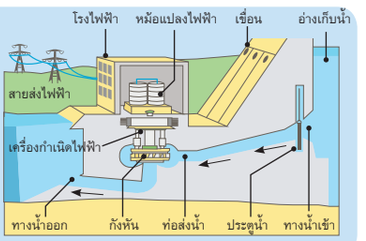
1. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง พลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียน จากหนังสือเรียน
2. ครูแนะนำให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียนประเภทต่าง ๆ จากแหล่งข้อมูลสารสนเทศหรืออินเทอร์เน็ต โดยเน้นย้ำถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการเปลี่ยนรูปพลังงานเป็นพลังงานไฟฟ้าของพลังงานหมุนเวียนประเภทต่าง ๆ
3. ครูให้นักเรียนจับกลุ่มกับเพื่อนกลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นร่วมกันอภิปรายผลการศึกษาของแต่ละคนภายในกลุ่ม แล้วเขียนสรุปลงในสมุดบันทึกประจำตัว
4. ครูสุ่มตัวแทนของแต่ละกลุ่ม ออกมานำเสนอผลการศึกษาและอภิปรายร่วมกันของกลุ่มตนเองให้เพื่อน ๆ และครูฟังหน้าชั้นเรียน

พลังงานหมุนเวียน



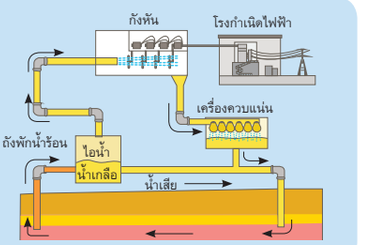
1 พลังงานน้ำ

เป็นพลังงานหมุนเวียนที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับแกนของกังหัน ทำให้เกิดการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานศักย์โน้มถ่วงของน้ำที่ถูกกักเก็บไว้เหนือเขื่อน



2 พลังงานความร้อนใต้พิภพ

เป็นการนำเอาพลังงานความร้อนที่อยู่ใต้ดินขึ้นมาใช้ ความร้อนดังกล่าวอยู่ในแกนกลางของโลกเกิดขึ้นมาตั้งแต่โลกกำเนิดขึ้น โดยนำน้ำที่มีความร้อนสูงไปผ่านกระบวนการจนได้ไอน้ำ เอาแรงอัดของไอน้ำที่ได้ไปหมุนกังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า



▲ ภาพที่ 3.4 พลังงานหมุนเวียน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หนังสือรูปเล่มนี้ปกป้องโดยกฎหมายลิขสิทธิ์ ห้ามทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ ไม่ว่ากรณีใด ๆ ก่อนได้รับอนุญาต

เกร็ดแนะครู

ในการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานหมุนเวียน ครูนำความรู้มาอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่า เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการของไมเคิล ฟาราเดย์ คือ การเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็ก หรือการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น เพื่อให้นักเรียนได้คิดเชื่อมโยงจากเนื้อหาที่จะเรียนไปสู่ชีวิตประจำวัน

สื่อ Digital

ศึกษาเพิ่มเติมได้จากภาพยนตร์สารคดีสั้น Twig เรื่อง พลังงานน้ำ
https://www.twig-aksorn.com/film/hydropower-8146/

ข้อสอบเน้นการคิด

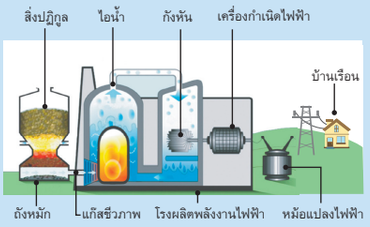
ข้อใดไม่ใช่ประเภทของขีวมวล

1. มูลสัตว์
2. ขยะชุมชน
3. ของเหลือจากการเกษตร
4. ของเหลือจากการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร
5. ของเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

(วิเคราะห์คำตอบ ขีวมวลแบ่งออกเป็น 6 ประเภท จากแหล่งกำเนิดของขีวมวลนั้น ๆ คือ ขีวมวลที่เกิดจากการเพาะปลูก ขีวมวลที่เกิดขึ้นหลังการเกิดไฟไหม้ป่า ขีวมวลที่เกิดขึ้นจากของเสียทางการเกษตร ขีวมวลที่เกิดขึ้นในป่าและอุตสาหกรรมป่าไม้ ขีวมวลจากมูลสัตว์ และขีวมวลจากขยะชุมชน ดังนั้น ตอบข้อ 5.)

3 พลังงานชีวมวล

เป็นพลังงานที่ถูกเก็บสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตหรือสารอินทรีย์ทั่ว ๆ ไปตามธรรมชาติ เช่น ต้นหญ้า กิ่งไม้ สิ่งปฏิกูลจากการเลี้ยงสัตว์หรือขยะ โดยนำมาหมักทำให้เกิดเป็นแก๊สชีวภาพ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแก๊สหุงต้ม เพื่อผลิตพลังงานความร้อน หรือนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า และยังได้ปุ๋ยชีวภาพที่เกิดจากการหมักสารอินทรีย์[1]ต่าง ๆ ด้วย



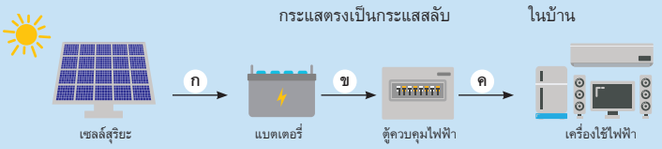
4 พลังงานแสงอาทิตย์

แสงอาทิตย์ เป็นพลังงานจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และเป็นแหล่งพลังงานสำคัญของโลก เพราะร้อยละ 99 ของพลังงานความร้อนที่ให้ความอบอุ่นแก่โลกมาจากพลังงานแสงอาทิตย์ แสงอาทิตย์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดยใช้เซลล์สุริยะ (solar cell) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

ก เซลล์สุริยะ เปลี่ยนแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง

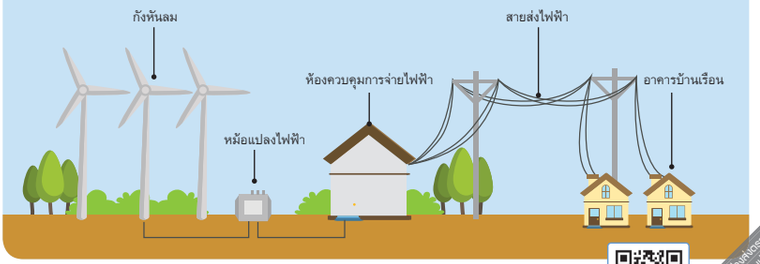
ข แบตเตอรี่และอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าแปลงไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ

ค ตู้ควบคุมไฟฟ้า ทำหน้าที่จ่ายไฟไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน



5 พลังงานลม

เมื่อลมพัดมาปะทะกับใบพัดของกังหันลม ใบพัดของกังหันลมจะหมุน ซึ่งการหมุนของใบพัดจะอยู่ในรูปของพลังงานกลและจะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยแรงจากการหมุนนี้จะถูกส่งผ่านแกนหมุนทำให้เกิดการเหนี่ยวนำที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้า



พลังงานหมุนเวียน

หมายเหตุ เนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะกล่าวถึงพลังงานทดแทนเท่านั้น

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

5. ครูถามคำถามกับนักเรียนว่าพลังงานทดแทนแต่ละประเภทสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างไร เพื่อเป็นการเน้นย้ำถึงจุดประสงค์ในการศึกษา เรื่อง พลังงานหมุนเวียน
6. ครูให้นักเรียนเก็บรวบรวมใบงาน เรื่อง พลังงานสิ้นเปลือง ส่งคืนครูเพื่อนำไปตรวจและให้คะแนน
7. ครูทบทวนเนื้อหาที่ได้ศึกษาไปในชั่วโมงที่แล้วอีกครั้ง โดยเปิด PowerPoint เรื่อง พลังงานทดแทน แล้วนำสรุปให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน
8. ครูสนทนากับนักเรียนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์ที่ได้ศึกษาไปแล้วว่าเป็นพลังงานทดแทนประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานอย่างหนึ่งที่สะอาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ข้อสอบเน้นการคิด

การเปลี่ยนรูปพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้า ต้องอาศัยอุปกรณ์ใดในการเปลี่ยนรูปพลังงาน

1. กังหันลม
2. เซลล์สุริยะ
3. อินเวอร์เตอร์
4. มัลติมิเตอร์
5. คอนเวอร์เตอร์

วิเคราะห์คำตอบ พลังงานลม เป็นพลังงานตามธรรมชาติที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศ และแรงจากการหมุนของโลก สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเร็วลมและกำลังลม การนำลมมาใช้ประโยชน์จะต้องอาศัยเครื่องจักรกลสำคัญ คือ กังหันลม ในการเปลี่ยนพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมเป็นพลังงานกลเพื่อส่งไปยังมอเตอร์เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าต่อไป ดังนั้น ตอบข้อ 1.)

นักเรียนควรรู้

[1] **สารอินทรีย์** (organic) คือ สารที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ โดยสามารถเกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติหรือเกิดจากการสังเคราะห์ ยกเว้นสารในกลุ่มต่อไปนี้ ได้แก่ เกลือคาร์บอเนต ไฮโดรเจนคาร์บอเนต สารประกอบออกไซด์ของคาร์บอน (เช่น คาร์บอนไดออกไซด์) สารประกอบเกลือคาร์ไบด์ (เช่น แคลเซียมคาร์ไบด์) เกลือไซยาไนด์ เกลือไซยาเนต สารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบเพียงธาตุเดียว (เช่น เพชร) โดยสารในกลุ่มดังกล่าวจะเรียกว่าเป็นกลุ่มสารอนินทรีย์ (inorganic) ซึ่งสารอินทรีย์ที่พบได้ในธรรมชาติจะเรียกว่าสารชีวโมเลกุล

T111

ขั้นสอน
สำรวจค้นหา

9. ครูนำเข้าสู่เนื้อหาที่กำลังจะศึกษาด้วยการสนทนาต่อว่าการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ ผลิตได้จากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ คือ ใช้ความร้อนจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบฟิชชัน
10. ครูให้นักเรียนศึกษาส่วนประกอบสำคัญภายในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบฟิชชันที่ประกอบด้วย มัดเชื้อเพลิง แท่งควบคุม และตัวหน่วงอัตราเร็วของนิวตรอน จากหนังสือเรียน
11. ครูสุ่มถามคำถามกับนักเรียนเกี่ยวกับส่วนประกอบภายในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบฟิชชันที่ได้ศึกษามาแล้ว เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้มากขึ้น

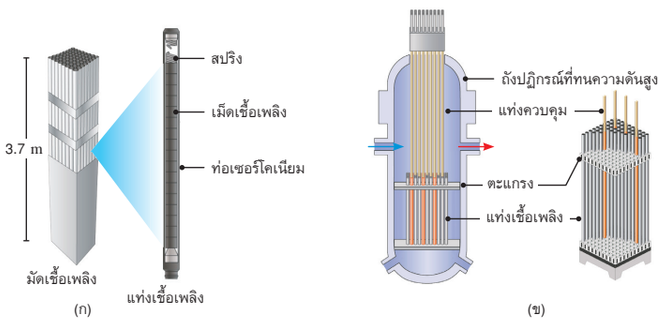
1.3 ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์และแสงอาทิตย์

พลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้งานผลิตขึ้นมาจากทรัพยากรหรือแหล่งพลังงานธรรมชาติ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน น้ำ ลม แสงอาทิตย์ เป็นต้น พลังงานเหล่านี้บางส่วนใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยโรงไฟฟ้าใช้ความร้อนขับเคลื่อนจากพลังงานเหล่านี้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และนำไปใช้ด้านอื่น ๆ ซึ่งพลังงานนิวเคลียร์เป็นแหล่งพลังงานอย่างหนึ่งที่สะอาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1. ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ ผลิตได้จากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ วิธีการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ คือ ใช้ความร้อนจาก**เครื่องปฏิกรณ์แบบฟิชชัน** (fission reactor) ทำให้น้ำเดือดกลายเป็นไอไปขับกังหันไอน้ำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โรงไฟฟ้านิวเคลียร์จึงจัดอยู่ในประเภทโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

1) ส่วนประกอบสำคัญภายในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบฟิชชัน มีดังนี้

- **มัดเชื้อเพลิง** (fuel assembly) ประกอบด้วย **แท่งเชื้อเพลิง** (fuel rod) จำนวนมาก (บางแบบมี 204 แท่ง) สอดผ่านตะแกรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส แล้วผนึกเข้าด้วยกันเป็นมัด แท่งเชื้อเพลิงแต่ละแท่งยาว 12 ฟุต (ประมาณ 3.7 เมตร) ประกอบด้วย **เม็ดเชื้อเพลิง** (pellet) รูปทรงกระบอกเล็ก ๆ เส้นผ่านศูนย์กลาง 8-10 มิลลิเมตร ส. 9-15 มิลลิเมตร ทำจากออกไซด์ของยูเรเนียม (UO_2) บรรจุเรียงกันในท่อที่ทำจากเซอร์โคเนียม(1)หรืออัลลอยด์ของเซอร์โคเนียม ดังภาพที่ 3.5 (ก)
- **แท่งควบคุม** (control rod) ทำจากโบรอน แคดเมียม แฮฟเนียม หรือธาตุอื่นที่มีสมบัติดูดซับนิวตรอน ใช้ควบคุมการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ของแท่งเชื้อเพลิง โดยสอดแท่งควบคุมเข้าไประหว่างแท่งเชื้อเพลิงในมัดเชื้อเพลิง ซึ่งบรรจุอยู่ในถังปฏิกรณ์ที่ทนความดันสูง (steel pressure vessel) ดังภาพที่ 3.5 (ข)



▲ ภาพที่ 3.5 แท่งเชื้อเพลิง แท่งควบคุม และถังปฏิกรณ์ที่ใช้บรรจุมัดเชื้อเพลิง
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หนังสือรุ่นนี้อยู่ในระหว่างพิจารณาตรวจสอบจากกรมวิชาการ ยังไม่ผ่านการใช้งานในห้องเรียน

นักเรียนควรรู้

(1) **เซอร์โคเนียม** (zirconium) คือ ธาตุที่มีสัญลักษณ์ Zr มีเลขอะตอมเท่ากับ 40 เป็นโลหะที่มีจุดหลอมเหลว 1,852 องศาเซลเซียส มีจุดเดือด 4,377 องศาเซลเซียส และเป็นโลหะแทรนซิชันที่มีสีขาวเทาคล้ายไทเทเนียม (Ti) เซอร์โคเนียมจัดเป็นธาตุที่ค่อนข้างว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี ณ อุณหภูมิสูง ความไวต่อไนโตรเจนและออกซิเจนของธาตุนี้เป็นประมาณ 3 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับไทเทเนียม เซอร์โคเนียมจึงเป็นวัตถุโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ และมักใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ อีกมากมาย ได้แก่

- ใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ไอพ่นและจรวด
- ใช้ทำถ้วยกระเบื้องทนไฟ
- ใช้ทำอิฐทนไฟสำหรับเตาหลอมโลหะ
- ใช้ทำฉนวนกันไฟฟ้าแรงสูง
- ใช้ทำชิ้นส่วนของหัวเทียนรถยนต์
- ใช้ทำชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อสอบเน้นการคิด

แท่งควบคุมในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มีความสำคัญอย่างไร

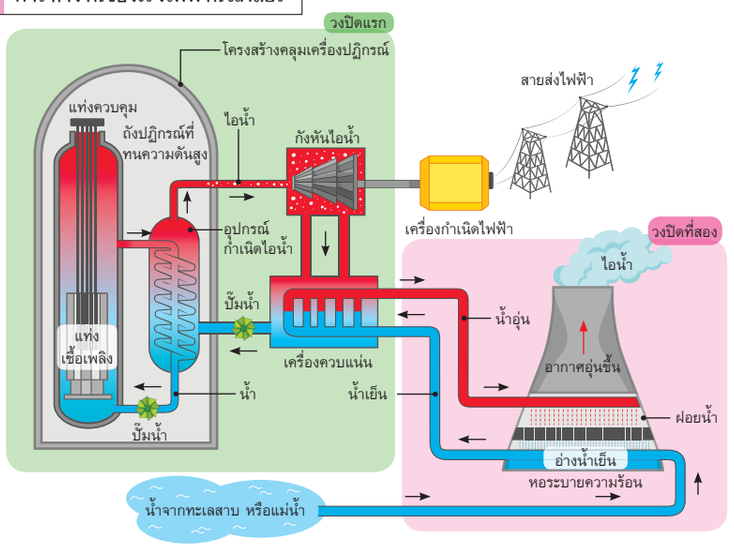
(แนวตอบ แท่งควบคุมจะทำจากสารดูดซับนิวตรอน หรือที่เรียกว่า neutron poison จะถูกใช้ในการดูดซับนิวตรอน ถ้ามีการดูดซับนิวตรอนมากขึ้นในแท่งเชื้อเพลิง หมายความว่า มีนิวตรอนน้อยลงที่พร้อมจะทำให้เกิดปฏิกิริยาฟิชชัน ดังนั้น การดันแท่งควบคุมลึกเข้าไปในเครื่องปฏิกรณ์จะลดการเกิดปฏิกิริยาฟิชชัน การส่งออกพลังงานก็จะลดลงด้วย ในทางกลับกันการดึงแท่งควบคุมขึ้นจะเพิ่มการเกิดปฏิกิริยาฟิชชัน ส่งผลให้เพิ่มการส่งออกพลังงานให้มากขึ้น)

เมื่อสอดแท่งควบคุมเข้าไปในมัดเชื้อเพลิง แท่งควบคุมจะดูดซับนิวตรอนอัตราเร็วต่ำส่วนใหญ่ไว้ ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาฟิชชันและกำลังการผลิตของเครื่องปฏิกรณ์ลดลง แต่ถ้าดึงแท่งควบคุมออกไป จำนวนนิวตรอนที่ถูกดูดซับไว้จะลดลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาและกำลังการผลิตของเครื่องปฏิกรณ์จะเพิ่มขึ้น ในกรณีฉุกเฉินสามารถปิดปฏิกิริยาลูกโซ่ได้โดยการสอดแท่งควบคุมทั้งหมดเข้าไประหว่างแท่งเชื้อเพลิงในแกนของเครื่องปฏิกรณ์

• **ตัวหน่วงอัตราเร็วของนิวตรอน** เป็นวัสดุหรือสารที่ใช้หน่วงนิวตรอนที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งเคลื่อนที่เร็วเกินไปให้เคลื่อนที่ช้าลงจนมีอัตราเร็วต่ำพอที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ร่วงก่าใช้แกรไฟต์บริสุทธิ์สูงเป็นตัวหน่วงอัตราเร็วของนิวตรอน เครื่องปฏิกรณ์สมัยใหม่ใช้น้ำมวลหนัก (heavy water) หรือน้ำจืดเป็นตัวหน่วงอัตราเร็วนิวตรอน สารหรือวัสดุอื่นที่ใช้เป็นตัวหน่วงอัตราเร็วนิวตรอน ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ และเบริลเลียม

2) การทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

การทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์



▲ ภาพที่ 3.6 การทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

12. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มอย่างอิสระ กลุ่มละ 3-4 คน จากนั้นให้ร่วมกันศึกษาการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จากหนังสือเรียน
13. ครูแจกกระดาษฟลิปชาร์ตให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น
14. ครูแนะนำให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต แล้วร่วมกันอภิปรายผลการศึกษาจนได้เป็นแนวทางที่เข้าใจตรงกันทั้งกลุ่ม
15. ครูให้นักเรียนเขียนสรุปข้อมูลที่ได้จากการศึกษาลงในกระดาษฟลิปชาร์ต เพื่อนำเสนอผลการศึกษาหน้าชั้นเรียน พร้อมตกแต่งให้สวยงาม

กิจกรรม 21st Century Skills

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละ 3-4 คน
2. ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
3. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันพูดคุยและอภิปรายผลการศึกษา โดยสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มต้องสามารถอธิบายได้ว่า โรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีขั้นตอนการทำงานอย่างไร และส่วนประกอบหรืออุปกรณ์แต่ละอย่างทำหน้าที่อะไร
4. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันจัดทำข้อมูลเป็นรายงานผลการศึกษาเรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ แล้วนำเสนอรายงานหน้าชั้นเรียน ด้วยวิธีการสื่อสารที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

นักเรียนควรรู้

① **น้ำมวลหนัก** (D_2O) คือ น้ำที่อะตอมไฮโดรเจน 2 ตัว ถูกแทนที่ด้วยดิวเทอเรียม และดิวเทอเรียมก็เป็นไอโซโทปหนึ่งของไฮโดรเจน ประกอบด้วยโปรตอน 1 ตัว และนิวตรอน 1 ตัว น้ำมวลหนักมีอยู่ตามธรรมชาติในน้ำ แต่มีปริมาณน้อยมาก น้อยกว่า 1 ใน 5,000 ส่วน (1/5,000) น้ำมวลหนักเป็น 1 ใน 2 วิธีการ ที่ใช้ในการหน่วงนิวตรอนและตัวระบายความร้อนออกจากมัดเชื้อเพลิงที่จะทำให้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ทำงานได้

สื่อ Digital

ศึกษาเพิ่มเติมได้จาก QR Code เรื่อง การทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

การทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

www.aksorn.com/interactive3D/RKB32

ขั้นสอน

อธิบายความรู้

1. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน เพื่อนำเสนอผลการศึกษาการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทีละกลุ่ม จนครบทุกกลุ่ม
2. ครูอธิบายการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ให้นักเรียนฟังอีกครั้งเพื่อเป็นการรวบยอดความคิดจากการนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่ม โดยครูอาจให้นักเรียนทำการสแกน QR Code เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จากหนังสือเรียน เพื่อช่วยในการสรุปความรู้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ครูเสริมความรู้ เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟิวชัน ในกรอบ Science Focus จากหนังสือเรียน

จากภาพที่ 3.6 เป็นแผนภาพแสดงการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จะสังเกตได้ว่าจะแยกระบบการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ออกเป็นสองวงปิด ดังนี้

• **วงปิดแรก** ทำหน้าที่เป็นระบบผลิตไอน้ำ โดยใช้ความร้อนที่เกิดจากนิวเคลียร์ฟิชชันของแท่งเชื้อเพลิงต้มน้ำในอุปกรณ์กำเนิดไอน้ำ ให้เดือดกลายเป็นไอแล้วนำไปขับกังหันไอน้ำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าส่งเข้าสู่ระบบส่งกำลังไฟฟ้า ส่วนไอน้ำหลังจากใช้ขับกังหันไอน้ำจะผ่านเข้าสู่เครื่องควบแน่นกลายเป็นน้ำร้อนและถูกลดอุณหภูมิลงโดยน้ำในวงปิดที่สอง แล้วผ่านเข้าสู่อุปกรณ์กำเนิดไอน้ำเพื่อต้มน้ำให้เดือดกลายเป็นไอน้ำ วนเป็นวงรอบเช่นนี้ตลอดการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยน้ำในวงปิดแรกทำหน้าที่เป็นทั้งสารหน่วงนิวตรอนและสารระบายความร้อนออกจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

• **วงปิดที่สอง** ทำหน้าที่เป็นระบบหล่อเย็น โดยน้ำในวงปิดที่สองจะรับความร้อนจากไอน้ำในเครื่องควบแน่นแล้วไหลเข้าสู่หอระบายความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิ โดยพ่นน้ำลงบนอ่างน้ำเย็นที่ฐานของหอระบายความร้อน น้ำที่พ่นลงไปส่วนหนึ่งกลายเป็นไอน้ำ (ที่ไม่ปนเปื้อนกัมมันตรังสี) ระบายออกทางปากปล่องของหอระบายความร้อน อีกส่วนหนึ่งกลายเป็นน้ำเย็นไหลกลับเข้าสู่ส่วนของวงปิดแรกที่อยู่ในเครื่องควบแน่น วนเป็นวงรอบเช่นนี้ตลอดการทำงานของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เช่นกัน โดยน้ำเย็นที่ใช้หมุนเวียนในวงปิดที่สองมาจากแหล่งน้ำ เช่น ทะเลสาบ สระน้ำ แม่น้ำ เป็นต้น

การออกแบบโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ต้องมีอาคารหรือโครงสร้างที่ใช้ปกคลุมเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เพื่อป้องกันการรั่วไหลของกัมมันตรังสีที่แพร่ออกไปเมื่อเกิดอุบัติเหตุภายในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์จัดว่ามีความปลอดภัยสูง เพราะมีกฎระเบียบต่าง ๆ ในการทำงานที่เข้มงวด และเทคโนโลยีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนมีความปลอดภัยสูงมากในปัจจุบัน ทำให้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นทางเลือกที่น่าสนใจอย่างหนึ่งในการผลิตกระแสไฟฟ้า

Science Focus

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟิวชัน

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟิวชัน ปัจจุบันมีเพียงโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟิชชันเท่านั้น โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟิวชันกำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนา โดยมีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟิวชันต้นแบบอยู่ที่เมืองคาดาราช ประเทศฝรั่งเศส เพื่อการค้นคว้าทดลองภายใต้ความร่วมมือกันของโครงการ ITER (International Thermo-nuclear Experimental Reactor) ของประเทศฝรั่งเศสเกาหลีใต้ ญี่ปุ่น จีน สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป และอินเดีย ซึ่งกำลังก้าวหน้ามากและคาดว่าจะมีการสร้างโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์ฟิวชันตามความร่วมมือ ITER ในอีก 30-40 ปี ข้างหน้า

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

หนังสือรุ่นนี้ผลิตขึ้นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐ เพื่อการศึกษาในโรงเรียนเท่านั้น ห้ามจำหน่าย

เกร็ดแนะครู

ครูอาจเสริมความรู้เพิ่มเติมในส่วนของข้อดีและข้อเสียที่เกิดขึ้นจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยครูเน้นย้ำกับนักเรียนถึงการออกแบบโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลัก ซึ่งในส่วนของข้อเสียหรือผลกระทบที่เกิดขึ้นนี้ครูอาจนำข้อมูลข่าวสาร หรือคลิปวิดีโอการระเบิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นจริงมาให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นความรู้ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

สื่อ Digital

ศึกษาเพิ่มเติมจาก QR Code เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ข้อสอบเน้นการคิด

หัวใจของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์คืออะไร

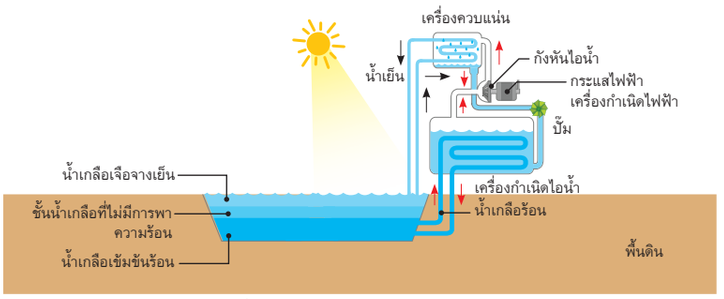
(แนวตอบ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ความร้อนของแกนเครื่องปฏิกรณ์ถูกสร้างขึ้นโดยปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่มีการควบคุม ความร้อนนี้ถูกส่งผ่านไปให้น้ำหล่อเย็นขณะที่มันถูกสูบผ่านเครื่องปฏิกรณ์ และเป็นการดึงเอาพลังงานจากเครื่องปฏิกรณ์ออกมา ความร้อนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันจะถูกใช้ในการสร้างไอน้ำ ซึ่งจะไหลผ่านกังหันไอน้ำที่จะส่งกำลังไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า)

2. ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ หลักการที่ใช้ในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้ามี 2 หลักการ ดังต่อไปนี้

1) การใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 ระบบ ดังนี้

• **ระบบความร้อนรวมศูนย์** ใช้อุปกรณ์รับแสง เช่น กระจกเงา หรือวัสดุสะท้อนแสงที่หมุนตามดวงอาทิตย์ได้ เพื่อรวมความร้อนจากแสงอาทิตย์มาไว้ที่จุดเดียวกันทำให้เกิดความร้อนสูงส่งผ่านไปยังตัวกลาง แล้วนำความร้อนจากตัวกลางไปผลิตเป็นไอเพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบความร้อนรวมศูนย์แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ระบบรางตรง ระบบหอคอยกลาง และระบบจานร่วมกับเครื่องจักร ปัจจุบันระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบความร้อนรวมศูนย์ไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากต้นทุนการผลิตสูง ระบบนี้เหมาะกับการผลิตไฟฟ้าจากรังสีตรงเท่านั้น เช่น แสงอาทิตย์จากทะเลทราย จึงไม่เหมาะสมกับประเทศไทย

• **ระบบสระแสงอาทิตย์** เป็นระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะกับประเทศไทย เพราะเก็บความร้อนได้ทั้งจากรังสีตรงและรังสีกระจาย ซึ่งของเหลวภายในสระ (น้ำเกลือ) เมื่อได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์จะมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจึงจมลงสู่ก้นสระ ความร้อนจึงเก็บสะสมอยู่ที่ก้นสระ ขณะที่น้ำที่ผิวสระเป็นน้ำอุณหภูมิต่ำจึงเกิดการสูญเสียให้แก่บรรยากาศน้อย ในการผลิตไฟฟ้าต้องสูบน้ำเกลือที่ก้นสระซึ่งมีความเข้มข้นสูงและอุณหภูมิสูง ผ่านท่อเข้าสู่เครื่องกำเนิดไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำไปขับกังหันไอน้ำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า แล้วสูบกลับสู่ก้นสระตามเดิม ขณะเดียวกันต้องสูบน้ำเกลือบริเวณผิวสระซึ่งเจือจางและมีอุณหภูมิต่ำผ่านท่อเข้าสู่เครื่องควบแน่นเพื่อใช้ในการควบแน่นไอน้ำที่ขับกังหันให้เป็นของเหลวกลับเข้าสู่เครื่องกำเนิดไอน้ำ ส่วนน้ำเกลือที่สูบมาจากผิวสระจะถูกสูบกลับไปยังผิวสระตามเดิม ดังภาพที่ 3.7



▲ ภาพที่ 3.7 การผลิตไฟฟ้าด้วยระบบสระแสงอาทิตย์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

1. ครูให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มเดิมที่ได้แบ่งไว้เมื่อชั่วโมงที่ผ่านมา จากนั้นร่วมกันศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ จากหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ลงในสมุดบันทึกประจำตัว เพื่อนำส่งครูท้ายชั่วโมง

กิจกรรมสร้างเสริม

ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงาน จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนเขียนสรุปลงในกระดาษ A4 ด้วยลายมือของตนเอง ตัวบรรจงพร้อมตกแต่งให้สวยงาม

กิจกรรมท้าทาย

ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงาน จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ทำเป็นแผ่นพับความรู้ขนาด A4 โดยนักเรียนสามารถสร้างสรรค์และออกแบบวิธีการนำเสนอตามสไตล์ของตนเอง พร้อมทั้งตกแต่งให้สวยงามตามความสามารถ ครูอาจสุ่มตัวแทนออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน เสร็จแล้วเก็บรวบรวมส่งครู

เกร็ดแนะครู

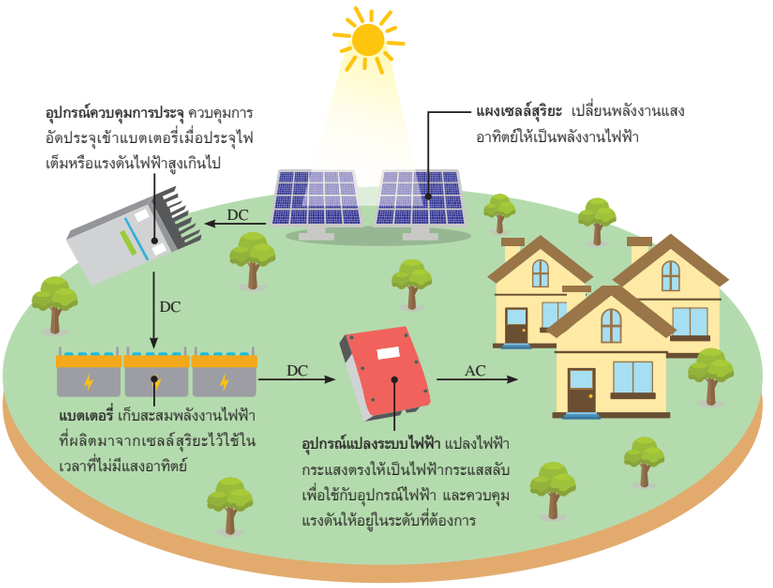
ครูอาจนำสื่อหรือสารสนเทศต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ระบบความร้อนรวมศูนย์มานำเสนอให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม เช่น อุปกรณ์ที่ใช้รับแสงในระบบดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นกระจกเงาหรือวัสดุสะท้อนแสงที่หมุนตามดวงอาทิตย์ได้ และที่สำคัญไปกว่านั้นครูควรกล่าวถึงประเภทของระบบความร้อนรวมศูนย์ ซึ่งประกอบด้วย ระบบตรง ระบบหอคอยกลาง และระบบจานร่วมกับเครื่องจักร พร้อมกับนำเสนอภาพหรือวิธีการทำงานของระบบนั้น ๆ ประกอบการนำเสนอ

ขั้นสอน

อธิบายความรู้

1. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการศึกษาหน้าชั้นเรียน โดยสุ่มออกมาเพียง 5 กลุ่ม ซึ่งครูเป็นคนเลือกว่าจะให้กลุ่มไหนนำเสนอเรื่องอะไร โดยมีหัวข้อเรื่อง ดังต่อไปนี้
   - การใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้า ระบบความร้อนรวมศูนย์
   - การใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้า ระบบสระแสงอาทิตย์
   - การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ระบบเซลล์สุริยะแบบอิสระ
   - การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ระบบเซลล์สุริยะแบบต่อกับระบบจำหน่าย
   - การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ระบบเซลล์สุริยะแบบผสมผสาน
2. ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มกำลังนำเสนอ ครูอาจเสนอแนะหรือแทรกข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องนั้นๆ ให้นักเรียนทุกคนได้มีความเข้าใจที่ตรงกันมากยิ่งขึ้น

2) การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ทำได้โดยใช้เซลล์สุริยะ (solar cell) แต่เซลล์สุริยะเพียงเซลล์เดียวให้พลังงานไฟฟ้าน้อยมาก การผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์สุริยะจึงต้องนำเซลล์สุริยะหลาย ๆ เซลล์มาต่อเข้าด้วยกันเป็น**แผงเซลล์สุริยะ** (solar module) และเนื่องจากเซลล์สุริยะผลิตไฟฟ้า①กระแสตรงและทำงานเมื่อมีแสงอาทิตย์มาตกกระทบเท่านั้น ถ้าต้องการใช้ไฟฟ้า②กระแสสลับและต้องการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์จำเป็นต้องต่อแผงเซลล์สุริยะร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ โดยรวมเข้าเป็นระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก ดังภาพที่ 3.8



▲ ภาพที่ 3.8 ส่วนประกอบหลักของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์สุริยะ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์สุริยะแบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบเซลล์สุริยะแบบอิสระ (PV standalone system) ระบบเซลล์สุริยะแบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV grid connected system) และระบบเซลล์สุริยะแบบผสมผสาน (PV hybrid system) ซึ่งแต่ละระบบผลิตออกมาเพื่อตอบสนองการใช้งานที่ต่างกัน

หนังสือรูปเล่มนี้ได้รับความร่วมมือจากสำนักพิมพ์วรรณกรรมเยาวชน ในการนำเทคโนโลยีการพิมพ์มาใช้ในการจัดทำ

นักเรียนควรรู้

① **กระแสตรง** (direct current; DC) คือ กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันเป็นวงจร ในอดีตไฟฟ้ากระแสตรงถูกเรียกว่า กระแสกัลวานิก (galvanic current) อุปกรณ์ที่สามารถผลิตไฟฟ้ากระแสตรงได้ เช่น เซลล์สุริยะ แบตเตอรี่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถไหลผ่านตัวนำไฟฟ้า เช่น สายไฟ สารกึ่งตัวนำ ฉนวนไฟฟ้า หรือแม้กระทั่งเคลื่อนที่ในภาวะสุญญากาศในรูปของลำอิเล็กตรอนหรือลำไอออนได้

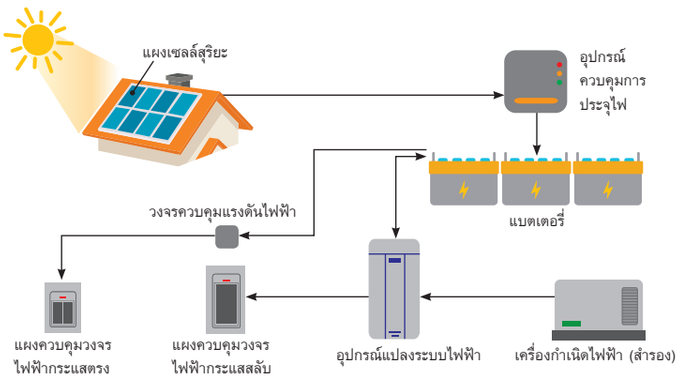
② **กระแสสลับ** (alternating current; AC) คือ กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ไปและกลับตลอดระยะเวลา มีการสลับขั้วบวกและลบกันอยู่ตลอดเวลา เช่น ไฟฟ้าที่ได้จากถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ของรถยนต์ ไฟฟ้ากระแสสลับจึงเป็นไฟฟ้าที่เหมาะสำหรับบ้านเรือนหรือธุรกิจอุตสาหกรรมที่ใช้ไฟฟ้าปริมาณมาก ๆ โดยไฟฟ้ากระแสสลับมีคุณสมบัติที่สามารถส่งไปในที่ไกล ๆ ได้ดี กำลังไม่ตก และสามารถแปลงแรงดันให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ตามต้องการโดยการใช้หม้อแปลง (transformer)

ข้อสอบเน้นการคิด

จงอธิบายหลักการทำงานของระบบเซลล์สุริยะแบบอิสระเมื่อแบ่งตามช่วงเวลา

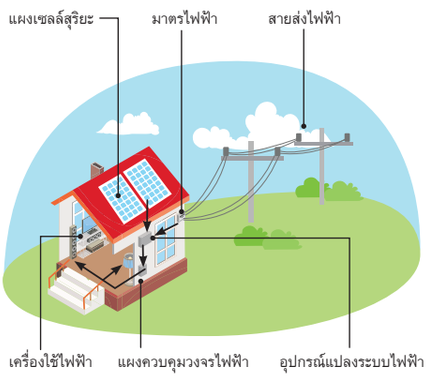
(แนวตอบ ช่วงเวลากลางวัน เซลล์สุริยะได้รับแสงอาทิตย์สามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดพร้อมทั้งประจุพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินไว้ในแบตเตอรี่พร้อม ๆ กัน ส่วนในช่วงกลางคืน เซลล์สุริยะไม่ได้รับแสงอาทิตย์จึงไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้น พลังงานจากแบตเตอรี่ที่เก็บประจุไว้ในช่วงกลางวันจะถูกจ่ายให้แก่โหลด จึงสามารถกล่าวได้ว่า ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์สุริยะแบบอิสระสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โหลดได้ทั้งกลางวันและกลางคืน)

• **ระบบเซลล์สุริยะแบบอิสระ** ออกแบบมาเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าในชนบทหรือพื้นที่ที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์สำคัญในระบบประกอบด้วยแผงเซลล์สุริยะ อุปกรณ์ควบคุมการประจุไฟและควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า แบตเตอรี่ และอุปกรณ์แปลงและควบคุมระบบไฟฟ้าชนิดอิสระ ดังภาพที่ 3.9



▲ ภาพที่ 3.9 ระบบเซลล์สุริยะแบบอิสระ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

• **ระบบเซลล์สุริยะแบบต่อกับระบบจำหน่าย** ออกแบบมาเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมืองหรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง โดยผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์แปลงและควบคุมระบบไฟฟ้าเพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแล้วจ่ายเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง อุปกรณ์สำคัญในระบบประกอบด้วยแผงเซลล์สุริยะ อุปกรณ์แปลงและควบคุมระบบไฟฟ้าชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ดังภาพที่ 3.10



▲ ภาพที่ 3.10 ระบบเซลล์สุริยะแบบต่อกับระบบจำหน่าย
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ

1. ครูนำอภิปรายสรุปเนื้อหาด้วยคำถามต่อไปนี้ แล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบปากเปล่า โดยเปิด PowerPoint เรื่องที่สอนไปแล้วควบคู่ไปด้วย
   - **เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์นำไปใช้ในกี่รูปแบบ อะไรบ้าง**
     (แนวตอบ 2 รูปแบบ คือ นำไปผลิตไฟฟ้าและนำไปผลิตน้ำร้อน)
   - **พลังงานลมเป็นพลังงานลักษณะใด**
     (แนวตอบ พลังงานกล)
   - **แหล่งพลังงานใดที่เป็นแหล่งพลังงานต้นกำเนิดของพลังงานอื่น**
     (แนวตอบ พลังงานจากดวงอาทิตย์)
2. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง พลังงานทดแทน ลงในกระดาษ A4
3. ครูสุ่มเลือกนักเรียนออกไปนำเสนอผังมโนทัศน์ของตนเองหน้าชั้นเรียน

กิจกรรมสร้างเสริม

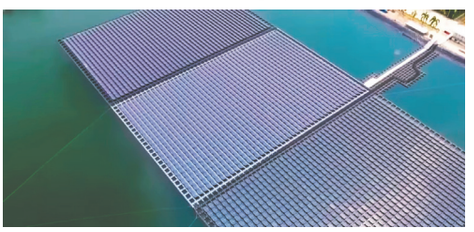
ให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง โดยจดบันทึกสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาลงในสมุดบันทึกประจำตัว

กิจกรรมท้าทาย

ให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง โดยเนื้อหาที่นำเสนอในรายงานควรแยกเป็นระบบเซลล์สุริยะแบบอิสระ ระบบเซลล์สุริยะแบบต่อกับระบบจำหน่าย และระบบเซลล์สุริยะแบบผสมผสาน ครูกำหนดให้นักเรียนต้องทำรายงานด้วยวิธีการเขียนด้วยลายมือ

เกร็ดแนะครู

การจัดการเรียนการสอนหรือทำกิจกรรมเกี่ยวกับ เรื่อง ระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์สุริยะ ครูอาจนำสื่อสารสนเทศที่เกี่ยวข้องมาอธิบายเพิ่มเติม หรือนำมาเปิดผ่านเครื่องฉายให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมซึ่งเป็นสิ่งที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน เช่น คลิปวิดีโอจาก youtube เรื่อง โซลาร์เซลล์ลอยน้ำแห่งแรกของไทย (สามารถค้นหาได้จาก https://www.youtube.com/watch?v=qurRFlsYwTg) โดยคลิปวิดีโอดังกล่าวนั้นเป็นตัวอย่างหนึ่งของการใช้เซลล์สุริยะในพื้นที่จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด



ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ

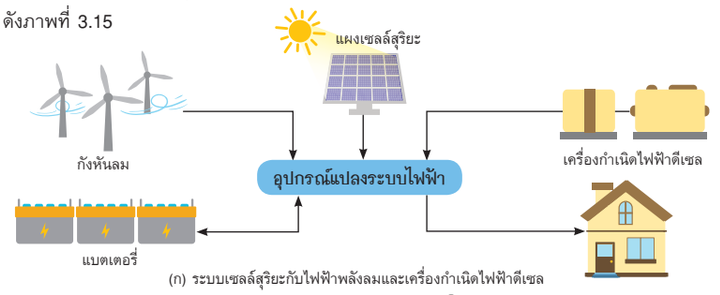
4. ครูให้นักเรียนศึกษาและทำแบบฝึกหัดจาก Topic Question เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวัน จากหนังสือเรียน ลงในสมุดบันทึกประจำตัว แล้วนำมาส่งครูท้ายชั่วโมง
5. ครูมอบหมายการบ้านให้นักเรียน โดยให้ทำแบบฝึกหัด เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวัน จากแบบฝึกหัด วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5

ขั้นประเมิน

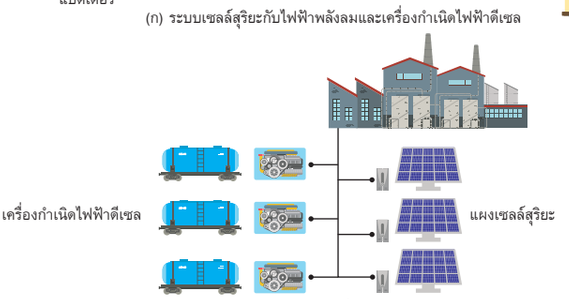
ตรวจสอบผล

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจก่อนเรียนของนักเรียน
2. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบความเข้าใจก่อนเรียนจาก Understanding Check ในสมุดบันทึกประจำตัว
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงาน เรื่อง พลังงานสิ้นเปลือง
4. ครูตรวจแบบฝึกหัดจาก Topic Question เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวัน ในสมุดบันทึกประจำตัว
5. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัด เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวัน จากแบบฝึกหัด วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5
6. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลและการทำงานกลุ่ม
7. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง พลังงานทดแทน ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

• **ระบบเซลล์สุริยะแบบผสมผสาน** ออกแบบมาเพื่อทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าหรือระบบผลิตไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ไฟฟ้าพลังลม ไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น ดังภาพที่ 3.15



(ก) ระบบเซลล์สุริยะกับไฟฟ้าพลังลมและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล



(ข) ระบบเซลล์สุริยะกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล

▲ ภาพที่ 3.11 ระบบเซลล์สุริยะแบบผสมผสาน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Topic Question

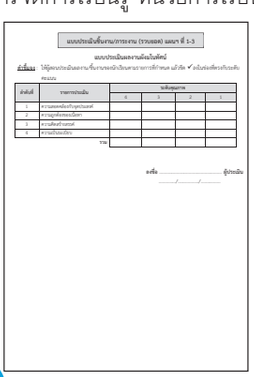
คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

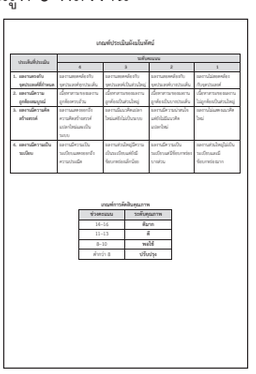
1. พลังงานที่สะสมในแบตเตอรี่ พลังงานที่ได้จากแบตเตอรี่ และพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนไหวเป็นพลังงานประเภทใด ตามลำดับ
2. พลังงานทดแทนมีกี่ประเภท อะไรบ้าง และแต่ละประเภทต่างกันอย่างไร
3. พลังงานน้ำที่นำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้ามีกี่รูปแบบ อะไรบ้าง
4. ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบใด
5. ถ้าต้องการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้าโดยตรงต้องใช้อุปกรณ์ใด

หนังสือรุ่นนี้ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อความมีคุณภาพทางการศึกษาเท่านั้น

แนวทางการวัดและประเมินผล

ครูสามารถวัดและประเมินความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง พลังงานทดแทน ได้จากผังมโนทัศน์ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นในขั้นขยายความเข้าใจ โดยศึกษาเกณฑ์การวัดและประเมินผลจากแบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) ที่แนบมาท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงาน





แนวตอบ Topic Question

1. พลังงานที่สะสมในแบตเตอรี่เป็นพลังงานเคมี พลังงานที่ได้จากแบตเตอรี่เป็นพลังงานไฟฟ้า และพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนไหวเป็นพลังงานกล
2. มี 2 ประเภท คือ พลังงานสิ้นเปลืองและพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานสิ้นเปลืองเป็นพลังงานที่ได้จากแหล่งที่เมื่อใช้ไปนาน ๆ แล้วจะหมดไป ส่วนพลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานที่ได้มาจากแหล่งที่เมื่อใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก
3. มี 3 รูปแบบ คือ พลังงานน้ำจากเขื่อน (พลังงานจากการไหลของน้ำ) พลังงานน้ำขึ้น-น้ำลง และพลังงานจากคลื่นน้ำ
4. ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน
5. เซลล์สุริยะ

2. พลังงานนิวเคลียร์

Prior Knowledge

พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นผลมาจากสิ่งใด

ในชีวิตประจำวันเรามักจะพบกับปฏิกิริยาเคมี เช่น การประกอบอาหารด้วยความร้อน การเผาไหม้เชื้อเพลิง กระบวนการย่อยอาหารของร่างกาย เป็นต้น โดยปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับอะตอมและโมเลกุล โดยไม่เกี่ยวข้องกับนิวเคลียสของอะตอม แต่การเปลี่ยนแปลงกับนิวเคลียสของอะตอมที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนชนิดของธาตุ จะเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า **ปฏิกิริยานิวเคลียร์** (nuclear reaction) หลังการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ธาตุตั้งต้นจะเปลี่ยนเป็นธาตุอื่น และมวลอะตอมรวมของธาตุหลังเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์จะมีค่าน้อยกว่ามวลอะตอมรวมของธาตุก่อนเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ มวลที่ลดลงหรือ**มวลพร่อง** (mass defect) จะเปลี่ยนเป็นพลังงานตามหลักสมมูลของมวลสารและพลังงาน (mass-energy equivalence) ของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ซึ่งมีความสัมพันธ์ ตามสมการ

$$E = (\Delta m)c^2$$

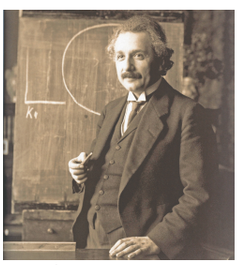
- E คือ พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ มีหน่วยเป็น จูล (J)
- Δm คือ มวลพร่อง หรือผลต่างของมวลอะตอมรวมก่อนเกิดปฏิกิริยากับมวลอะตอมรวมหลังเกิดปฏิกิริยา มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)
- c คือ อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ เท่ากับ 3×10^8 เมตรต่อวินาที (m/s)

พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ เรียกว่า **พลังงานนิวเคลียร์** (nuclear energy) โดยปฏิกิริยานิวเคลียร์มี 2 ประเภท คือ ฟิชชันและฟิวชัน

Science Focus

อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์

อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (พ.ศ. 2422-2498) ศาสตราจารย์ทางฟิสิกส์และนักฟิสิกส์ทฤษฎี ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ที่สุดในคริสต์ศตวรรษที่ 20 ในปี พ.ศ. 2448 เขาเป็นผู้เสนอทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ (theory of special relativity) แสดงให้เห็นว่า มวลเป็นรูปหนึ่งของพลังงาน ซึ่งเขาได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ในปี พ.ศ. 2464 จากการอธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก และจากการทำประโยชน์แก่ฟิสิกส์ทฤษฎี และเป็นเจ้าของวลีที่ว่า "imagination is more important than knowledge" หรือแปลเป็นภาษาไทยว่า "จินตนาการสำคัญกว่าความรู้"



▲ ภาพที่ 3.12 อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นระหว่างสังคมตรวจพิจารณา ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูนำวีดิทัศน์เกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์และระเบิดปรมาณู มาเปิดให้นักเรียนชม
3. นักเรียนอภิปรายและบอกได้ว่าพลังงานนิวเคลียร์มีประโยชน์และโทษอย่างไรในชีวิตประจำวัน
4. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนว่า "พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นผลมาจากสิ่งใด" และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่าโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
5. ครูถามคำถามกระตุ้นความสนใจกับนักเรียนว่า "พลังงานนิวเคลียร์เกิดขึ้นได้อย่างไร"
6. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับ เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ แล้วบันทึกเป็นขอบเขตและเป้าหมายที่ต้องการเรียนรู้ ลงในสมุดเพื่อนำมาส่งครู

แนวตอบ Prior Knowledge

พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสของธาตุ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้นมี 2 แบบ คือ นิวเคลียสของธาตุมวลมากแตกออกเป็นธาตุที่มีมวลน้อยกว่า และนิวเคลียสของธาตุที่มีมวลน้อยรวมกันเป็นนิวเคลียสของธาตุที่มีมวลมากขึ้น

ข้อสอบเน้นการคิด

ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบคายพลังงานและดูดกลืนพลังงานเกิดได้อย่างไร

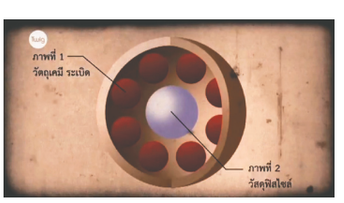
(แนวตอบ ปฏิกิริยาคายพลังงาน เกิดขึ้นเมื่อมวลรวมก่อนเกิดปฏิกิริยามากกว่ามวลรวมหลังเกิดปฏิกิริยา และปฏิกิริยาดูดกลืนพลังงาน เกิดขึ้นเมื่อมวลรวมก่อนเกิดปฏิกิริยาน้อยกว่ามวลรวมหลังเกิดปฏิกิริยา พลังงานที่คายหรือดูดกลืนสามารถหาได้จากผลต่างของมวลรวมก่อนเกิดปฏิกิริยากับหลังเกิดปฏิกิริยา)

เกร็ดแนะครู

เมื่อมีการกล่าวถึงอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ แน่นอนว่าผลงานที่โดดเด่นเป็นที่รู้จักกันทั่วไป คือ ทฤษฎีสัมพัทธภาพ ซึ่งครูอาจนำข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีดังกล่าวมาสอนและอธิบายให้นักเรียนได้เกิดความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น หรือครูอาจจะนำตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหลักสมมูลของมวลสารและพลังงานตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$ มาแสดงให้นักเรียนได้ศึกษา

สื่อ Digital

ศึกษาเพิ่มเติมได้จากภาพยนตร์สารคดีสั้น Twig เรื่อง อาวุธนิวเคลียร์ https://www.twig-aksorn.com/film/nuclear-ssion-8355/



ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

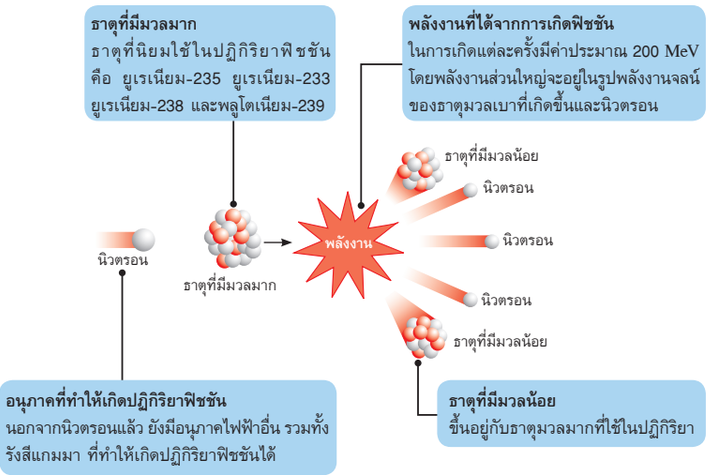
1. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์จากหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับฟิชชันและฟิวชันจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศ
3. ครูให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้ศึกษาลงในสมุดบันทึกประจำตัวของแต่ละคน
4. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่ออธิบายให้เพื่อนในชั้นเรียนฟังเกี่ยวกับข้อมูลที่ตนเองได้ทำการศึกษามาแล้ว
5. ครูแจกใบงาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ให้นักเรียน จากนั้นมอบหมายให้นักเรียนลงมือทำแล้วเก็บรวบรวมส่งคืนครูท้ายชั่วโมง

อธิบายความรู้

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ ความหมายของปฏิกิริยาฟิชชัน ปฏิกิริยาฟิวชัน และการใช้ประโยชน์
2. ครูเปิด PowerPoint เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ให้นักเรียนดูเพื่อเป็นการสรุปความรู้
3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความสำคัญของพลังงานนิวเคลียร์ในชีวิตประจำวัน

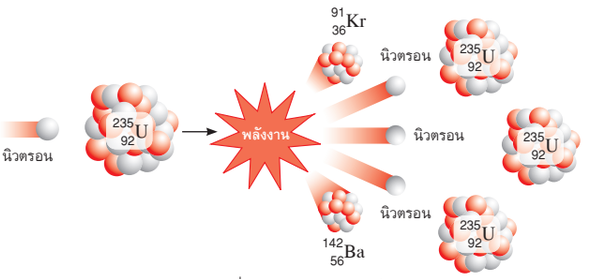
ฟิชชัน

ปฏิกิริยาที่นิวเคลียสของธาตุที่มีมวลมาก แตกออกเป็นสองนิวเคลียสของธาตุที่มีมวลน้อยกว่า เรียกว่า **ฟิชชัน** (fission)



ฟิชชันในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์จะเกิด**ปฏิกิริยาลูกโซ่** (chain reaction) เนื่องจากในแต่ละฟิชชันของยูเรเนียม-235 จะเกิดนิวตรอน 2-3 ตัว และนิวตรอนเหล่านี้จะเคลื่อนเข้าชนนิวเคลียสอื่นของยูเรเนียมต่อไปอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้ได้พลังงานปริมาณมหาศาล

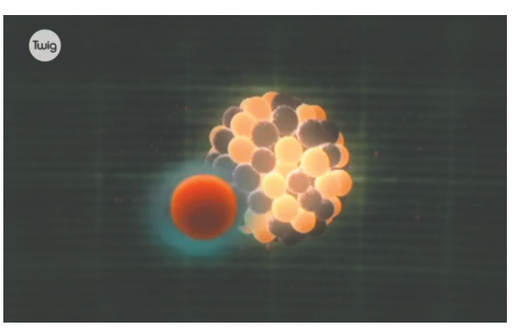


▲ ภาพที่ 3.13 ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หนังสือรุ่นนี้อยู่ในระหว่างพิจารณาตรวจสอบคุณภาพวิชาการ ยังไม่ผ่านการรับรองให้ใช้เป็นหนังสือเรียน

สื่อ Digital

ศึกษาเพิ่มเติมได้จากภาพยนตร์สารคดีสั้น Twig เรื่อง นิวเคลียร์ฟิวชัน : วิธีแบบร้อนและแบบเย็น https://www.twig-aksorn.com/film/nuclear-fusion-the-hot-and-cold-science-8328/



กิจกรรม 21st Century Skills

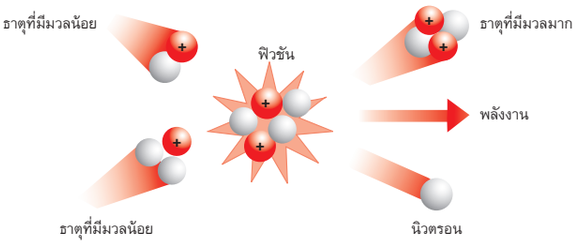
ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันอย่างอิสระ กลุ่มละ 3-4 คน แล้วให้สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา เรื่อง ปฏิกิริยานิวเคลียร์ทั้งแบบฟิชชันและฟิวชัน จากหนังสือเรียนหรือจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศ จากนั้นครูมอบหมายให้แต่ละกลุ่มร่วมกันพูดคุยสรุปผลการศึกษา แล้วร่วมกันสร้างสรรค์ผลงานเป็นคลิปวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับฟิชชันและฟิวชัน โดยใช้โปรแกรมพื้นฐานในการทำ เช่น Microsoft PowerPoint จากนั้นบันทึกเป็นไฟล์วิดีโอ แล้วออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

ฟิวชัน

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่นิวเคลียสของธาตุที่มีมวลน้อยรวมกันเป็นนิวเคลียสของธาตุที่มีมวลมากขึ้น เรียกว่า **ฟิวชัน** (fission)

ธาตุที่มีมวลน้อย
ในดวงอาทิตย์จะเป็นนิวเคลียสของธาตุไฮโดรเจนรวมตัวกัน แต่บนพื้นโลกมนุษย์จะทำให้นิวเคลียสของธาตุดิวเทอเรียมและทริเทียมรวมตัวกัน

พลังงานที่ได้จากการเกิดฟิวชัน
พลังงานที่ได้จากการเกิดฟิวชัน 1 ครั้ง มีค่าน้อยกว่าฟิชชัน แต่พลังงานต่อมวลของปฏิกิริยาฟิวชันจะมากกว่าพลังงานต่อมวลที่ได้จากปฏิกิริยาฟิชชันประมาณ 3.5-4.6 เท่า



ฟิวชันในดวงอาทิตย์
ปฏิกิริยาฟิวชันเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานปริมาณมหาศาลในธรรมชาติ ทำให้ดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ปลดปล่อยพลังงานเป็นเวลายาวนาน ปฏิกิริยาฟิวชันในดวงอาทิตย์เกิดจากการรวมตัวของนิวเคลียสของไฮโดรเจน 4 นิวเคลียส เป็นนิวเคลียสของฮีเลียม-4 (He-4) 1 นิวเคลียส

ฟิวชันบนพื้นโลก
นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ฟิวชัน ที่สามารถควบคุมการเกิดปฏิกิริยาฟิวชันให้อยู่ในบริเวณจำกัดได้ด้วย เครื่องโทคาแมค (Tokamak) โดยใช้สนามแม่เหล็กกักขังอนุภาคที่มีพลังงานสูงที่เกิดจากปฏิกิริยาฟิวชัน

▲ ภาพที่ 3.14 ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Topic Question

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ฟิชชันกับฟิวชันต่างกันอย่างไร
2. พลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากฟิชชันและฟิวชันเป็นผลจากสิ่งใด คำนวณได้อย่างไร
3. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดในดวงอาทิตย์และโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นปฏิกิริยาเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ในการค้า

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ

1. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ลงในกระดาษ A4
2. ครูสุ่มเลือกนักเรียนออกไปนำเสนอผังมโนทัศน์ของตนเองหน้าชั้นเรียน
3. ครูให้นักเรียนศึกษาและทำแบบฝึกหัดจาก Topic Question เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวัน จากหนังสือเรียน ลงในสมุดบันทึกประจำตัว แล้วส่งครูท้ายชั่วโมง
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ จากแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5

ขั้นประเมิน

ตรวจสอบผล

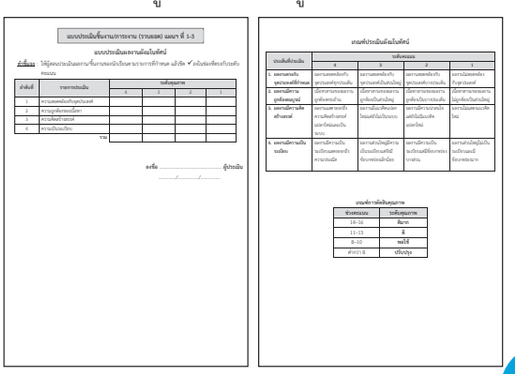
1. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์
2. ครูตรวจแบบฝึกหัดจาก Topic Question เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ในสมุดบันทึกประจำตัว
3. ครูตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ จากแบบฝึกหัด วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5
4. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลและการทำงานกลุ่ม
5. ครูรวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

แนวตอบ Topic Question

1. ฟิชชัน เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่นิวเคลียสของธาตุหนักแยกออกเป็น 2 นิวเคลียสของธาตุที่เบากว่า ส่วนฟิวชัน เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่ธาตุเบารวมกันเป็นธาตุหนัก
2. เป็นผลจากการเปลี่ยนรูปจากมวลไปเป็นพลังงาน คำนวณได้จากสมการสมมูลระหว่างมวลและพลังงาน คือ $E = (\Delta m)c^2$ ถ้ามวลพร่องอยู่ในหน่วย u พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ในหน่วย MeV คำนวณได้จากสมการ $E = (\Delta m)(931)$ Mev แต่ถ้ามวลพร่องอยู่ในหน่วย kg พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ในหน่วย J คำนวณได้จากสมการ $E = (\Delta m)(9 \times 10^{16})$ J
3. ไม่ใช่ปฏิกิริยาเดียวกัน เนื่องจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ในดวงอาทิตย์เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันที่เกิดจากการรวมตัวของนิวเคลียสของไฮโดรเจน 4 นิวเคลียส เป็นนิวเคลียสของฮีเลียม-4 (He-4) 1 นิวเคลียส ส่วนปฏิกิริยานิวเคลียร์ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นปฏิกิริยาฟิชชันที่เกิดจากการชนกันของนิวตรอนกับยูเรเนียมหรือพลูโตเนียม

แนวทางการวัดและประเมินผล

ครูสามารถวัดและประเมินความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์ ได้จากผังมโนทัศน์ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นในขั้นขยายความเข้าใจ โดยศึกษาเกณฑ์การวัดและประเมินผลจากแบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) ที่แนบมาท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงาน



ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนว่า “เหตุผลหลักของการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานคือสิ่งใด” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่าโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
3. ครูสนทนากับนักเรียนต่อโดยถามคำถามกับนักเรียนว่า ตามความคิดของนักเรียน อะไรบ้างที่เป็นเทคโนโลยีด้านพลังงาน ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า โดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด
4. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน แล้วบันทึกเป็นขอบเขตและเป้าหมายที่ต้องการเรียนรู้ ลงในสมุดเพื่อนำมาส่งครู

แนวตอบ Prior Knowledge

เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงานที่มีมากขึ้น

3. เทคโนโลยีด้านพลังงาน

Prior Knowledge

เหตุผลหลักของการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานคือสิ่งใด

วิวัฒนาการของเทคโนโลยีด้านพลังงาน เริ่มต้นขึ้นประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 17 จากการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานในอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม เชื้อเพลิงฟอสซิลไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการใช้พลังงานของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความเป็นไปได้ที่เชื้อเพลิงชนิดนี้จะหมดไปในคริสต์ศตวรรษที่ 21 เทคโนโลยีพลังงานจึงได้รับการพัฒนาขึ้นโดยมีเป้าหมายเพื่อแสวงหาแหล่งพลังงานชนิดอื่น ๆ ทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

เทคโนโลยีด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์ เช่น เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์สุริยะ เอทานอล ไบโอดีเซล แก๊สชีวภาพ เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน ซึ่งจะช่วยให้การใช้พลังงานเกิดประโยชน์สูงสุดรวมทั้งลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

1. เซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) เป็นอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากปฏิกิริยาเคมี เซลล์เชื้อเพลิงแต่ละเซลล์ประกอบด้วย **ขั้วแอโนด** (anode) **ขั้วแคโทด** (cathode) และ**สารพาประจุ** (electrolyte) โดยปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเกิดที่ขั้วไฟฟ้าแอโนดและแคโทด ส่วนสารพาประจุทำหน้าที่นำพาอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าจากขั้วไฟฟ้าหนึ่งไปอีกขั้วไฟฟ้าหนึ่งและเป็น**ตัวเร่งปฏิกิริยา** (catalyst)

เมื่อพิจารณาเซลล์เชื้อเพลิงจากสารพาประจุที่ใช้จะจำแนกได้ 5 ประเภท โดยสารพาประจุที่ใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงและการใช้งานเซลล์เชื้อเพลิงแต่ละชนิด สรุปได้ดังตารางที่ 3.1

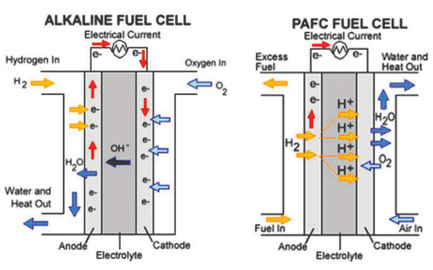
ตารางที่ 3.1 : ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิงและตัวอย่างการใช้งาน

ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง	สารพาประจุที่ใช้	การใช้งาน
เซลล์เชื้อเพลิงแบบแอลคาไลน์ (AFC)	โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)	แหล่งพลังงานไฟฟ้าในยานอวกาศ และอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องเจาะแบบพกพา
เซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริก (PAFC)	กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4)	แหล่งพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม โรงพยาบาล โรงเรียน โรงไฟฟ้า สนามบิน
เซลล์เชื้อเพลิงแบบคาร์บอเนตหลอม (MCFC)	เกลือคาร์บอเนตหลอมของโซเดียม	ผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่
เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง (SOFC)	เซรามิก	แหล่งพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่
เซลล์เชื้อเพลิงแบบเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน (PEMFC)	พอลิเมอร์	แหล่งพลังงานไฟฟ้าของรถยนต์ โต๊ตบุ๊ก (ใช้แทนแบตเตอรี่) โทรศัพท์มือถือ

หนังสือรูปเล่มนี้ได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. ๒๕๓๗

เกร็ดแนะครู

ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง เซลล์เชื้อเพลิง ครูอาจเสริมความรู้เพิ่มเติมให้นักเรียน โดยการนำสื่อจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศ เช่น อินเทอร์เน็ต มาแสดงให้นักเรียนศึกษาพร้อมทั้งครูอธิบายประกอบการนำเสนอ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจไปในแนวทางเดียวกัน เช่น นำข้อมูลที่เกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิงและหลักการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง (http://www2.dede.go.th/hydronet/01Knowledge/01Fuel%20Cell/FuelCellMain.html) มานำเสนอผ่านเครื่องฉาย (projector) หน้าชั้นเรียน



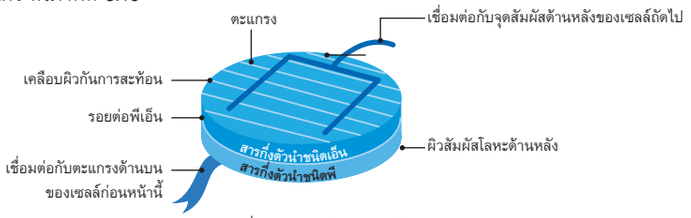
ข้อสอบเน้นการคิด

ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิงแบบแอลคาไลน์

1. แอโนด คือ Cl แคโทด คือ C สารพาประจุ คือ $ZnCl_2$
2. แอโนด คือ C แคโทด คือ Cl_2 สารพาประจุ คือ KOH
3. แอโนด คือ C แคโทด คือ Zn สารพาประจุ คือ MnO_2, KOH
4. แอโนด คือ Zn แคโทด คือ C, MnO_2 สารพาประจุ คือ KOH
5. แอโนด คือ Zn แคโทด คือ C สารพาประจุ คือ NH_4Cl, $ZnCl_2$, H_2O

(วิเคราะห์คำตอบ เซลล์แอลคาไลน์ใช้หลักการเช่นเดียวกับถ่านไฟฉาย ส่วนประกอบต่างๆ คล้ายกัน โดยที่แอโนดทำด้วยสังกะสี (Zn) และจะถูกล้อมรอบด้วยสารผสมระหว่างสังกะสีกับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่แคโทดมีสารผสมระหว่างแมงกานีสออกไซด์ (MnO_2) กับแกรไฟต์ (C) สารพาประจุ คือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ดังนั้น ตอบข้อ 4.)

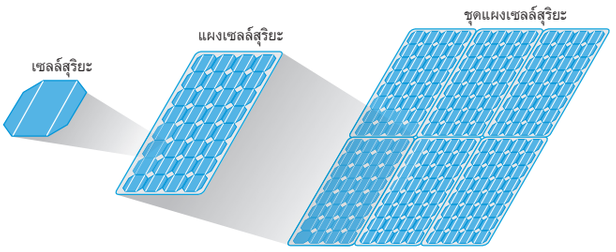
2. เซลล์สุริยะ (solar cell) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง เซลล์สุริยะประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2497 และในปี พ.ศ. 2502 มีการนำเซลล์สุริยะไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้ดาวเทียมในอวกาศ เซลล์สุริยะสร้างจาก **สารกึ่งตัวนำ** (1) (semiconductor) โครงสร้างหลักของเซลล์สุริยะ คือ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปน ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของรอยต่อพีเอ็น ฉาบด้วยโลหะเงินที่ผิวสัมผัสเพื่อให้เป็นขั้วไฟฟ้า ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้าและมีการเคลือบผิวด้วยฟิล์มกันการสะท้อนเพื่อป้องกันไม่ให้แสงอาทิตย์สะท้อนกลับออกไปจากเซลล์สุริยะ ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะเป็นลายตะแกรง ซึ่งจมอยู่ในชั้นสารกึ่งตัวนำทั้งนี้ เพื่อให้เหลือบริเวณที่แสงส่องลงไปรับแสงได้มากที่สุด และทำหน้าที่รวบรวมกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์อย่างมีประสิทธิภาพด้วย ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว ดังภาพที่ 3.15



▲ ภาพที่ 3.15 โครงสร้างของเซลล์สุริยะ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หากต้องการให้ได้กำลังไฟฟ้า (กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า) มากเพียงพอสำหรับใช้งานต้องนำเซลล์สุริยะหลาย ๆ เซลล์มาต่อกันเป็น**แผงเซลล์สุริยะ** (solar module)

- ต่อแบบขนาน เมื่อต้องการให้ได้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น
- ต่อแบบอนุกรม เมื่อต้องการให้ได้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น



▲ ภาพที่ 3.16 ชุดแผงเซลล์สุริยะ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

1. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน จากหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม โดยเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิง เซลล์สุริยะ เอทานอล ไบโอดีเซล และแก๊สชีวภาพ จากแหล่งข้อมูลสารสนเทศ เช่น อินเทอร์เน็ต เพื่อศึกษาประกอบกับเนื้อหาจากหนังสือเรียน
3. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน แบบคละความสามารถของนักเรียน (เก่ง-ค่อนข้างเก่ง-ปานกลาง-ค่อน) ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน
4. ครูให้นักเรียนพูดคุยและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม จากข้อมูลที่สมาชิกแต่ละคนได้ศึกษาค้นคว้ามาเบื้องต้นแล้ว
5. ครูแจกกระดาษฟลิปชาร์ตให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น
6. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนสรุปองค์ความรู้หลังจากที่ได้อภิปรายผลการศึกษาร่วมกันแล้ว โดยร่วมกันสร้างสรรค์รูปแบบการนำเสนอให้มีเนื้อหาครบถ้วน มีความน่าสนใจ สามารถเข้าใจได้ง่าย และมีความสวยงาม
7. ครูกำหนดเวลาในการสร้างสรรค์ผลงานให้นักเรียน เมื่อครบกำหนดเวลาตามที่กำหนด ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานของตนเองไปแปะไว้ที่ผนังโดยรอบห้องเรียน

ข้อสอบเน้นการคิด

การเผาไหม้ของน้ำมันเบนซินในข้อใดที่ทำให้เครื่องยนต์เกิดการจุดระเบิดได้ง่ายที่สุด

1. น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทน 20
2. น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทน 90
3. น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทน 91
4. น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทน 95
5. น้ำมันเบนซินที่มีเลขออกเทน 100

วิเคราะห์คำตอบ เลขออกเทนเป็นตัวเลขที่ใช้บอกคุณภาพของน้ำมันเบนซินในรถยนต์ โดยน้ำมันเบนซินที่มีสมบัติการเผาไหม้เช่นเดียวกับไอโซออกเทน (เชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน การระเบิดและจังหวะในกระบอกสูบเหมาะสม) มีเลขออกเทนเป็น 100 ส่วนน้ำมันเบนซินที่มีสมบัติในการเผาไหม้เช่นเดียวกับเฮปเทนมีเลขออกเทนเป็น 0 ดังนั้น ตอบข้อ 5.)

นักเรียนควรรู้

(1) **สารกึ่งตัวนำ** คือ สารหรือวัสดุที่มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่างตัวนำและฉนวน เช่น ซิลิคอน (Si) เจอร์เมเนียม (Ge) เทลลูเนียม (Te) เป็นต้น สารดังกล่าวเหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำ คือ มีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระอยู่น้อยจึงไม่สามารถให้กระแสไฟฟ้าไหลเป็นจำนวนมาก ลำพังสารนี้อย่างเดียวแล้วไม่สามารถทำประโยชน์อะไรได้มากนัก ดังนั้น เพื่อที่จะให้ได้กระแสไฟฟ้าไหลเป็นจำนวนมากเราจึงต้องมีการปรุงแต่งโดยการเจือปนอะตอมของธาตุอื่นลงไปในเนื้อสารเนื้อเดียวเหล่านี้ หรือเอาอะตอมของธาตุบางชนิดมาทำปฏิกิริยากันให้ได้สารประกอบที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ สารกึ่งตัวนำที่สร้างขึ้นโดยวิธีดังกล่าวนี้ เรียกว่า สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ หรือสารกึ่งตัวนำแบบสารประกอบตามลำดับ ซึ่งจะเป็นสารที่ใช้ทำทรานซิสเตอร์ และไดโอดชนิดต่าง ๆ

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

8. ครูและนักเรียนร่วมกันเดินชมผลงานพร้อมฟังการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม โดยครูสุ่มกลุ่มที่จะนำเสนอเป็นลำดับแรก จากนั้นครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ไปรวมตัวกันที่หน้าผลงานของกลุ่มที่นำเสนอ จากนั้นก็วนไปทีละกลุ่มจนครบทุกกลุ่ม
9. ขณะที่เพื่อนกำลังนำเสนอผลงาน ครูให้นักเรียนกลุ่มอื่นๆ ที่ไม่ได้เป็นสมาชิกกลุ่มเดียวกันจดบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการนำเสนอของกลุ่มนั้นๆ ลงในสมุดบันทึกประจำตัว
10. เมื่อนำเสนอผลงานครบทุกกลุ่มแล้ว ครูให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มของตนเอง แล้วร่วมกันพูดคุยประเมินผลงานพร้อมให้คะแนนผลงานของแต่ละกลุ่ม รวมทั้งกลุ่มของตนเอง พร้อมเหตุผลประกอบ ลงในกระดาษ A4 แล้วรวบรวมส่งครู

3. เอทานอล (etanol) หรือเอทิลแอลกอฮอล์ ได้มาจากการหมักผลิตผลทางการเกษตรที่มีน้ำตาลหรือแป้งเป็นองค์ประกอบ โดยผลิตผลที่มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบจะนำไปหมักได้ทันที แต่ผลิตผลที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบต้องเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลก่อนจะนำไปใช้ในกระบวนการหมัก กระบวนการผลิตเอทานอลเป็นกระบวนการทางชีววิทยา การเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอลในกระบวนการหมักต้องอาศัย**ยีสต์** (1) (yeast) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ประเภทหนึ่ง

โดยขั้นตอนแรกของการผลิตเอทานอลจะต้องเริ่มจากการเลี้ยงยีสต์ จากนั้นนำยีสต์ใส่ลงในถังหมักที่มีน้ำตาลหรือกากน้ำตาลที่เจือจางด้วยน้ำเปล่า (ไม่มีอากาศภายใน) ขั้นที่สองต้องทำให้สารละลายเอทานอลมีความเข้มข้นสูงขึ้น ซึ่งวิธีที่นิยมใช้กัน คือ การแยกเอทานอลออกจากน้ำโดยการกลั่น เมื่อแยกเอทานอลไปแล้วจะเหลือสารละลายที่เรียกว่า น้ำกากส่า ขั้นตอนสุดท้ายจะต้องกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำกากส่าและแยกยีสต์ออกจากน้ำกากส่าแล้วนำน้ำเสียไปบำบัด

รัฐบาลมีนโยบายการพัฒนาและการส่งเสริมการนำเอทานอลซึ่งเป็นผลิตผลทางเกษตรมาใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยนำเอทานอลมาผสมกับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วนต่าง ๆ น้ำมันผสมที่ได้เรียกว่า **แก๊สโซฮอล์** (gasohol) การใช้แก๊สโซฮอล์จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าน้ำมันเบนซิน เนื่องจากออกซิเจนที่เป็นส่วนประกอบของเอทานอลจะช่วยให้การเผาไหม้ภายในห้องเครื่องสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและลดปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากท่อไอเสีย

4. ไบโอดีเซล (biodiesel) หรือน้ำมันดีเซลชีวภาพ ได้จากการแปรรูปน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ หรือน้ำมันที่ใช้แล้วในครัวเรือน โดยใช้**กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน** (transesterification process) โดยนำน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์มาทำปฏิกิริยาเคมีกับแอลกอฮอล์ และมีด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลสุดท้ายของปฏิกิริยาจะได้แอลคิลเอสเทอร์ของกรดไขมันหรือไบโอดีเซล และมีกลีเซอรีนเป็นผลิตภัณฑ์ร่วม หลังจากแยกกลีเซอรีนออกไปและทำความสะอาดไบโอดีเซลแล้วจะได้ไบโอดีเซลในสภาพพร้อมต่อการใช้งาน

Science Focus

ข้อดีของการใช้ไบโอดีเซล

การใช้น้ำมันไบโอดีเซลช่วยลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น พืชสามารถนำกลับไปใช้ในการสังเคราะห์แสงจนหมด จึงไม่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม และที่สำคัญไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่ปราศจากกำมะถันหรือซัลเฟอร์ (sulfur) ซึ่งเป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ไบโอดีเซลจึงเป็นเชื้อเพลิงสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

▲ ภาพที่ 3.17 หนึ่งในวัตถุดิบที่ใช้ผลิตไบโอดีเซล คือ ปาล์ม
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หนังสือรูปเล่มนี้ปกป้องโดยกฎหมายลิขสิทธิ์ ห้ามทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ ไม่ว่ากรณีใดๆ ก่อนได้รับอนุญาต

นักเรียนควรรู้

(1) **ยีสต์** หรือส่าเหล้า คือ สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมากหรือจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง อยู่ในอาณาจักรฟังไจ (fungi) ซึ่งเป็นอาณาจักรเดียวกันกับรา (mold) ยีสต์มีเซลล์ชนิดยูคาริโอต (eukaryote) เป็นเซลล์เดี่ยวรูปร่างกลม รูปไข่ หรือเหมือนผลเลมอน มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย (bacteria) มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 5 ไมครอน ยีสต์มีเอนไซม์ (enzyme) ที่ย่อยสลายกรดอินทรีย์ต่างๆ ที่ใช้ในการถนอมอาหาร เช่น กรดแลกติก (lactic acid) กรดแอซีติก (acetic acid) ได้ ทำให้อาหารมีสภาวะเหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียและเน่าเสียได้ อาหารที่เกิดการเน่าเสียจากยีสต์มักเกิดกลิ่นหมัก เป็นเมือก หรือฝ้าบริเวณผิวหน้าของอาหาร รวมทั้งเกิดความขุ่นและเกิดฟองแก๊สได้

ข้อสอบเน้นการคิด

ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อแก๊สชีวภาพ

1. ความเป็นกรดด่าง
2. ความลึกของบ่อหมัก
3. อุณหภูมิในการเดินระบบ
4. ปริมาณสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบ
5. ระยะเวลาการกักเก็บสารอินทรีย์ในถังหมัก

(วิเคราะห์คำตอบ การย่อยสลายสารอินทรีย์และการผลิตแก๊สชีวภาพมีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุณหภูมิในการเดินระบบ ความเป็นกรด-ด่าง อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบ ระยะเวลาการกักเก็บสารอินทรีย์ในถังหมัก ปริมาณของแข็ง การคลุกเคล้า สารอาหาร สารยับยั้งและสารพิษ แอลคาลินิตี ดังนั้น ตอบข้อ 2.)

5. แก๊สชีวภาพ (biogas) เป็นแก๊สที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยแบคทีเรียภายใต้สภาวะที่ไม่มีแก๊สออกซิเจน กระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพเริ่มจากการนำสารอินทรีย์ ได้แก่ มูลสัตว์ พืช วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ของเสียหรือน้ำเสียจากกระบวนการต่าง ๆ มารวมกันในบ่อผสม จากนั้นจึงนำไปหมักในบ่อหมักเพื่อให้แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านั้น โดยกระบวนการย่อยสลายจนได้แก๊สชีวภาพมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

- **ขั้นตอนที่ 1** เป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น ไขมัน แป้ง โปรตีน เซลลูโลส เป็นต้น ให้กลายเป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลเล็กลงและละลายน้ำได้ เช่น กรดอะมิโน กรดไขมัน กลูโคส กลีเซอรอล โดยแบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์แต่ละชนิด
- **ขั้นตอนที่ 2** เป็นการเปลี่ยนสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปสารละลายให้กลายเป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile acids) เช่น กรดน้ำส้ม กรดมด เป็นต้น
- **ขั้นตอนที่ 3** เป็นการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้เป็นแก๊สมีเทน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สอื่น ๆ โดยแบคทีเรียย่อยสลายกรดอินทรีย์ ในขั้นตอนนี้แบคทีเรียที่มีความสำคัญที่สุด คือ แบคทีเรียสร้างมีเทน (methane-producing bacteria)

Physics in real life

แก๊สชีวภาพนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้
- ใช้เป็นแก๊สหุงต้มแทนแก๊สธรรมชาติ
- ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องสูบน้ำ เครื่องยนต์รถยนต์
- ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อให้ความร้อนสำหรับการอบแห้งผลิตภัณฑ์
- ใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนในภาคอุตสาหกรรม เช่น ใช้ต้มน้ำในหม้อไอน้ำ

Topic Question

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงเปรียบเทียบแบตเตอรี่กับเซลล์เชื้อเพลิง
2. โครงสร้างหลักของเซลล์สุริยะคืออะไร และปรากฏการณ์ที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในเซลล์สุริยะ คือปรากฏการณ์ใด
3. เอทานอลที่ได้จากการหมักมีความเข้มข้นร้อยละเท่าใดโดยปริมาตร และต้องทำอย่างไรจึงจะได้เอทานอลที่มีความเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 95 โดยปริมาตร เพื่อให้นำไปใช้กับเครื่องยนต์ได้
4. จงอธิบายกระบวนการในการผลิตไบโอดีเซล
5. แก๊สชีวภาพประกอบด้วยแก๊สชนิดใดบ้าง และแก๊สชนิดใดในแก๊สธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

หนังสือเล่มนี้อยู่ในระหว่างพิจารณาของคณะกรรมการพิจารณาหนังสือเรียน

ขั้นสอน

อธิบายความรู้

1. ครูอธิบาย เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน ให้นักเรียนฟังอีกครั้ง โดยเปิด PowerPoint เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน ควบคู่ไปกับการอธิบายเนื้อหาจากหนังสือเรียน เพื่อเป็นการสรุปเนื้อหาและสร้างความเข้าใจของนักเรียนให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันมากยิ่งขึ้น
2. ครูสุ่มนักเรียนแล้วถามคำถามกับนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในเบื้องต้น
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจาก Topic Question เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน จากหนังสือเรียน ลงในสมุดบันทึกประจำตัว และรวบรวมส่งครูท้ายชั่วโมง
4. ครูแจกใบงาน เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน ให้นักเรียนนำกลับไปทำเป็นการบ้าน

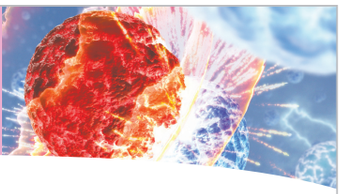
แนวตอบ Topic Question

1. เซลล์เชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีคล้ายแบตเตอรี่ แต่ต่างกันตรงที่เซลล์เชื้อเพลิงไม่ต้องอัดประจุก่อนนำไปใช้งาน และไม่ต้องอัดประจุใหม่หลังจากใช้งานจนแรงดันไฟฟ้าอ่อนลงจนใช้งานไม่ได้อย่างแบตเตอรี่ เพียงแต่เติมเชื้อเพลิงเข้าไปเท่านั้น เซลล์เชื้อเพลิงจะอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานทันที
2. โครงสร้างหลักของเซลล์สุริยะ คือ รอยต่อพีเอ็น (p-n junction) ของสารกึ่งตัวนำ ส่วนปรากฏการณ์ที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในเซลล์สุริยะ คือ ปรากฏการณ์โฟโตโวลทาอิก (photovoltaic)
3. เอทานอลที่ได้จากการหมักมีความเข้มข้นร้อยละ 8-10 โดยปริมาตร ถ้าต้องการให้ได้เอทานอลที่มีความเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 95 โดยปริมาตร เพื่อให้นำไปใช้กับเครื่องยนต์ได้ ต้องนำเอทานอลที่ได้จากการหมักไปกลั่นเพื่อแยกเอทานอลออกจากน้ำ โดยการกลั่นครั้งแรกจะได้เอทานอลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยปริมาตร จากนั้นนำเอทานอลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 95 ไปกลั่นต่อ จะได้เอทานอลที่มีความเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 95 โดยปริมาตรตามต้องการ
4. กระบวนการในการผลิตไบโอดีเซล คือ นำน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ โดยมีด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
5. แก๊สชีวภาพประกอบด้วยแก๊สมีเทน (CH_4) ประมาณร้อยละ 50-70 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณร้อยละ 30-50 ส่วนที่เหลือเป็นแก๊สอื่น ๆ เช่น แก๊สไฮโดรเจน (H_2) แก๊สออกซิเจน (O_2) แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) แก๊สไนโตรเจน (N_2) โดยแก๊สในแก๊สธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ คือ แก๊สมีเทน

ขั้นสรุป

ขยายความรู้

1. ครูเก็บรวบรวมใบงานที่ 3.3 เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน ที่ให้นักเรียนนำกลับไปทำเป็นการบ้าน
2. ครูให้นักเรียนทำสรุปผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน ลงในกระดาษ A4
3. ครูอธิบายสรุปความรู้อีกครั้งโดยให้นักเรียนดู Summary เรื่อง พลังงาน จากหนังสือเรียน หน้า 116-118
4. ครูสุ่มเลือกนักเรียนออกไปนำเสนอผังมโนทัศน์ของตนเองหน้าชั้นเรียน
5. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน จากแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5



Summary

พลังงาน

พลังงานในชีวิตประจำวัน

ประเภทของพลังงาน

พลังงานแบ่งตามการใช้งานในชีวิตประจำวันเป็น 6 ประเภท ได้แก่ พลังงานกล พลังงานเคมี พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า พลังงานการแผ่รังสี และพลังงานนิวเคลียร์

พลังงานทดแทน

พลังงานทดแทนเป็นพลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมัน แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- **พลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลือง** เป็นพลังงานทดแทนจากแหล่งที่เมื่อใช้ไปนาน ๆ จะหมดไปได้ เช่น แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น
- **พลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียน** เป็นพลังงานที่ได้มาจากแหล่งที่เมื่อใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น

โดยพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม

ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์และแสงอาทิตย์

- **ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์** ได้จากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ซึ่งใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ฟิชชันเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้า
- **ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์** การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้ามี 2 หลักการ คือ การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ทำได้โดยใช้เซลล์สุริยะ และการใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้ามี 2 ระบบ ดังนี้

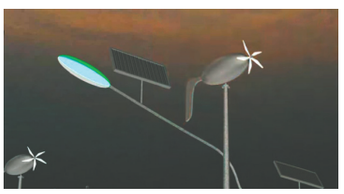
- **ระบบความร้อนรวมศูนย์** ใช้อุปกรณ์รับแสง เช่น กระจกเงาหรือวัสดุสะท้อนแสงที่หมุนตามดวงอาทิตย์ได้เพื่อรวมความร้อนจากแสงอาทิตย์มาไว้ที่จุดเดียวกัน ทำให้เกิดความร้อนสูง ส่งผ่านไปยังตัวกลาง แล้วนำไอหรือความร้อนจากตัวกลางไปผลิตไอเพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- **ระบบสระแสงอาทิตย์** ใช้น้ำเกลือเก็บสะสมความร้อนไว้ที่ก้นสระ การผลิตไฟฟ้าต้องสูบน้ำเกลือที่ก้นสระซึ่งมีความเข้มข้นและอุณหภูมิสูงผ่านท่อเข้าสู่เครื่องกำเนิดไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำไปขับกังหันไอน้ำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

▲ ภาพที่ 3.18 เซลล์สุริยะใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้งานตามบ้านเรือน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หนังสือรูปเล่มนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ดัดแปลงเนื้อหา ไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่ง

เกร็ดแนะครู

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมาถึงตอนท้ายแล้ว ครูอาจนำอภิปรายสรุปความรู้ของทั้งหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงาน เพื่อเป็นการกระชับเนื้อหาและสร้างความเข้าใจให้นักเรียนเข้าใจไปในแนวทางเดียวกัน โดยอาจนำสื่อจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศมานำเสนอให้นักเรียนดู เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงประสิทธิภาพและประโยชน์ที่ได้จากการหันมาใช้พลังงานทดแทน เช่น ครูอาจนำคลิปวิดีโอจาก youtube เรื่อง อนาคตพลังงานทางเลือก ดับฝันโซลาร์เซลล์ (สามารถค้นหาได้จาก https://www.youtube.com/watch?v=ugREARUblCs) มาเปิดให้นักเรียนดูแล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นร่วมกัน



กิจกรรมสร้างเสริม

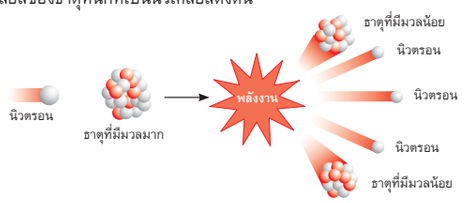
ครูให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง พลังงาน หลังจากจบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน โดยมอบหมายให้นักเรียนทำลงในกระดาษ A4 เขียนด้วยลายมือตัวบรรจง พร้อมตกแต่งให้สวยงาม เสร็จแล้วส่งครูเพื่อเป็นคะแนนพิเศษ

พลังงานนิวเคลียร์

พลังงานนิวเคลียร์ได้มาจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งมี 2 แบบ ดังนี้

ฟิชชัน

เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เมื่อมีอนุภาคเคลื่อนเข้าชนนิวเคลียสของธาตุหนัก นิวเคลียสของธาตุหนักจะแยกออกเป็น 2 นิวเคลียสของธาตุที่เบากว่า โดยมวลอะตอมรวมของนิวเคลียสที่ได้จากการแยกตัวมีค่าน้อยกว่ามวลอะตอมของนิวเคลียสของธาตุหนักที่เป็นนิวเคลียสตั้งต้น



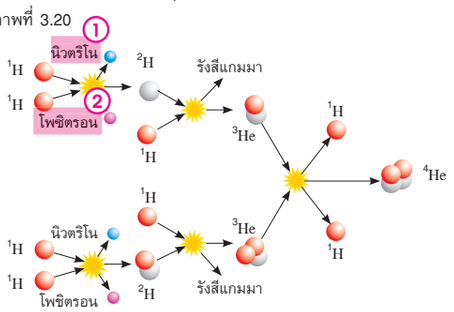
▲ ภาพที่ 3.19 การแยกตัวของนิวเคลียสยูเรเนียม-235 เมื่อทำปฏิกิริยากับนิวตรอนความเร็วต่ำ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ฟิวชัน

เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่ธาตุเบารวมกันเป็นธาตุหนัก โดยมวลอะตอมรวมของธาตุหลังเกิดปฏิกิริยามีค่าน้อยกว่ามวลอะตอมรวมของธาตุตั้งต้นก่อนเกิดปฏิกิริยา มวลที่หายไปหรือมวลพร่องจะเปลี่ยนเป็นพลังงานซึ่งคำนวณได้จากสมการสมมูลของมวลและพลังงาน

$$E = (\Delta m)c^2$$

ปฏิกิริยาฟิวชันเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีปริมาณมหาศาลในธรรมชาติ ทำให้ดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ปลดปล่อยพลังงานเป็นเวลายาวนาน ปฏิกิริยาฟิวชันในดวงอาทิตย์ แสดงดังภาพที่ 3.20



▲ ภาพที่ 3.20 ปฏิกิริยาฟิวชันของโปรตอน-โปรตอน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ

6. ครูให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองในกรอบ Self Check เรื่อง พลังงาน จากหนังสือเรียน
7. ครูให้นักเรียนทำ Unit Question จากหนังสือเรียนเป็นการบ้าน โดยทำลงในสมุดบันทึกประจำตัว
8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังเรียนของนักเรียน

กิจกรรมท้าทาย

ครูให้นักเรียนศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงาน ด้วยตนเองอีกครั้ง หลังจากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้โดยการทำเป็นแผ่นพับความรู้ขนาด A4 สร้างสรรค์และตกแต่งให้สวยงามตามความสามารถ ครูอาจสุ่มตัวแทนออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน เมื่อจบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน ครูเก็บรวบรวมผลงานของนักเรียนกลับไปตรวจเพื่อเป็นคะแนนพิเศษ

นักเรียนควรรู้

1 **นิวตริโน** (neutrino) คือ อนุภาคมูลฐานที่เป็นกลางทางไฟฟ้า และมีค่าสปินเท่ากับครึ่งจำนวนเต็ม (1/2) ใช้สัญลักษณ์แทนด้วยอักษรกรีกว่า ν (นิว) มวลของนิวตริโนมีขนาดเล็กมากเมื่อเปรียบเทียบกับอนุภาคย่อยอื่น ๆ และเป็นอนุภาคเพียงชนิดเดียวที่รู้จักในขณะนี้ที่มีความเป็นไปได้ว่าจะเป็นสสารมืด (dark matter)

2 **โพซิตรอน** (positron) หรือแอนติอิเล็กตรอน (antielectron) คือ อนุภาคมูลฐานชนิดหนึ่ง มีมวลเท่ากับอิเล็กตรอน มีประจุไฟฟ้าเท่ากับประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน แต่เป็นประจุไฟฟ้าบวก (+1) และมีค่าสปินเท่ากับครึ่งจำนวนเต็ม (1/2) เมื่อโพซิตรอนและอิเล็กตรอนอย่างละ 1 อนุภาคมากระทบกัน ทั้งคู่จะทำลายล้างกันสูญหายไปด้วยกันทั้งสิ้น และให้พลังงานมากมายเกิดขึ้นในรูปของรังสีแกมมา

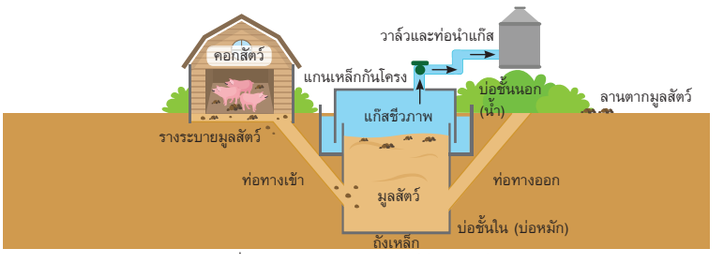
ขั้นประเมิน

ตรวจสอบผล

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังเรียนของนักเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงาน เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน
3. ครูตรวจแบบฝึกหัดจาก Topic Question เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน ในสมุดบันทึกประจำตัว
4. ครูตรวจแบบฝึกหัดจาก Unit Question หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงาน ในสมุดบันทึกประจำตัว
5. ครูตรวจสอบแบบฝึกหัด เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน จากแบบฝึกหัด วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ม.5
6. ครูตรวจสอบผลการตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง Self Check ในสมุดบันทึกประจำตัว
7. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลและการทำงานกลุ่ม
8. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานการสรุปเนื้อหา เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงาน ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจเป็นรายบุคคล

เทคโนโลยีด้านพลังงาน

เทคโนโลยีด้านพลังงานเป็นการนำความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์ เช่น เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์สุริยะ หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ (เอทานอล ไบโอดีเซล แก๊สชีวภาพ) เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน ซึ่งช่วยให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้พลังงานและลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ทำให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น



▲ ภาพที่ 3.21 กระบวนการหมักมูลสัตว์ให้เกิดแก๊สชีวภาพ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

เซลล์เชื้อเพลิงและเซลล์สุริยะเป็นอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้า ส่วนเอทานอล ไบโอดีเซล แก๊สชีวภาพ เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนการใช้น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ หรือถ่านหิน ซึ่งจะช่วยลดปัญหามลพิษในอากาศ สำหรับเอทานอลนิยมนำไปผสมกับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วนต่าง ๆ เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ และเมื่อนำแก๊สโซฮอล์ไปใช้กับยานพาหนะจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าน้ำมันเบนซิน เนื่องจากออกซิเจนที่เป็นส่วนประกอบของเอทานอลจะช่วยให้การเผาไหม้ภายในห้องเครื่องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

Self Check

ให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจ โดยพิจารณาข้อความว่าถูกหรือผิด แล้วบันทึกลงในสมุด หากพิจารณาข้อความไม่ถูกต้อง ให้กลับไปทบทวนเนื้อหาตามหัวข้อที่กำหนดให้

	ถูก/ผิด	ทบทวนที่หัวข้อ
1. ฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น		1.1
2. พลังงานทดแทนที่เป็นพลังงานหมุนเวียน ส่วนใหญ่นำมาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า		1.2
3. พลังงานทดแทนเป็นพลังงานที่นำมาใช้แทนถ่านหิน เพื่อลดมลภาวะในอากาศ		1.2
4. พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน		2.
แก๊สโซฮอล์เป็นน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันเบนซินกับเอทานอล		3.

บันทึกลงในสมุด

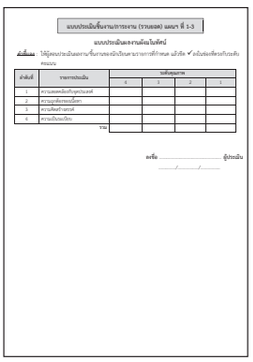
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงาน 111

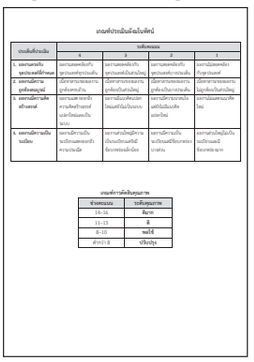
แนวตอบ Self Check

1. ผิด 2. ถูก 3. ผิด
4. ถูก 5. ถูก

แนวทางการวัดและประเมินผล

ครูสามารถวัดและประเมินความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง เทคโนโลยีด้านพลังงานได้จากผังมโนทัศน์ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นในขั้นขยายความเข้าใจ โดยศึกษาเกณฑ์การวัดและประเมินผลจากแบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) ที่แนบมาท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงาน





ข้อสอบเน้นการคิด

พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์สูงสุดในระหว่างเดือนใด

1. มีนาคมถึงเมษายน
2. เมษายนถึงพฤษภาคม
3. ธันวาคมถึงมกราคม
4. มิถุนายนถึงกรกฎาคม
5. พฤษภาคมถึงมิถุนายน

(วิเคราะห์คำตอบ จากแผนที่ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของประเทศไทย จัดทำขึ้นโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และมหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่า การกระจายของความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ตามบริเวณต่าง ๆ ในแต่ละเดือนของประเทศไทยได้รับอิทธิพลสำคัญจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม ดังนั้น ตอบข้อ 2.)