สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1-ม.6)

Empower world class
teaching & learning experiences

STEM Education

Science Technology Engineering and Mathematics Education

กิจกรรม

- The Young Designer
- นาวาฝ่าวิกฤต
- ดาราศาสตร์กับสถาปัตยกรรม
- กังหันลมผลิตไฟฟ้า
- สเลอปี้
- ชาร์จแบตเตอรี่ด้วย พลังงานสะอาด

เล่ม 2

กิจกรรมสะเต็มศึกษา
ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1-ม.6)
STEM Education
เล่ม 2

กิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1 - ม.6) เล่ม 2

ข้อมูลทางบรรณานุกรมหอสมุดแห่งชาติ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1 - ม.6) เล่ม 2
.....หน้า
ISBN.....
1.สะเต็มศึกษา – กิจกรรมการเรียนรู้ 2.ชื่อเรื่อง

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ.2559 จำนวน .....เล่ม
ผู้จัดพิมพ์เผยแพร่
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
กระทรวงศึกษาธิการ
924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110
โทรศัพท์ 02-3924021 ต่อ 3102, 3106 โทรสาร 02-3923596
http://www.ipst.ac.th

โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว
2249 ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร
รูปเล่มและออกแบบโดย
บริษัท เธิร์ดอาย 1999 จำกัด

คำนำ

คำชี้แจง

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะ กระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหานั้น เป็นสิ่งที่ครูผู้สอนหรือผู้มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาต้องตระหนักและให้ความสำคัญเพื่อที่จะได้พัฒนานักเรียนให้เป็นผู้ที่เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและมีศักยภาพตรงตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่บูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 6 ขั้น ได้แก่ 1. ขั้นระบุปัญหา 2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

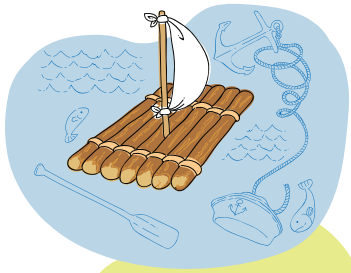
กิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1 - ม.6) เล่มนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้กับสถานศึกษาได้ใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในรูปแบบของกิจกรรมตามศักยภาพและพัฒนาการของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเรื่อง The young designer นาวาฝ่าวิกฤต ดาราศาสตร์กับสถาปัตยกรรม กังหันลมผลิตไฟฟ้า สเลอปี้ และชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด โดยคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถนำความรู้และทักษะต่าง ๆ ไปใช้ในการทำกิจกรรมที่สอดคล้องและเหมาะสมกับวัยได้เป็นอย่างดี

ในการจัดทำเอกสารเล่มนี้ ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการตลอดจนครูผู้สอน ด้านการศึกษา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ได้อ่าน พิจารณาและให้คำแนะนำเพื่อนำมาปรับปรุงจนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน นักเรียน รวมทั้งผู้ที่สนใจที่จะจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้เอกสารเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นโปรดแจ้งให้ สสวท. ทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(นางพรพรรณ ไวทยางกูร)
ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

กิจกรรม
The young designer
1

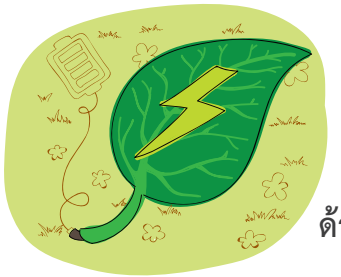


กิจกรรม
นาวาฝ่าวิกฤต
8

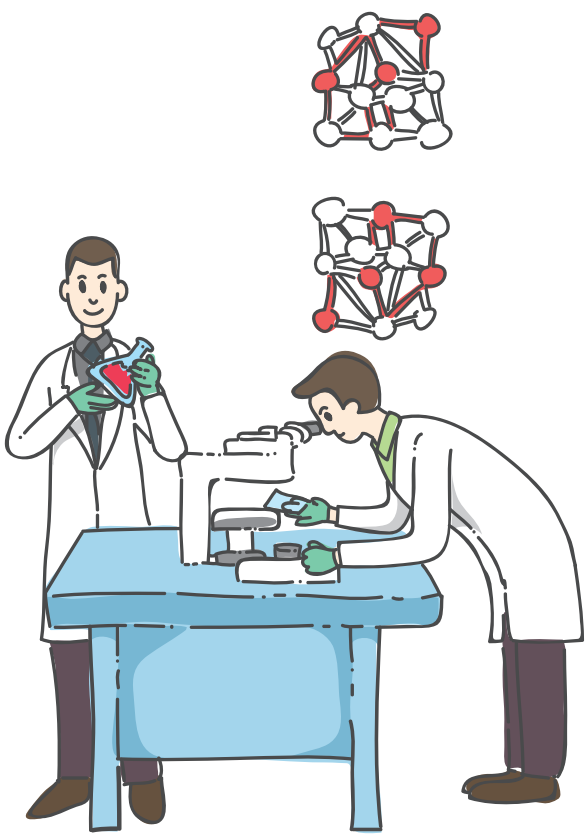
กิจกรรม
ดาราศาสตร์กับสถาปัตยกรรม
29

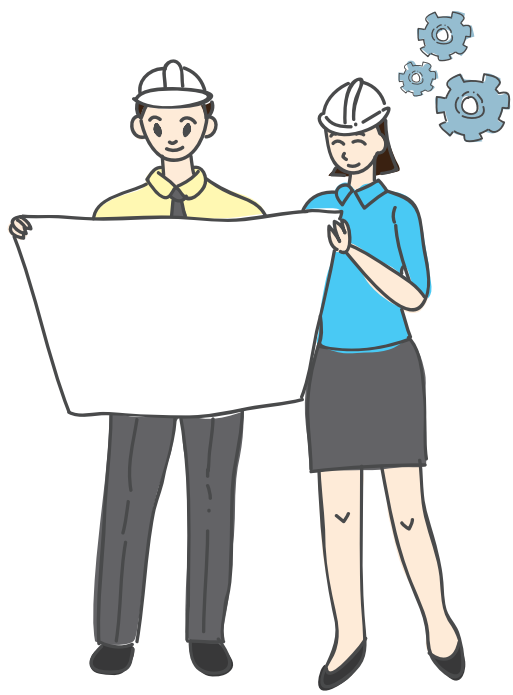
กิจกรรม
กังหันลมผลิตไฟฟ้า
49

กิจกรรมสเลอปี้
62



กิจกรรม
ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด
73





The Young Designer

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เวลา 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์

1. นำความรู้เรื่องจำนวนจริงและการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบตัดเย็บกระโปรงวงกลม
2. ออกแบบตัดเย็บกระโปรงวงกลมโดยคำนึงถึงทรัพยากรทางเทคโนโลยี

วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	กระดาษปรู๊ฟ ขนาด 31 นิ้ว x 43 นิ้ว	6 แผ่น	8	เทปใส	1 ม้วน
2	สายวัด	1 เส้น	9	สีไม้ หรือ สีเมจิก	1 กล่อง
3	ยางลบ	1 ก้อน	10	กระดาษสี คละสี	3 แผ่น
4	ดินสอ	1 แท่ง	11	เมจิกเทป (เทปตีนตุ๊กแก)	3 นิ้ว
5	วงเวียน	1 อัน	12	ที่เย็บกระดาษ	1 อัน
6	กรรไกร	3 เล่ม	13	ตัวอย่างผ้าต่างเนื้อและต่างสี	5 ชิ้น
7	กาวสองหน้าแบบบาง	1 ม้วน			

วิธีดำเนินกิจกรรม

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าในการตัดเย็บเสื้อผ้าแต่ละชิ้น เช่น เสื้อ กางเกง หรือกระโปรง ต้องวัดส่วนใดของร่างกายบ้าง
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระโปรงวงกลม โดยอาจใช้กระโปรงวงกลมจริงหรือรูปภาพจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจลักษณะของกระโปรงวงกลม
3. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แพทเทิร์นของกระโปรงวงกลม เพื่อส่งผลงานเข้าร่วมการประกวด The Young Designer Contest ซึ่งเป็นการแข่งขันการออกแบบกระโปรงแบบร่วมสมัย โดยแต่ละกลุ่มต้องเลือกสมาชิก 1 คน เพื่อเป็นนางแบบ พร้อมทั้งออกแบบและตัดกระโปรงวงกลมให้มีขนาดที่เหมาะสมกับนางแบบ โดยมีเงื่อนไขว่า ในการสร้างกระโปรงวงกลมครั้งนี้จะใช้กระดาษแทนผ้า ดังนั้น นักเรียนจะต้องคำนวณหาจำนวนกระดาษที่ต้องใช้ในการตัดกระโปรงวงกลม โดยใช้กระดาษอย่างคุ้มค่าที่สุด เมื่อคำนวณหาจำนวนกระดาษเรียบร้อยแล้ว ให้ไปรับกระดาษปรู๊ฟที่ครู จากนั้นเขียนสรุปลำดับขั้นในการตัดกระโปรงวงกลม และออกแบบลวดลายบนกระโปรงวงกลมเพื่อให้เหมาะสมกับนางแบบ
4. เมื่อนักเรียนตัดกระโปรงวงกลมเสร็จแล้ว ให้นางแบบลองสวมกระโปรงว่าพอดีหรือไม่ หากไม่พอดีให้หาแนวทางในการแก้ไข พร้อมทั้งปรับแก้ชิ้นงานตามแนวทางดังกล่าว
5. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เรียนรู้เพื่อแก้ไข เพื่อระบุว่านักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างในการทำกิจกรรมครั้งนี้ ลงในข้อ 1 พร้อมทั้งบันทึกปัญหาและอุปสรรค และแนวทางในการแก้ไขที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินงาน ลงในข้อ 2
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน พร้อมทั้งสรุปเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไข
7. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการตัดกระโปรงวงกลม เพื่อนำไปใช้งานจริง เช่น ในกรณีที่ต้องการให้กระโปรงเป็นลอนสวยและพลิ้วไหว ควรใช้ผ้าชนิดใด และถ้าต้องการให้กระโปรงทิ้งตัว ควรใช้ผ้าที่ชนิดใด

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แพทเทิร์นของกระโปรงวงกลม
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เรียนรู้และแก้ไข
3. ใบความรู้เรื่อง วงกลม

ใบกิจกรรมที่ 1

แพทเทิร์นของกระโปรงวงกลม

"นักเรียนเป็นดีไซเนอร์ที่ต้องการจะเข้าร่วมการประกวด The Young Designer Contest โดยในการแข่งขันครั้งนี้ เป็นการแข่งขันการออกแบบกระโปรงแบบร่วมสมัย โดยมีข้อกำหนดว่า จะต้องเป็นกระโปรงวงกลมที่มีความยาวระดับเข่า และมีความสวยงามเหมาะสมกับนางแบบ นักเรียนจึงต้องออกแบบแพทเทิร์นและตัดกระโปรงให้เหมาะสมกับนางแบบที่เลือกไว้ เพื่อให้ชนะการประกวดครั้งนี้ "

1. ให้นักเรียนระบุชื่อนางแบบ แล้วบันทึกความยาวที่ต้องการสำหรับตัดกระโปรงวงกลมของนางแบบที่เลือกไว้ พร้อมทั้งระบุหน่วยในการวัด

   ชื่อ .....

   ความยาวรอบเอว .....

   ความยาวของกระโปรง .....

2. ให้นักเรียนแสดงการคำนวณหารัศมีของวงกลมซึ่งมีเส้นรอบวงยาวเท่ากับความยาวรอบเอว และรัศมีของวงกลมที่แทนขอบกระโปรง

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

3. ให้นักเรียนวาดแพทเทิร์นและลวดลายของกระโปรงวงกลมที่จะตัดในบริเวณที่กำหนดให้ โดยในแพทเทิร์นให้ระบุความยาวรอบเอวและความยาวของกระโปรงด้วย

ข้อมูลของนางแบบ

ชื่อ.....

ความยาวรอบเอว.....

ความยาวของกระโปรง.....

นักเรียนคิดว่าลวดลายของกระโปรงวงกลมเหมาะสมกับนางแบบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณหาจำนวนแผ่นของกระดาษปรู๊ฟที่ต้องใช้ในการตัดกระโปรงวงกลม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนเขียนสรุปลำดับขั้นในการตัดกระโปรงวงกลม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2

เรียนรู้และแก้ไข

1. นักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างในการทำกิจกรรมครั้งนี้

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

2. ให้นักเรียนบันทึกปัญหาและอุปสรรค และแนวทางในการแก้ไขระหว่างการทำกิจกรรม The Young Designer

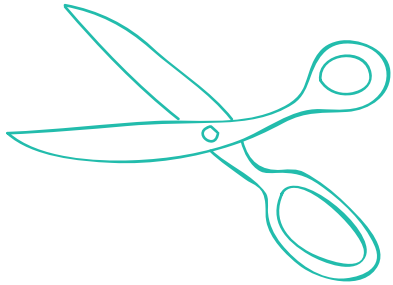
ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางในการแก้ไข
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

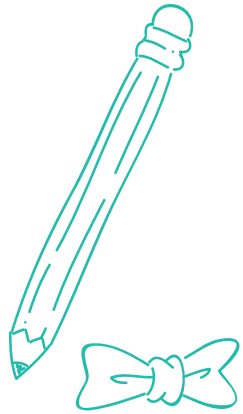
ใบความรู้เรื่อง วงกลม

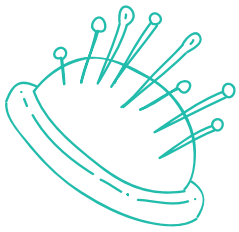
ในการสร้างวงกลม สิ่งสำคัญที่จะต้องรู้ คือ จุดศูนย์กลางและรัศมีของวงกลม ซึ่งรัศมีจะเป็นระยะจากจุดศูนย์กลางของวงกลมไปยังเส้นรอบวงซึ่งเกิดจากจุดจำนวนมากมายที่เรียงตัวกันห่างจากจุดศูนย์กลางดังกล่าวเป็นระยะเท่ากันทุก ๆ จุด โดยอัตราส่วนระหว่างเส้นรอบวงของวงกลมกับเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมเป็นค่าคงตัวค่าหนึ่งที่เรียกว่า “ไพ (pi)” และแทนค่าคงตัวดังกล่าวด้วยตัวอักษรกรีก π ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.1416... หรือประมาณ 3.14 หรือประมาณ $\frac{22}{7}$ ทำให้ได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวง (C) กับรัศมี (r) ของวงกลมสอดคล้องกับสมการ

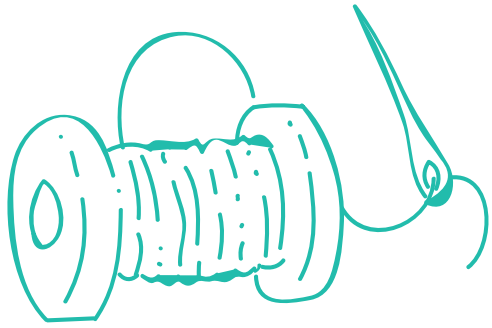
$$C = 2\pi r$$

เมื่อทราบค่าของตัวแปร C หรือ r อย่างใดอย่างหนึ่ง สมการข้างต้นจะเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และสามารถแก้สมการหาตัวไม่ทราบค่าได้โดยใช้สมบัติการเท่ากัน

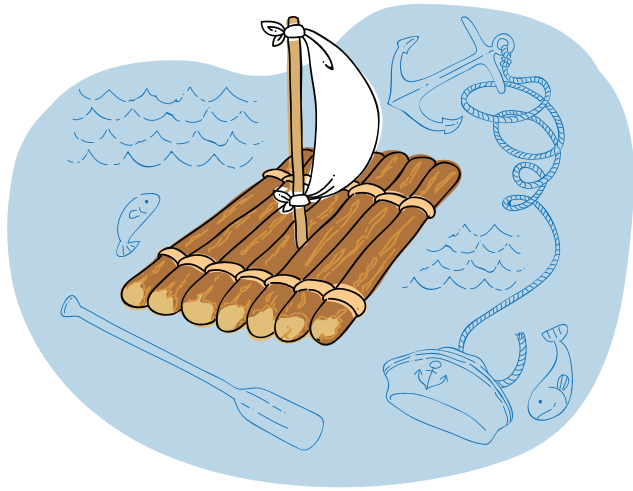








นาวาฝ่าวิกฤต



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพ
2. หาปริมาตรของทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพ
3. ถ่ายทอดแนวคิดในการออกแบบแพเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ
4. เลือกใช้วัสดุในการสร้างแพอย่างเหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน
5. สร้างและทดสอบประสิทธิผลของแพ

วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	ขวดพลาสติกพร้อมฝาปิดขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร	6 อัน	8	กระดาษกาว 2 หน้า แบบหนา	1 ม้วน
2	ไม้ไอศกรีม	10 อัน	9	กะละมัง	1 ใบ
3	แผ่นพลาสติกลูกฟูก ขนาด A4	2 แผ่น	10	ไม้เสียบลูกชิ้น	3 ไม้
4	ดินน้ำมันมวล 150 กรัม	5 ก้อน	11	เทปกาวปิดกล่อง	1 ม้วน
5	กล่องพลาสติกใส	1 ใบ	12	กรรไกร คัตเตอร์ แผ่นรองตัด	1 ชุด
6	ถ้วยโฟม	1 ใบ	13	เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
7	ถ้วยพลาสติกขนาดเล็ก	1 ใบ	14	ไม้บรรทัด	1 อัน

วิธีดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1 ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแพ

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ปัญหาและอุปสรรคที่มากับน้ำท่วม มีอะไรบ้าง
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์น้ำท่วมว่า มีวิธีการใดบ้างที่จะไม่ทำให้สิ่งของเปียกน้ำเมื่อเผชิญกับภาวะวิกฤตน้ำท่วม
3. นักเรียนศึกษาวีดิทัศน์เกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นโดยคนไทยในช่วงเหตุการณ์มหาอุทกภัยในประเทศไทยที่เกิดขึ้นเมื่อ ปี พ.ศ. 2554 พร้อมทั้งจดบันทึกว่า สิ่งประดิษฐ์ฝ่าวิกฤติอุทกภัยที่ปรากฏในวีดิทัศน์มีอะไรบ้าง
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ฝ่าวิกฤติอุทกภัยที่ปรากฏในวีดิทัศน์ โดยมีประเด็นในการอภิปรายดังนี้
   - สิ่งประดิษฐ์ที่ปรากฏในวีดิทัศน์มีอะไรบ้าง
   - สิ่งที่ปรากฏในวีดิทัศน์ที่ช่วยให้วัตถุบางอย่าง เช่น รถยนต์ มอเตอร์ไซต์ คน สามารถลอยอยู่เหนือน้ำได้มีอะไรบ้าง
5. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน ตามความเหมาะสม แล้วศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่แต่ละกลุ่มจะต้องแก้ปัญหา คือ
   “นักเรียนเป็นวิศวกรที่จะต้องออกแบบและสร้างแพสำหรับบรรทุกสิ่งของในช่วงวิกฤตน้ำท่วมให้ได้ปริมาณมากที่สุด โดยใช้งบประมาณในการสร้างอย่างคุ้มค่า และระบุปริมาณสิ่งของที่แพจะสามารถบรรทุกได้อย่างแม่นยำ เพื่อป้องกันไม่ให้แพจมน้ำจนทำให้สิ่งของเปียกน้ำ”
6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถ้าต้องการให้การออกแบบและสร้างแพสำหรับการบรรทุกสิ่งของเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องทำการศึกษาปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแพ

กิจกรรมที่ 1 ทำดินน้ำมันให้ลอยน้ำได้อย่างไร

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำดินน้ำมัน 1 ก้อน ไปชั่งมวลแล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 1
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่า ถ้าปั้นดินน้ำมันทั้งก้อนเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยมและแผ่นบาง ๆ ดินน้ำมันรูปทรงดังกล่าวจะลอยน้ำหรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 2
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยมและแผ่นบาง ๆ มาทดสอบการลอยน้ำ จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 2 และเปรียบเทียบผลการคาดคะเนและผลที่ได้จากการทดลองว่าเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกันว่า ดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยมและแผ่นบาง ๆ สามารถลอยน้ำได้หรือไม่ จากนั้นร่วมกันออกแบบรูปทรงของดินน้ำมันที่สามารถลอยน้ำได้ โดยการร่างภาพลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 3
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการปั้นดินน้ำมันให้เป็นรูปทรงตามที่ออกแบบไว้ แล้วทดสอบการลอยน้ำ โดยสามารถปรับปรุงชิ้นงานได้จนกว่าดินน้ำมันจะลอยน้ำ

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำดินน้ำมันที่ลอยน้ำไปชั่งมวลพร้อมบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 4 และข้อ 5
7. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใดดินน้ำมันที่นักเรียนออกแบบจึงลอยน้ำได้ ทั้ง ๆ ที่มีมวลเท่าเดิม โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แรงพยุง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 6

กิจกรรมที่ 2 วัตถุอยู่สูงหรือต่ำมีผลต่อการทรงตัวของเรืออย่างไร

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การบรรทุกสิ่งของที่ชั้นบนของเรือกับชั้นล่างของเรือ จะมีผลต่อความสามารถในการลอยอยู่ในแนวระดับของเรือหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่า จะสามารถวางดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อน ที่เรือสองชั้นได้รูปแบบไหนบ้าง โดยให้วาดรูป 4 รูปแบบ ลงในใบกิจกรรมที่ 2
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่า การวางดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อน ที่เรือสองชั้นแต่ละรูปแบบจะทำให้เรือทรงตัวอยู่ได้หรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 2
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสร้างเรือ 2 ชั้นตามแบบ แล้วทำการทดลองโดยนำดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อน ไปวางที่เรือสองชั้นตำแหน่งต่าง ๆ จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2 และเปรียบเทียบผลการคาดคะเนและผลที่ได้จากการทดลองว่าเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
5. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใด ตำแหน่งที่บรรทุกสิ่งของบนเรือจึงมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่องศูนย์ถ่วง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 2

กิจกรรมที่ 3 บรรทุกสิ่งของได้เท่าใด

1. นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า จะหาปริมาณสิ่งของที่จะบรรทุกเข้าไปในขวดพลาสติกได้มากที่สุดเท่าไร โดยที่ขวดยังสามารถลอยน้ำได้ โดยศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องแรงพยุง และ ใบความรู้ที่ 3 เรื่องความหนาแน่น
2. นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น (ρ) มวล (m) และปริมาตร (V) ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 1
3. นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงพยุง (F_B) ความหนาแน่นของของเหลว (ρ) ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ (V) และขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 2
4. นักเรียนบอกความหนาแน่นของน้ำโดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 3
5. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 4 เรื่องการหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ แล้วแสดงวิธีการหาปริมาตรของขวดพลาสติกลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 4
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีการหาปริมาณสิ่งของที่จะบรรทุกเข้าไปในขวดพลาสติกได้มากที่สุดโดยที่ขวดยังสามารถลอยน้ำได้ ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 5

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบผลการคำนวณโดยการน้ำดินน้ำมันบรรจุลงไปในขวดพลาสติกให้ได้มวลตามที่คำนวณไว้ แล้วไปทดสอบการลอยน้ำ จากนั้นบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 6
8. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมนี้ มาคาดการณ์ว่า ถ้าพิจารณาความสามารถในการบรรทุกสิ่งของของแพที่ใช้ขวดพลาสติกเป็นทุ่นจำนวนต่าง ๆ จะสามารถบรรทุกดินน้ำมันได้มากที่สุดเท่าใด โดยบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 7 และ ข้อ 8

กิจกรรมที่ 4 วางวัตถุอย่างไรให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ได้

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การบรรทุกสิ่งของที่ระดับเดียวกัน แต่วางในบริเวณต่าง ๆ ของเรือ เช่น กลางเรือ ขอบเรือ จะมีผลต่อความสามารถในการลอยอยู่ในแนวระดับของเรือหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่า จะสามารถวางดินน้ำมัน 2 ก้อนในบริเวณต่าง ๆ ของกล่องพลาสติกใสนี้ที่เปรียบเสมือนว่าเป็นเรือ ได้รูปแบบใดบ้าง พร้อมทั้งคาดคะเนว่า การวางดินน้ำมัน 2 ก้อนที่บริเวณดังกล่าว จะทำให้เรือทรงตัวอยู่ได้หรือไม่ จากนั้นบันทึกแบบร่างและผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 4
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบวางดินน้ำมันที่ตำแหน่งต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 4
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใดตำแหน่งที่บรรทุกสิ่งของบนเรือในระดับเดียวกันจึงมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 5 เรื่องโมเมนต์ของแรง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 4

ตอนที่ 2 สร้างแพ

1. นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแพ โดยมีค่าใช้จ่ายในการสร้างแพดังนี้
   - ขวดพลาสติก ราคา 5 บาท
   - แผ่นพลาสติกลูกฟูก ราคา 8 บาท
   - ไม้ไอศกรีม ราคา 1 บาท
   - กระดาษกาวสำหรับยึดติด ไม่คิดค่าใช้จ่าย
2. นักเรียนศึกษาเงื่อนไขในการบรรทุกสิ่งของบนแพที่สร้างขึ้น ดังนี้
   - แพที่สร้างขึ้นจะต้องลอยอยู่ในกะละมังที่ใส่น้ำ โดยที่แพจะต้องไม่สัมผัสกับขอบหรือก้นของกะละมัง
   - สิ่งของที่บรรทุกลงบนแพที่สร้างขึ้น คือ ดินน้ำมัน ซึ่งจะมีการเพิ่มปริมาณการบรรทุกครั้งละ 1 ก้อน โดยไม่มีการเปลี่ยนรูปและปรับแต่งรูปร่างของดินน้ำมัน
   - การบรรทุกดินน้ำมัน 1 ก้อน ได้รับเงินจำนวน 10 บาท
   - นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องคาดการณ์ปริมาณดินน้ำมันที่แพจะสามารถบรรทุกได้โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมที่ 3 ถ้าปริมาณดินน้ำมันที่คาดการณ์ว่าจะบรรทุกได้เท่ากับปริมาณที่บรรทุกได้จริง จะได้เงินโบนัส 15 บาท

- หลังจากได้รับโบนัสแล้ว ถ้าบรรทุกดินน้ำมันได้เพิ่มจะได้เงิน 5 บาท
- พาหนะจะต้องบรรทุกดินน้ำมันให้ลอยอยู่เหนือน้ำได้ อย่างน้อย 5 วินาที จึงจะสามารถเพิ่มปริมาณดินน้ำมันในลำดับต่อไปได้
- ในการบรรทุกดินน้ำมันแต่ละรอบ สามารถทำซ้ำได้รอบละ 2 ครั้ง เมื่อครบ 2 ครั้ง แล้วยังไม่สามารถบรรทุกได้ ให้ถือว่าปริมาณดินน้ำมันในลำดับก่อนหน้าเป็นปริมาณที่บรรทุกได้สูงที่สุด
- ห้ามส่วนใดส่วนหนึ่งของก้อนดินน้ำมันที่วางบนแพที่สร้างขึ้นสัมผัสกับน้ำ

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่างแบบเรือที่จะสร้างขึ้น พร้อมบอกปริมาณวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ คำนวณค่าใช้จ่าย และคาดการณ์ปริมาณสิ่งของที่จะบรรทุกได้ โดยบันทึกในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 1 2 และ 3
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างแพโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มออกแบบไว้
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบแพที่สร้างขึ้นและบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 4
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการออกแบบและสร้างแพ และผลการทดสอบแพ
7. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำกิจกรรมในประเด็นดังต่อไปนี้
   - แพที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถบรรทุกสิ่งของได้ปริมาณมากและคุ้มค่าในการสร้างหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
   - ลักษณะของแพที่สามารถบรรทุกสิ่งของได้ปริมาณมาก ๆ และคุ้มค่าในการสร้างเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
   - แพที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถบรรทุกของได้จำนวนเท่ากับที่คาดการณ์หรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
   - วิธีการที่ดีที่สุดที่ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณสิ่งของที่บรรทุกได้ให้แม่นยำคืออะไร
8. นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 5
9. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างแพ เรือ และโป๊ะ ในชีวิตจริง

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 – 5
2. วีดิทัศน์สิ่งประดิษฐ์ฝ่าวิกฤติอุทกภัย: https://www.youtube.com/watch?v=vTXWnqpg2d8
3. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานการออกแบบและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

ใบกิจกรรมที่ 1

ทำดินน้ำมันให้ลอยน้ำได้อย่างไร

1. มวลของก้อนดินน้ำมัน คือ .....กรัม
2. เมื่อนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ ไปวางที่ผิวน้ำ ดินน้ำมันลอยน้ำหรือไม่

รูปทรง	ดินน้ำมันจะลอยน้ำได้หรือไม่ (✓) ได้ (✗) ไม่ได้	
	การคาดคะเน	ผลการทดสอบ
- ทรงกลม		
- ปริซึมสี่เหลี่ยม		
- แผ่นบาง		

3. วาดรูปทรงของดินน้ำมันที่สามารถลอยน้ำได้

4. มวลของดินน้ำมันตามแบบข้อ 3 ที่ลอยน้ำได้ คือ ..... กรัม
5. ดินน้ำมันรูปทรงต่าง ๆ ที่จมน้ำ และดินน้ำมันที่ปั้นตามแบบในข้อ 3 มีมวลเท่ากันหรือไม่

   .....
6. เพราะเหตุใดดินน้ำมันในข้อ 3 จึงสามารถลอยน้ำได้

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

ใบกิจกรรมที่ 2

วัตถุอยู่สูงหรือต่ำมีผลต่อการทรงตัวของเรืออย่างไร

จงออกแบบการทดสอบการทรงตัวของเรือจากการนำดินน้ำมันทรงกลมขนาดเล็ก 4 ก้อน ไปวางบนเรือที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ

แบบร่างการวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ	เรือจะทรงตัวได้หรือไม่ (✓) ได้ (✗) ไม่ได้	
	การคาดคะเน	ผลการทดสอบ

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3

บรรทุกสิ่งของได้เท่าใด

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น (ρ) มวล (m) และปริมาตร (V) คือ

   .....

   .....

   .....

2. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงพยุง (F_B) ความหนาแน่นของของเหลว (ρ) ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ (V) และขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) คือ

   .....

   .....

   .....

3. ความหนาแน่นของน้ำ มีค่าเท่ากับ ..... kg/m^3 หรือ ..... g/cm^3
4. จงแสดงวิธีหาปริมาตรของขวดพลาสติก

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

5. จงแสดงวิธีหามวลของขวดพลาสติก 1 อัน ที่บรรทุกดินน้ำมันอยู่ภายในได้มากที่สุด โดยที่ขวดไม่จมน้ำ

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

6. มวลของวัตถุที่บรรจุอยู่ในขวดพลาสติกเท่ากับ ..... แบ่งเป็นมวลของขวดพลาสติกเท่ากับ .....และมวลของดินน้ำมันเท่ากับ..... ผลการทดสอบการลอยน้ำพบว่า .....
7. มวลของดินน้ำมัน 1 ก้อน ที่จะบรรทุกบนแพที่สร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ .....

8. ถ้าพิจารณาเฉพาะความสามารถในการบรรทุกสิ่งของของขวดพลาสติก แพที่ใช้ขวดพลาสติกเป็นทุ่นจำนวนต่อไปนี้ สามารถบรรทุกดินน้ำมันได้มากที่สุดเท่าใด

จำนวนขวด (อัน)	มวลที่บรรทุกได้มากที่สุด (กรัม)	จำนวนดินน้ำมันที่บรรทุก (ก้อน)	จำนวนขวด (อัน)	มวลที่บรรทุกได้มากที่สุด (กรัม)	จำนวนดินน้ำมันที่บรรทุก (ก้อน)
1			5		
2			6		
3			7		
4			8		

ใบกิจกรรมที่ 4

วางวัตถุอย่างไรให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ได้

จงออกแบบการทดสอบเสถียรภาพของเรือจากการวางดินน้ำมัน 2 ก้อน ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ

แบบร่างการวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ	เรือจะทรงตัวได้หรือไม่ (✓) ได้ (✗) ไม่ได้	
	การคาดคะเน	ผลการทดสอบ

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 5

การสร้างแพเพื่อบรรทุกสิ่งของ

1. แบบร่าง

2. รายการวัสดุและอุปกรณ์

รายการ	ราคา (บาท)	จำนวน	รวม
ขวดพลาสติก	5		
แผ่นพลาสติกลูกฟูก	8		
ไม้ไอศกรีม	1		
		รวม	

3. การคำนวณหาปริมาณดินน้ำมันที่บรรทุกได้

จากการคำนวณ พาหนะทางน้ำของนักเรียน สามารถบรรทุกดินน้ำมันได้มากที่สุด เท่ากับ..... ก้อน

วิธีการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ผลการทดสอบ

กลุ่มที่	จำนวนเงินที่ใช้ (บาท)	จำนวนเงินที่ได้ (บาท)	รวม (บาท)	โบนัส (บาท)

หมายเหตุ: บรรทุกสิ่งของ 1 ชิ้น (ดินน้ำมัน 1 ก้อน) ได้รับเงิน 10 บาท
หากปริมาณดินน้ำมันที่คาดการณ์ว่าจะบรรทุกได้เท่ากับปริมาณที่บรรทุกได้จริง ได้เงินโบนัส 15 บาท

5. อภิปรายผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

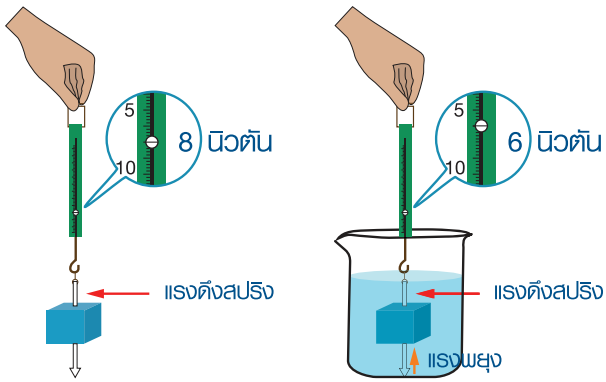
.....

.....

ใบความรู้ที่ 1

แรงพยุง

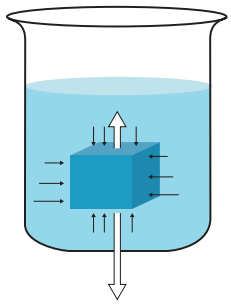
สารไม่ว่าจะอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ล้วนต้องการที่อยู่ หรือการครองที่ ในกรณีที่ของแข็งอยู่ในของเหลว จะเกิดแรงดันจากของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จม แรงดังกล่าวเป็นสาเหตุทำให้การชั่งน้ำหนักวัตถุในของเหลวน้อยกว่าเมื่อชั่งในอากาศ ดังภาพ 1.1



ก) ชั่งวัตถุในอากาศ ข) ชั่งวัตถุในน้ำ

ภาพ 1.1 การเปรียบเทียบน้ำหนักของวัตถุเมื่อชั่งในอากาศกับชั่งในน้ำ

พิจารณากรณีวัตถุจมนิ่งอยู่ในของเหลวทั้งก้อน ดังภาพ 1.2 ที่ของเหลวระดับเดียวกันจะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อวัตถุขนาดเท่ากันในทิศตั้งฉากกับผิวของวัตถุ นั่นคือ แรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับเดียวกันทางด้านซ้ายและด้านขวาของวัตถุมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับจึงเป็นศูนย์ ในทำนองเดียวกัน แรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับเดียวกันทางด้านหน้าและด้านหลังของวัตถุมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับจึงเป็นศูนย์ ส่วนแรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในแนวดิ่งที่บริเวณผิวด้านบนและผิวด้านล่างจะมีค่าไม่เท่ากันเนื่องจากอยู่ในความลึกต่างกัน ที่บริเวณผิวด้านล่างจะอยู่ในของเหลวที่มีความลึกมากกว่า จึงถูกแรงดันเนื่องจากของเหลวกระทำมากกว่าบริเวณผิวด้านบนที่อยู่ในของเหลวที่มีความลึกน้อยกว่า ทำให้ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุด้านล่างมีขนาดมากกว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุด้านบน แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจึงอยู่ในทิศทางขึ้น เมื่อรวมแรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุทั้งหมดจะได้แรงลัพธ์ที่มีทิศทางขึ้น เรียกแรงนี้ว่า **แรงพยุง** (buoyant force: F_B)



ภาพ 1.2 แรงดันเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ

จากภาพ 1.1 ข ถ้าวัตถุอยู่นิ่งในน้ำ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน จะได้ว่า

แรงพยุง = น้ำหนักวัตถุที่ชั่งในอากาศ – น้ำหนักวัตถุที่ชั่งในของเหลว

นักปราชญ์ชาวกรีกชื่อ อาร์คิมีดิส (Archimedes) ได้ศึกษาเกี่ยวกับขนาดของแรงที่เกิดขึ้นในของเหลวที่กระทำต่อวัตถุที่จมอยู่ในของเหลว และสรุปเป็นหลักการเกี่ยวกับแรงพยุงได้ คือ“น้ำหนักวัตถุส่วนที่หายไปเมื่อชั่งในของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรวัตถุส่วนที่จม” นั่นคือ

ขนาดของแรงพยุง = ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่

จากหลักของอาร์คิมีดิส สามารถพิสูจน์ได้ว่า

$$F_B = \rho Vg$$

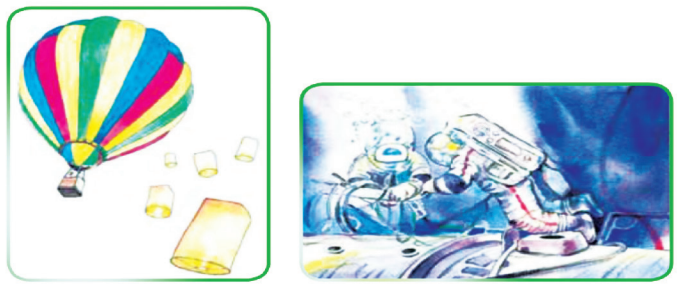
โดย ρ คือ ความหนาแน่นของของเหลว มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3)

V คือ ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร (m^3)

g คือ ขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s^2)

F_B คือ ขนาดของแรงพยุง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

เมื่อนำวัตถุต่าง ๆ ไปวางในของเหลว จะพบว่า วัตถุบางชนิดจมลงในของเหลวทั้งก้อน แต่บางชนิดจมบางส่วนและมีบางส่วนลอยพ้นผิวของของเหลว เมื่อวัตถุเหล่านั้นอยู่ในของเหลวจะมีแรงพยุงกระทำอยู่เสมอ วัตถุที่จมในของเหลวแสดงว่าน้ำหนักของวัตถุมากกว่าแรงพยุงในของเหลว และวัตถุที่ลอยในของเหลวแสดงว่าแรงพยุงในของเหลวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ การเพิ่มแรงพยุงสามารถทำได้โดยการทำให้วัตถุแทนที่ของเหลวมีปริมาตรมากขึ้นเป็นผลทำให้วัตถุลอยในของเหลวได้ เช่น ดินน้ำมันซึ่งเป็นวัตถุที่จมน้ำ แต่เมื่อนำมาปั้นเป็นวัตถุที่มีที่ว่างตรงกลาง ทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น เมื่อวางบนผิวน้ำจะแทนที่น้ำได้มากขึ้น แรงพยุงจึงเพิ่มขึ้น ทำให้ดินน้ำมันลอยน้ำได้ เรือที่ทำด้วยเหล็กสามารถลอยน้ำได้ก็ด้วยเหตุผลเดียวกันหลักของอาร์คิมีดิส ที่พบเห็นได้โดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำแข็งลอยเหนือผิวน้ำ เรือหรือทุ่นลอยบนน้ำ เรือดำน้ำ โคมลอยหรือบอลลูน การดำรงชีวิตของปลาในน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ การฝึกปฏิบัติการของมนุษย์อวกาศในน้ำเพื่อเลียนแบบสถานการณ์ไร้น้ำหนักในอวกาศ ก็อาศัยหลักการของแรงพยุง



ก) ข)

ภาพ 1.3 ก) บอลลูนและโคมลอยในอากาศ ข) การฝึกปฏิบัติการของมนุษย์อวกาศในน้ำ

ตัวอย่าง 1.1 เมื่อนำวัตถุก้อนหนึ่งใส่ลงในน้ำ ปรากฏว่าวัตถุลอยน้ำ โดยมีปริมาตรส่วนที่จมลงในน้ำเป็น 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนักของวัตถุนี้มีค่าเป็นเท่าใด ถ้ากำหนดให้ ความหนาแน่นของน้ำมีค่าเท่ากับ 1.00×10^3 kg/m^3

วิธีทำ ในกรณีวัตถุลอยในน้ำ ดังนั้น

ขนาดน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน = ขนาดของแรงพยุง

$$mg = \rho Vg$$

$$m = \rho V$$

ความหนาแน่นของน้ำมีค่าเท่ากับ 1.00×10^3 kg/m^3 หรือ 1 g/cm^3

แทนค่าจะได้

$$m = (1 \text{ g/cm}^3)(150 \text{ cm}^3)$$

$$m = 150 \text{ g}$$

ตอบ น้ำหนักของวัตถุเท่ากับ 150 กรัม

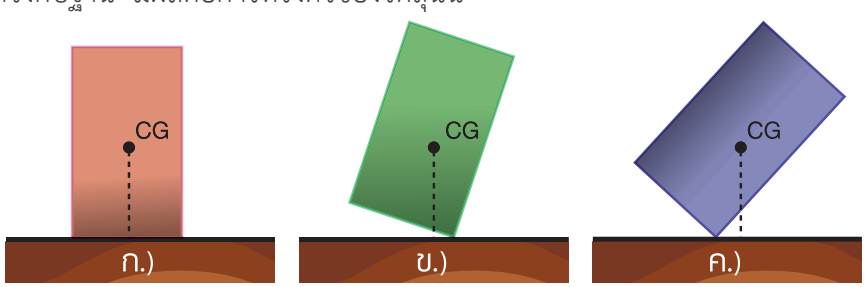
ใบความรู้ที่ 2

ศูนย์ถ่วง

เมื่อวัตถุใด ๆ อยู่บนผิวโลก มวล (Mass) ของวัตถุจะถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำอยู่ตลอดเวลา แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุ เรียกว่า น้ำหนัก (Weight) ของวัตถุ โดยตำแหน่งที่รวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน เรียกว่า ศูนย์ถ่วง (Centre of Gravity: CG)

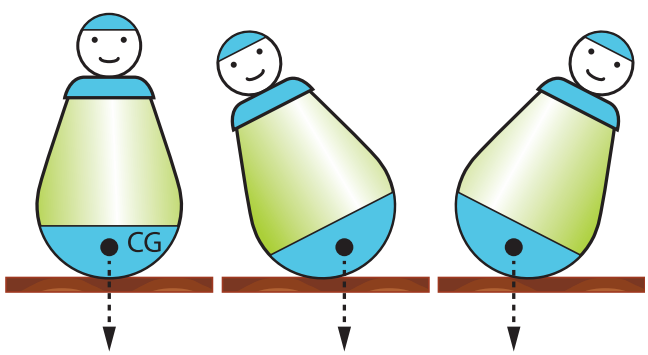
ศูนย์ถ่วง เปรียบเสมือนจุดที่แรงลัพธ์ของแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุ ซึ่งในสถานการณ์ทั่วไป ศูนย์กลางมวลกับศูนย์ถ่วงจะเป็นจุดเดียวกัน โดยเฉพาะเมื่อวัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ยกเว้นแต่ในกรณีที่วัตถุมีขนาดใหญ่มาก ๆ จนแต่ละส่วนของวัตถุนั้นอยู่ในสนามโน้มถ่วงที่ไม่เท่ากัน เช่น ภูเขาสูง ๆ สนามโน้มถ่วงที่บริเวณส่วนล่างของภูเขาที่อยู่ใกล้ผิวโลกจะมีค่ามาก แต่บริเวณที่สูงขึ้นไปจะมีขนาดของสนามโน้มถ่วงที่ลดลง ทำให้แรงที่โลกดึงดูดภูเขานั้นมีค่าลดลงในบริเวณที่สูงขึ้น ศูนย์ถ่วงของภูเขาสูงจะอยู่คนละตำแหน่งกับศูนย์กลางมวล โดยตำแหน่งของศูนย์ถ่วงจะอยู่ต่ำกว่าศูนย์กลางมวล

ถ้าหากตำแหน่งของศูนย์ถ่วงและแนวดิ่งที่ผ่านศูนย์ถ่วงตั้งฉากกับพื้นอยู่ในช่วงฐานของวัตถุ วัตถุจะสามารถทรงตัวอยู่ได้โดยไม่ล้ม ดังภาพ 2.1ก) และ 2.1ข) ถ้าแนวดิ่งที่ผ่านศูนย์ถ่วงอยู่นอกฐานวัตถุจะล้ม ดังภาพ 2.1ค) นั่นคือ แนวเส้นตั้งฉากระหว่างตำแหน่งศูนย์ถ่วงกับฐาน มีผลต่อการทรงตัวของวัตถุนั้น



ภาพ 2.1 วัตถุก้อนเดิมวางตัวอยู่บนฐานแบบต่าง ๆ

ตุ๊กตาล้มลุกเป็นของเล่นที่ไม่ล้มเมื่อถูกแรงผลัก ทั้งนี้เนื่องจากน้ำหนักส่วนใหญ่ของตุ๊กตาล้มลุกอยู่ด้านล่าง ทำให้ศูนย์ถ่วงของตุ๊กตาล้มลุกอยู่ต่ำ ดังนั้น ไม่ว่าจะออกแรงผลักตุ๊กตาล้มลุกอย่างไร แนวเส้นตั้งฉากจากศูนย์ถ่วงในแนวดิ่งกับฐานจะไม่ออกนอกฐาน ดังภาพ 2.2



ภาพ 2.2 ตุ๊กตาล้มลุก

ใบความรู้ที่ 3

ความหนาแน่น

ความหนาแน่น (density) เป็นสมบัติเฉพาะของสาร หาได้จากปริมาณมวลในหนึ่งหน่วยปริมาตร ถ้าให้ m เป็นมวลของสารซึ่งมีปริมาตร V และ ρ (อ่านว่า โร “rho”) เป็นความหนาแน่นของสาร จะได้

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ความหนาแน่น มีหน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3)

ตาราง 1 ความหนาแน่นของสารบางชนิดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

สาร	ความหนาแน่น (kg/m^3)
ของแข็ง	
ทอง	19.3×10^3
เหล็ก	7.8×10^3
อะลูมิเนียม	2.7×10^3
แก้ว	$2.4\text{-}2.8 \times 10^3$
น้ำแข็ง	0.92×10^3
ไม้	$0.3 - 0.9 \times 10^3$
โฟม	0.10×10^3

สาร	ความหนาแน่น (kg/m^3)
ของเหลว	
ปรอท	13.6×10^3
น้ำทะเล	1.03×10^3
น้ำ (4 °C)	1.00×10^3
แก๊ส	
อากาศ	1.29
ฮีเลียม	0.179
คาร์บอนไดออกไซด์	1.98

ตัวอย่าง เหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกลวง มีปริมาตร 0.80 ลูกบาศก์เมตร และมวล 1.00 กิโลกรัม เหล็กก้อนนี้มีความหนาแน่นเท่าใด

วิธีทำ จากสมการ $\rho = \frac{m}{V}$

ในที่นี้ ปริมาตรของเหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกลวง $V = 0.8\ m^3$

มวลของเหล็ก $m = 1.0\ kg$

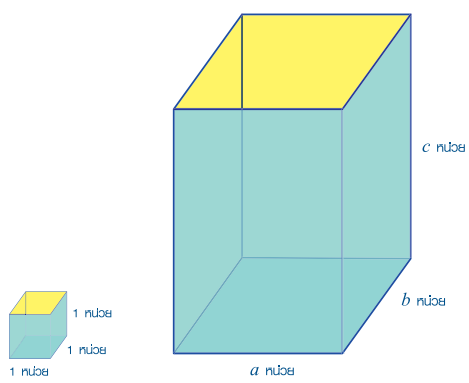
แทนค่าจะได้ $\rho = = \frac{1.00\ kg}{0.80\ m^3} = 1.25\ kg/m^3$

ตอบ ความหนาแน่นของเหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกลวงเท่ากับ 1.25 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ใบความรู้ที่ 4

การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ

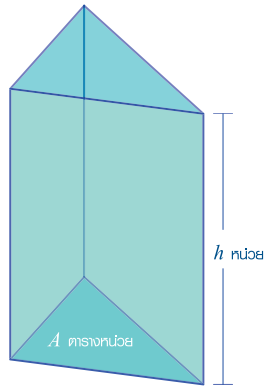
การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ เช่น ลูกบาศก์ ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย หรือ ทรงกลม เป็นการวัดค่าความจุของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น ๆ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์หน่วย การหาปริมาตรหรือการวัดค่าความจุของรูปเรขาคณิตเป็นการหาว่าจะต้องใช้ลูกบาศก์ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง 1 หน่วย ในการตวงวัตถุ เช่น น้ำ กี่ครั้งหรือด้วยอัตราส่วนเท่าไร จึงจะเต็มรูปเรขาคณิตสามมิติที่ต้องการหาพอดี



การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ สามารถคำนวณได้ดังนี้

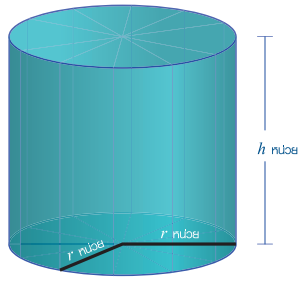
1) การหาปริมาตรปริซึม

ปริมาตรของปริซึม = พื้นที่ฐาน (A) x สูง (h)

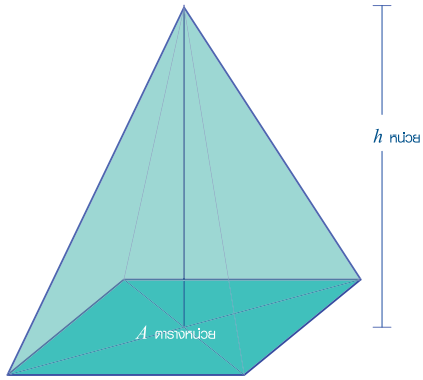


2) การหาปริมาตรทรงกระบอก

ปริมาตรของทรงกระบอก = $\pi r^2 h$

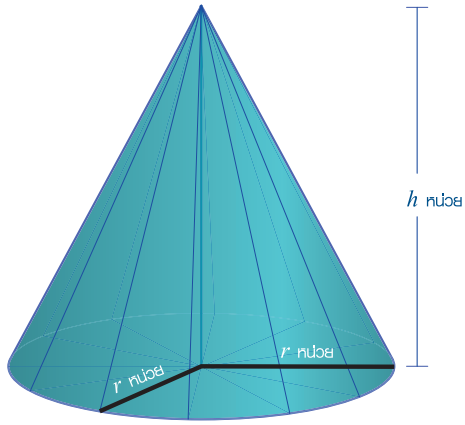


3) การหาปริมาตรพีระมิดตรง



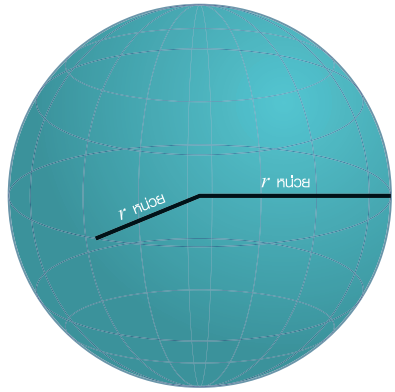
ปริมาตรของพีระมิดตรง = $\frac{1}{3}$ x พื้นที่ฐาน (A) x สูง (h)

4) การหาปริมาตรกรวย



ปริมาตรของกรวย = $\frac{1}{3}$ ¶r^2h

5) การหาปริมาตรทรงกลม



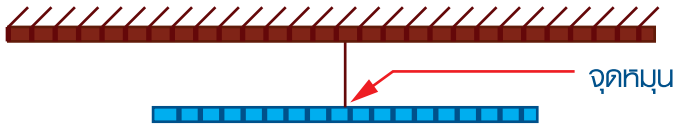
ปริมาตรของทรงกลม = $\frac{4}{3}$ ¶r^3

ใบความรู้ที่ 5

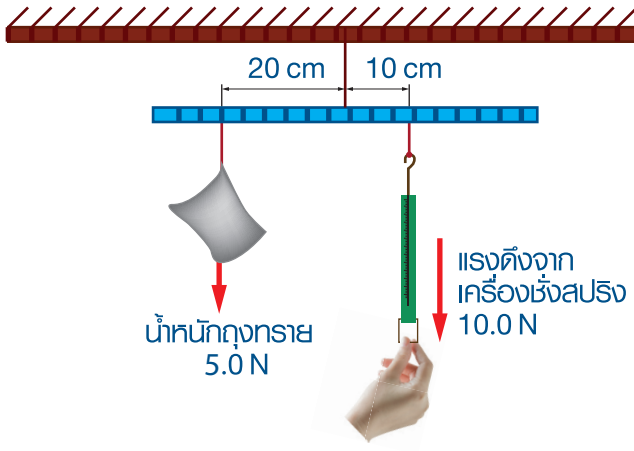
โมเมนต์ของแรง

ถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วแนวแรงนั้นผ่านจุดจุดหนึ่งซึ่งเสมือนเป็นที่รวมของวัตถุทั้งก้อน ซึ่งเรียกตำแหน่งนี้ว่า ศูนย์กลางมวล (Center of Mass) วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน แต่ในบางกรณี แนวแรงที่กระทำไม่ผ่านศูนย์กลางมวล วัตถุจะหมุนรอบศูนย์กลางมวล แต่ถ้าวัตถุถูกยึดรอบแกนหมุน วัตถุจะหมุนรอบแกนหมุนนั้น เช่น การผลักประตู การผลักหน้าต่าง การหมุนพวงมาลัย

เมื่อแขวนคานให้อยู่นิ่งในแนวระดับ คานจะอยู่ในสภาพสมดุล ถ้าออกแรงดึงปลายด้านใดด้านหนึ่ง คานจะหมุนรอบจุดที่แขวนคาน เรียกจุดที่แขวนคานนี้ว่า จุดหมุน (fulcrum) ดังภาพ 5.1 เมื่อแขวนถุงทรายไปยังคานที่สมดุลในแนวระดับ โดยห่างจากจุดหมุนไปทางซ้ายมือ จะพบว่า ถ้าต้องการให้คานอยู่ในสภาพสมดุลจะต้องเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงทางด้านขวามือของจุดหมุน แล้วออกแรงดึงจนคานสมดุลในแนวระดับ โดยแรงดึงจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวที่เกี่ยวเครื่องชั่งสปริง กล่าวคือ ถ้าเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงใกล้จุดหมุนจะออกแรงดึงคานมาก แต่ถ้าเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน จะออกแรงดึงคานน้อยลง เช่น แขวนถุงทราย 1 ถุง (หนัก 5.0 นิวตัน) ห่างจากจุดหมุน 20 เซนติเมตร แล้วเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน 10 เซนติเมตร จะต้องดึงคานด้วยแรง 10.0 นิวตัน ในแนวตั้งฉากกับคาน จึงจะทำให้คานอยู่ในสภาพสมดุล ดังภาพ 5.2



ภาพ 5.1 จุดหมุนของคาน



ภาพ 5.2 คานอยู่ในสภาพสมดุล

เมื่อพิจารณา ผลคูณระหว่างแรงที่ดึงคานลงกับระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง จะได้ว่า

ทางด้านขวาของจุดหมุน

แรงที่เครื่องชั่งสปริงดึงคาน × 10 เซนติเมตร $= 10.0\ \text{N} \times \frac{10}{100}\ \text{m}$

$= 1.0\ \text{N m}$

ทางด้านซ้ายของจุดหมุน

น้ำหนักของถุงทราย × 20 เซนติเมตร $= 5.0\ \text{N} \times \frac{20}{100}\ \text{m}$

$= 1.0\ \text{N m}$

จะเห็นได้ว่า คานจะอยู่ในสภาวะสมดุล เมื่อ ผลคูณระหว่างแรงที่ดึงคานลงกับระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรงทางด้านขวาของจุดหมุน จะมีค่าเท่ากับทางด้านซ้ายของจุดหมุน

ผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง เรียกว่า โมเมนต์ของแรง (moment of force; M) ซึ่งโมเมนต์เป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเกิดการหมุน เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

โมเมนต์ของแรง = แรง × ระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง

$$M = F\,l$$

เมื่อ F คือ แรง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

l คือ ระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

M คือ โมเมนต์ของแรง มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m)

เมื่อพิจารณาทิศทางการหมุนของคานกับการหมุนของเข็มนาฬิกา จะพบว่า มีการหมุนสองแบบ คือ การหมุนตามเข็มนาฬิกาและการหมุนทวนเข็มนาฬิกา

โมเมนต์ของแรงที่ทำให้คานหมุนตามเข็มนาฬิการอบจุดหมุน เรียกว่า โมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา ส่วนโมเมนต์ของแรงที่ทำให้คานหมุนทวนเข็มนาฬิการอบจุดหมุน เรียกว่า โมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา

เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อคาน แล้วผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา คานจะอยู่ในสภาพสมดุล เรียกว่า สมดุลต่อการหมุน

หลักการสมดุลมีการประยุกต์ใช้มากกว่า โดยเฉพาะการนำหลักการสมดุลไปใช้กับเครื่องกลอย่างง่าย เช่น คาน คีมตัดลวด ไขควง ล้อกับเพลา และกว้าน เป็นต้น ซึ่งเครื่องกลอย่างง่ายเหล่านี้สามารถผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน

ดาราศาสตร์ กับ สถาปัตยกรรม

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เวลา 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์

1. อธิบายตำแหน่งการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ในรอบปี
2. อธิบายแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ของพื้นที่ที่ศึกษา
3. อธิบายความสัมพันธ์ของแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์และละติจูดของพื้นที่นั้น ๆ
4. สร้างแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของพื้นที่ที่ศึกษา
5. วางแปลนบ้านให้เหมาะสมกับ ภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสภาพแวดล้อมโดยมีเหตุผลสนับสนุน

วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	พื้นที่สร้างบ้าน เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร	1 แผ่น	6	แผ่นพลาสติกลูกฟูก ขนาด 20 เซนติเมตร x 30 เซนติเมตร	1 แผ่น
2	ดินน้ำมัน	1 ก้อน	7	คัตเตอร์	1 อัน
3	ปากกาเขียนซีดี หรือ ปากกาเคมี	1 ด้าม	8	กรรไกร	1 เล่ม
4	ลวดยาว 55 เซนติเมตร	3 เส้น	9	เทปใส	1 ม้วน
5	ฝาครอบแก้วพลาสติกหรือฝาแก้วกาแฟ	2 ใบ	10	โปรแทรกเตอร์/ครึ่งวงกลมวัดมุม	1 อัน

ชุดอุปกรณ์ของห้อง

ที่	รายการ	จำนวน
1	ลูกโลกจำลอง	1 อัน
2	คอมพิวเตอร์พร้อมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	2-5 เครื่อง

วิธีดำเนินกิจกรรม

1. ให้นักเรียนเขียนแปลนบ้านหรือที่พักอาศัยของนักเรียนคร่าว ๆ ดังตัวอย่างในใบกิจกรรมที่ 1 โดยระบุตำแหน่งของห้อง หน้าต่าง ในตำแหน่งต่าง ๆ ของบ้านเทียบกับทิศทางให้ถูกต้อง รวมทั้งระบุตำแหน่งของต้นไม้ขนาดใหญ่รอบ ๆ บริเวณบ้าน เพื่อใช้ในการอภิปรายถึงการออกแบบและการวางแปลนบ้านหรือที่อยู่อาศัยของนักเรียน
2. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1.1 ลอนดอน ประเทศอังกฤษ และ ใบความรู้ที่ 1.2 กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย แล้วตอบคำถามใบกิจกรรมที่ 2
3. ให้นักเรียนตกลงร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อกำหนดเงื่อนไขและจุดมุ่งหมายของการ**ออกแบบผังบ้านว่าให้รับแสงมากที่สุดหรือน้อยที่สุด โดยเฉพาะในเดือนใด**
4. ให้นักเรียนศึกษาเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละประเทศ จาก www.suncalc.net แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ ตามวิธีการในใบกิจกรรมที่ 3
5. ให้นักเรียนนำแบบจำลองแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของแต่ละกลุ่มมาวางรวมกันหน้าห้องเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตแบบจำลองทั้งหมดแล้วให้นักเรียนพยายามระบุความสัมพันธ์ หรือจัดหมวดหมู่แบบจำลอง และเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของแต่ละประเทศ
6. **ถ้าสมมติให้นักเรียนอาศัยอยู่ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก นักเรียนจะเลือกแปลนบ้านให้เหมาะสมกับการรับแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน ฤดูกาล ภูมิอากาศ และพื้นที่ที่จะสร้างบ้าน ของแต่ละประเทศนั้นอย่างไร** ให้สอดคล้องกับความต้องการและเงื่อนไขที่นักเรียนได้ระบุไว้แล้วในข้อที่ 3

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1-4
2. ใบความรู้ที่ 1.1-1.7
3. บทความ ดาราศาสตร์กับสถาปัตยกรรม จาก www.narit.or.th/index.php/2012-11-15-06-31-44/250-2013-02-04-03-49-52
4. โปรแกรมท้องฟ้าจำลอง Stellarium

ใบกิจกรรมที่ 1

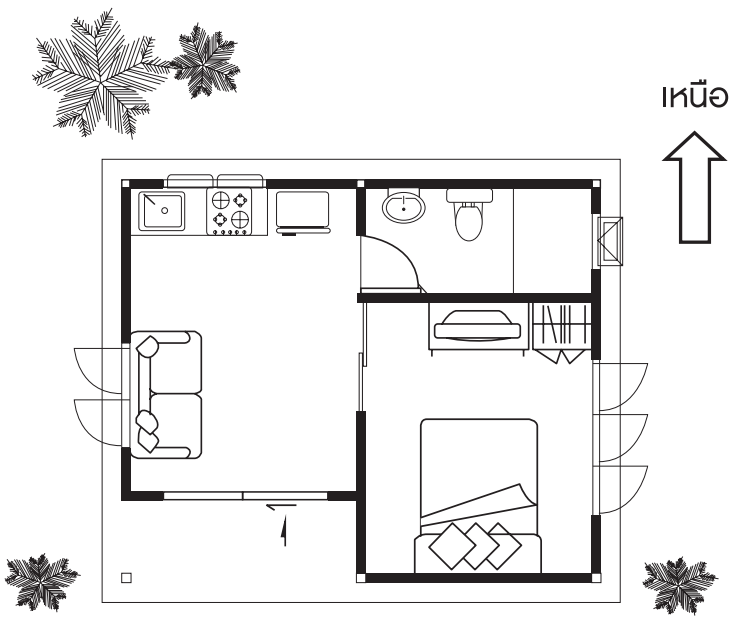
สำรวจบ้านตนเอง

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 **เวลา 30 นาที**

คำสั่ง ให้นักเรียนวาดแปลนบ้านหรือที่พักอาศัยของนักเรียนคร่าว ๆ โดยระบุตำแหน่งของห้อง หน้าต่าง ในตำแหน่งต่าง ๆ ให้ถูกต้องตามทิศทาง พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของต้นไม้ขนาดใหญ่รอบ ๆ บริเวณบ้าน

หมายเหตุ ถ้าบ้านของนักเรียนมีมากกว่า 2 ชั้น ให้นักเรียนเลือกเขียนแปลนบ้านชั้นล่าง หรือชั้นที่มีห้องนอนของนักเรียนเอง

ตัวอย่าง



ใบกิจกรรมที่ 2

เป้าหมายการออกแบบ

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 **เวลา 30 นาที**

กลุ่มที่.....ชั้น.....

สมาชิกกลุ่ม

.....

.....

.....

ที่อยู่อาศัย เมือง.....**ประเทศ**.....

จากใบความรู้ที่ 1.2 กรุงเทพมหานครและข้อมูลเมืองที่นักเรียนอาศัย จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. เมืองที่นักเรียนอาศัยมีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเป็นเท่าไหร่ เมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพฯ ส่งผลอย่างไรต่อการออกแบบบ้าน

   .....

   .....

   .....

2. เมืองที่นักเรียนอาศัยมีภูมิอากาศแบบใดเมื่อเทียบกับกรุงเทพฯ ส่งผลอย่างไรต่อการออกแบบบ้าน

   .....

   .....

   .....

3. ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับในแต่ละวันเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพฯ ส่งผลอย่างไรต่อการออกแบบบ้าน

   .....

   .....

   .....

4. นักเรียนต้องการออกแบบบ้านให้รับแสงมากขึ้น หรือ น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับการออกแบบบ้านในกรุงเทพฯ เพราะเหตุใด

   .....

   .....

   .....

5. กลุ่มของนักเรียนต้องการออกแบบผังบ้านให้รับแสงมากที่สุดหรือน้อยที่สุด โดยเฉพาะในเดือนใด

   .....

   .....

   .....

ใบกิจกรรมที่ 3

แบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 **เวลา 90 นาที**

จุดประสงค์

1. บรรยายตำแหน่งการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ในรอบปี
2. บรรยายแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์
3. สร้างแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์
4. อธิบายความสัมพันธ์ของแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์กับฤดูกาล

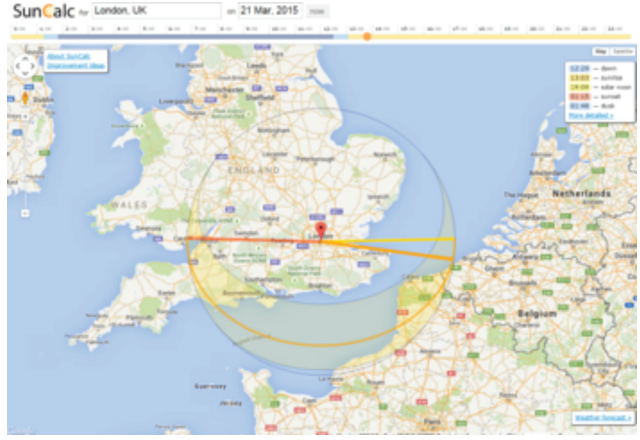
วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	พื้นที่สร้างบ้าน เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร	1 แผ่น	6	แผ่นพลาสติกลูกฟูก ขนาด 20 เซนติเมตร x 30 เซนติเมตร	1 แผ่น
2	ดินน้ำมัน	1 ก้อน	7	คัตเตอร์	1 อัน
3	ปากกาเขียนซีดี หรือ ปากกาเคมี	1 ด้าม	8	กรรไกร	1 เล่ม
4	ลวดยาว 55 เซนติเมตร	3 เส้น	9	เทปใส	1 ม้วน
5	ฝาครอบแก้วพลาสติก หรือฝาแก้วกาแฟ	2 ใบ	10	โปรแทรกเตอร์/ครึ่งวงกลมวัดมุม	1 อัน

คำสั่ง

ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของวันที่

- 21 มีนาคม
- 21 มิถุนายน
- 23 กันยายน
- 22 ธันวาคม



วิธีดำเนินการ

1. เข้าสู่เว็บไซต์ www.suncalc.net
2. พิมพ์ชื่อเมืองและประเทศที่ต้องการศึกษา
3. เลือกวันที่ที่ต้องการศึกษา
4. ใช้ฝาครอบแก้วพลาสติกทรงครึ่งวงกลมซึ่งแทนท้องฟ้าที่เรามองเห็น วางทับวงกลมบนจอภาพ ให้จุดศูนย์กลางของวงกลมตรงกับจุดศูนย์กลางของฝาครอบแก้วพลาสติก
5. กำหนดจุดที่ดวงอาทิตย์ปรากฏในตอนเช้า และลับขอบฟ้าในตอนเย็น จากนั้นลากเส้นโดยใช้ปากกาเคมีเชื่อมจุดสองจุดให้มีความโค้งตามเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ระหว่างวันจาก www.suncalc.net จะได้เส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์ที่อยู่ในรูปของสามมิติ
6. ทำข้อ 3-5 ซ้ำอีกครั้ง โดยเปลี่ยนวันที่ที่ต้องการศึกษาไป
7. ทำแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ บนแผ่นพลาสติกลูกฟูก โดยติดแผนที่ตั้งบ้านบนแผ่นพลาสติกลูกฟูก
8. ใช้ดินน้ำมันแปะติดกับแผ่นพลาสติกลูกฟูกให้ตรงกับตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ปรากฏลับขอบฟ้าที่ได้จาก www.suncalc.net
9. ตัดเส้นลวดให้มีความยาวพอเหมาะ ดัดลวดให้โค้ง ติดปลายทั้งสองเข้ากับดินน้ำมันทั้งสองก้อน ปรับความโค้งและองศาการเอียงให้สอดคล้องกับเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ปรากฏบนฝาครอบแก้วพลาสติกทรงครึ่งวงกลม

แบบบันทึกกิจกรรม

ตอนที่ 1 ศึกษาเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ในรอบปี

1. ข้อมูลทั่วไป
   เมืองและประเทศที่ต้องการศึกษา.....
   ตำแหน่งบนโลก: ละติจูด..... ลองติจูด.....
2. ให้นักเรียนวาดภาพแสดงเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 21 มีนาคม 21 มิถุนายน 23 กันยายน และ 22 ธันวาคม

21 มีนาคม	**23 กันยายน**
21 มิถุนายน	**22 ธันวาคม**

3. ให้นักเรียนวาดภาพแสดงเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 21 ของทุกเดือนในรอบปี

21 มกราคม	**21 พฤษภาคม**	**21 กันยายน**
21 กุมภาพันธ์	**21 มิถุนายน**	**21 ตุลาคม**
21 มีนาคม	**21 กรกฎาคม**	**21 พฤศจิกายน**
21 เมษายน	**21 สิงหาคม**	**21 ธันวาคม**

4. จากเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

4.1 เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 21 มีนาคม เริ่มต้นทิศทางใดและสิ้นสุดทิศทางใด และแนวปรากฏระหว่างวันเป็นเช่นไร

.....

.....

.....

.....

4.2 เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 21 มิถุนายน เริ่มต้นทิศทางใดและสิ้นสุดทิศทางใด และแนวปรากฏระหว่างวันเป็นเช่นไร

.....

.....

.....

.....

4.3 เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 23 กันยายน เริ่มต้นทิศทางใดและสิ้นสุดทิศทางใด และแนวปรากฏระหว่างวันเป็นเช่นไร

.....

.....

.....

.....

4.4 เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 22 ธันวาคม เริ่มต้นทิศทางใดและสิ้นสุดทิศทางใด และแนวปรากฏระหว่างวันเป็นเช่นไร

.....

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนวาดภาพแสดงเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 21 มีนาคม 21 มิถุนายน 23 กันยายน และ 22 ธันวาคม ของกลุ่มอื่น ๆ โดยเลือกประเทศที่อยู่ในกลุ่มขั้วโลกเหนือ เส้นศูนย์สูตร และขั้วโลกใต้ ตามลำดับ

5.1 ประเทศที่อยู่ในกลุ่มซีกโลกเหนือได้แก่.....

5.2 ประเทศที่อยู่ในกลุ่ม เส้นศูนย์สูตรได้แก่.....

5.3 ประเทศที่อยู่ในกลุ่มซีกโลกใต้ได้แก่.....

6. เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของกลุ่มตนเหมือนหรือแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 4

วางแปลนบ้านจำลอง

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 **เวลา 30 นาที**

คำสั่ง ให้นักเรียนวางแปลนบ้านตามความเหมาะสมของภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อม พร้อมทั้งระบุเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของนักเรียนอย่างละเอียด

สถานการณ์

ถ้าสมมติให้นักเรียนอาศัยอยู่ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก นักเรียนจะเลือกแปลนบ้านให้เหมาะสมกับการรับแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน ฤดูกาล ภูมิอากาศ และพื้นที่ที่จะสร้างบ้านของแต่ละประเทศนั้นอย่างไร โดยทุกกลุ่มได้ระบุจุดมุ่งหมายและความต้องการร่วมกันแล้วว่ากลุ่มของนักเรียนต้องการออกแบบผังบ้านให้รับแสงมากที่สุดหรือน้อยที่สุด โดยเฉพาะในเดือนใด

ข้อมูลเบื้องต้น

สถานที่ : .....

สภาพอากาศ : .....

สภาพภูมิประเทศ : .....

เหตุผลในการตัดสินใจ : .....

.....

.....

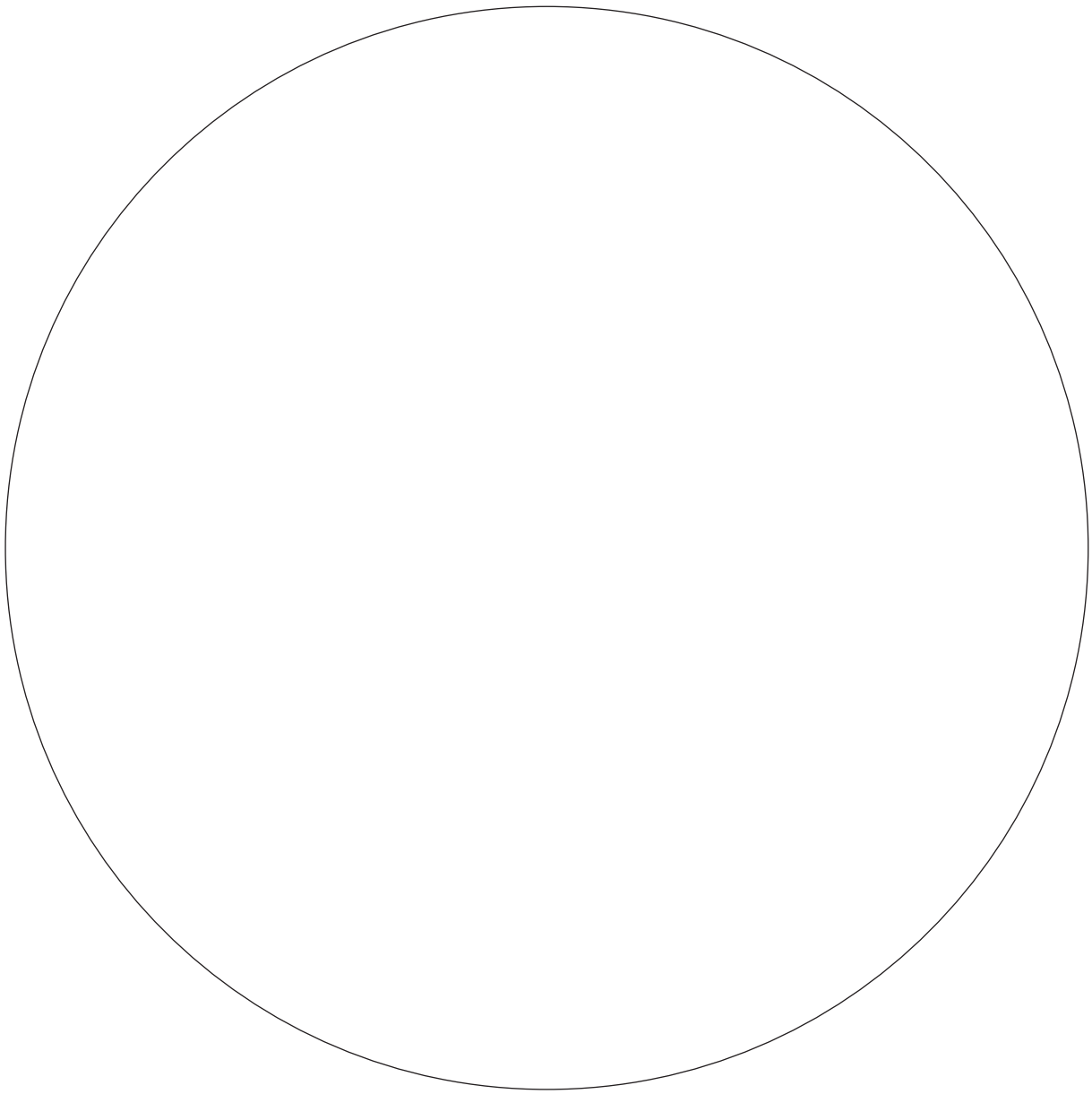
.....

.....

.....

.....

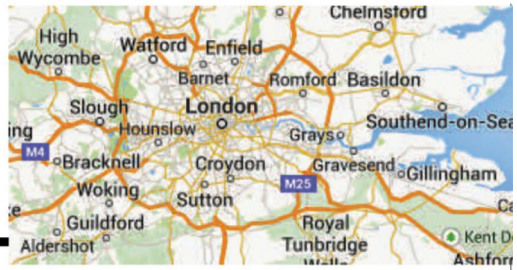
แผนผังพื้นที่สร้างบ้านและการวางแปลนบ้าน



ใบความรู้ที่ 1.1

London England

ลอนดอน ประเทศอังกฤษ



Key Fact

พิกัดภูมิศาสตร์ : 51° 30′ 26″ N
0° 7′ 39″ W

เนื้อที่ : 1,572.0 กม.^{2}

ประชากร : 8,416,535 คน

ความหนาแน่น: 5,354 คน/กม.^{2}

GDP : $ 446 พันล้านเหรียญ

ความสูงจากระดับน้ำทะเล : 35 ม.

wikipedia.org/wiki/London

sprachcaffe.com

ลอนดอน เป็นเมืองหลวงของประเทศอังกฤษและสหราชอาณาจักร และเป็นเมืองที่ใหญ่ที่สุดของสหภาพยุโรป เป็นเมืองที่มีศูนย์กลางทางธุรกิจที่ใหญ่ที่สุดในโลก ลอนดอนเป็นหนึ่งในศูนย์กลางสำคัญทางธุรกิจ การเมือง วัฒนธรรม และประวัติศาสตร์ของโลก จีดีพี หรือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของลอนดอน คิดเป็นร้อยละ 19.5 ของสหราชอาณาจักร ลอนดอนมีสภาพภูมิอากาศแบบมหาสมุทร โดยสภาพอากาศที่ค่อนข้างจะสบาย ๆ ไม่หนาวไม่ร้อนเกินไปตลอดทั้งปี ในช่วงฤดูหนาว อากาศอาจจะเย็นลงได้ถึง 6 องศา ส่วนในช่วงฤดูใบไม้ร่วง และฤดูใบไม้ผลิ อุณหภูมิจะอยู่ระหว่าง 11-15 องศา แต่ในฤดูร้อนอุณหภูมิอาจสูงได้ถึง 20 องศาในเดือนที่ร้อนที่สุด เช่น เดือนกรกฎาคม

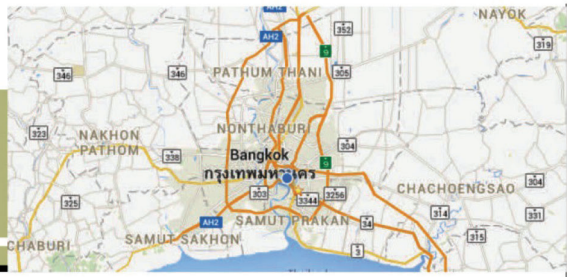
สภาพอากาศกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	8.1 (46.6)	8.4 (47.1)	11.3 (52.3)	14.2 (57.6)	17.9 (64.2)	21.0 (69.8)	23.5 (74.3)	23.2 (73.8)	19.9 (67.8)	15.5 (59.9)	11.1 (52)	8.3 (46.9)	15.2 (59.4)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน °C (F)	6.8 (44.2)	6.8 (44.2)	8.8 (47.8)	12.0 (53.6)	14.8 (58.6)	18.3 (64.9)	19.6 (67.3)	19.4 (66.9)	17.3 (63.1)	13.5 (56.3)	10.0 (50)	7.0 (44.6)	12.8 (55)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	2.3 (36.1)	2.1 (35.8)	3.9 (39)	5.5 (41.9)	8.7 (47.7)	11.7 (53.1)	13.9 (57)	13.7 (56.7)	11.4 (52.5)	8.4 (47.1)	4.9 (40.8)	2.7 (36.9)	7.5 (45.5)
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย mm (inches)	55.2 (2.17)	40.9 (1.61)	41.6 (1.63)	43.7 (1.72)	49.4 (1.94)	45.1 (1.77)	44.5 (1.75)	49.5 (1.94)	49.1 (1.93)	68.5 (2.69)	59.0 (2.32)	55.2 (2.17)	601.7 (23.68)
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	2.05	2.60	3.82	5.62	6.62	6.81	7.07	6.82	4.98	3.88	2.42	1.73	4.54

ใบความรู้ที่ 1.2

Bangkok Thailand

กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย



Key Fact

พิกัดภูมิศาสตร์ : 13°45'0" N 100°31'1.20"E

เนื้อที่ : 1,568.737 กม.^{2}

ประชากร : 5,692,284 คน

ความหนาแน่น: 3,600 คน/กม.^{2}

ก่อตั้ง : 21 เมษายน พ.ศ. 2325

รายได้หลัก : จัดเก็บภาษีมูลค่าเพิ่ม

en.wikipedia.org/wiki/Bangkok

กรุงเทพมหานคร เป็นเมืองหลวงและนครที่มีประชากรมากที่สุดของประเทศไทย เป็นศูนย์กลางการปกครอง การศึกษา การคมนาคมขนส่ง การเงินการธนาคาร การพาณิชย์ การสื่อสาร และความเจริญของประเทศ ตั้งอยู่บนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งทอดตัวยาว 372 กิโลเมตรพาดผ่านแบ่งเมืองออกเป็น 2 ฝั่ง คือ ฝั่งพระนครและฝั่งธนบุรี

กรุงเทพมหานครตั้งอยู่ในเขตร้อน มีภูมิอากาศร้อนแบบทุ่งหญ้าสะวันนา ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีฝนตกในช่วงบ่ายถึงค่ำอย่างสม่ำเสมอ กรุงเทพมหานครตั้งอยู่บนพื้นที่บริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1.50-2 เมตร ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมบ่อยครั้งในช่วงฤดูมรสุม

สภาพอากาศกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	32.5 (90.5)	33.3 (91.9)	34.3 (93.7)	35.4 (95.7)	34.4 (93.9)	33.6 (92.5)	33.2 (91.8)	32.9 (91.2)	32.8 (91)	32.6 (90.7)	32.4 (90.3)	31.7 (89.1)	33.3 (91.9)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน °C (F)	27.6 (81.7)	28.9 (84)	30.1 (86.2)	31.2 (88.2)	30.5 (86.9)	29.9 (85.8)	29.5 (85.1)	29.2 (84.6)	28.9 (84)	28.7 (83.7)	28.1 (82.6)	26.9 (80.4)	29.13 (84.43)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	22.6 (72.7)	24.4 (75.9)	25.9 (78.6)	26.9 (80.4)	26.3 (79.3)	26.1 (79)	25.7 (78.3)	25.5 (77.9)	25.0 (77)	24.8 (76.6)	23.9 (75)	22.0 (71.6)	24.9 (76.8)
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย mm (inches)	13.3 (0.52)	20.0 (0.78)	42.1 (1.65)	91.4 (3.59)	247.7 (9.75)	157.1 (6.18)	175.1 (6.894	219.3 (8.63)	334.3 (13.16)	292.1 (11.5)	49.5 (1.94)	6.3 (0.24)	1,648.2 (64.88)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	68	72	72	72	75	74	75	76	79	78	70	66	73
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	9.09	8.38	8.99	8.6	7.23	5.90	5.68	5.37	5.20	6.61	7.80	8.78	7.30

ใบความรู้ที่ 1.3

Seoul South Korea

กรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้

Key Fact

พิกัดภูมิศาสตร์ : 37°33' N 126°59' E

เนื้อที่ : 605.28 กม.^{2}

ประชากร : 9,794,304 คน

ความหนาแน่น: 16,000 คน/กม.^{2}

GDP : US$ 845.9 พันล้าน

ต้นไม้ประจำเมือง : โสม

en.wikipedia.org/wiki/Seoul

โซล ชื่ออย่างเป็นทางการ นครพิเศษโซล เป็นเมืองหลวงและมหานครที่ใหญ่ที่สุดของประเทศเกาหลีใต้ มีประชากรประมาณ 10 ล้านคน เกือบหนึ่งในสี่ของประชากรชาวเกาหลีใต้อาศัยอยู่ในโซล โซลอยู่ทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของเกาหลีใต้ ครอบคลุมพื้นที่ 605.25 กม. มีรัศมีประมาณ 15 กิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนอย่างคราว ๆ เป็นฝั่งเหนือและฝั่งใต้ โดยใช้แม่น้ำฮันเป็นตัวแบ่ง โซลมีภูมิอากาศแบบอบอุ่นชื้นภาคพื้นทวีป ฤดูร้อนโดยปกติจะมีอากาศร้อนและชื้น ฤดูมรสุมเอเชียตะวันออกจะอยู่ในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม โดยในเดือนสิงหาคมจะมีอากาศร้อนมากที่สุด ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 22.4 ถึง 29.6 °C ฤดูหนาวจะมีอากาศหนาวโดยเฉลี่ยอุณหภูมิในเดือนมกราคมจะอยู่ที่ -5.9 ถึง 1.5 °C และอากาศจะแห้งกว่าหน้าร้อน มีหิมะตกเฉลี่ยปีละ 28 วัน

สภาพอากาศกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	1.5 (34.7)	4.7 (40.5)	10.4 (50.7)	17.8 (64)	23.0 (73.4)	27.1 (80.8)	28.6 (83.5)	29.6 (85.3)	25.8 (78.4)	19.8 (67.6)	11.6 (52.9)	4.3 (39.7)	17.0 (62.6)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน °C (F)	−2.4 (27.7)	0.4 (32.7)	5.7 (42.3)	12.5 (54.5)	17.8 (64)	22.2 (72)	24.9 (76.8)	25.7 (78.3)	21.2 (70.2)	14.8 (58.6)	7.2 (45)	0.4 (32.7)	12.5 (54.5)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	−5.9 (21.4)	−3.4 (25.9)	1.6 (34.9)	7.8 (46)	13.2 (55.8)	18.2 (64.8)	21.9 (71.4)	22.4 (72.3)	17.2 (63)	10.3 (50.5)	3.2 (37.8)	−3.2 (26.2)	8.6 (47.5)
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย mm (inches)	20.8 (0.81)	25.0 (0.98)	47.2 (1.85)	64.5 (2.53)	105.9 (4.16)	133.2 (5.24)	394.7 (15.53)	364.2 (14.33)	169.3 (6.66)	51.8 (2.03)	52.5 (2.06)	21.5 (0.84)	1,450.5 (57.10)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	59.8	57.9	57.8	56.2	62.7	68.1	78.3	75.6	69.2	64.0	62.0	60.6	64.4
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	5.34	5.44	6.30	6.83	7.10	6.07	4.00	5.08	5.87	6.63	5.11	5.09	5.74

ใบความรู้ที่ 1.4

Jakarta Indonesia

จาการ์ตา ประเทศอินโดนิเซีย

Key Fact

พิกัดภูมิศาสตร์ : 6° 12′ S
0° 7′ W

เนื้อที่ : 750.28 กม.^{2}

ประชากร : 11,374,022 คน

ความหนาแน่น: 11,315 คน/กม.^{2}

วัฒนธรรมท้องถิ่น : Betawi

ความสูงจากระดับน้ำทะเล : 8 ม.

wikipedia.org/wiki/Jakarta

Hoteltravel.com

จาการ์ตาเป็นเมืองหลวงที่เต็มไปด้วยความเคลื่อนไหวอันคึกคักของอินโดนีเซีย ด้วยทำเลที่ตั้งเชิงกลยุทธ์บนชายฝั่งตะวันตกของเกาะชวา จาการ์ตาเปรียบเสมือนประตูไปสู่หมู่เกาะทั้ง 17,000 เกาะของอินโดนีเซีย โดยเดิมทีจาการ์ตาเป็นอาณานิคมของชาวดัตช์ตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 ปัจจุบันได้พัฒนาสู่การเป็นศูนย์กลางทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง จาการ์ต้ามีสภาพอากาศแบบเขตร้อน นั่นคืออากาศร้อนและชื้นตลอดทั้งปี อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส อากาศเย็นเป็นบางครั้งจากอิทธิพลลมทะเลที่ช่วยพัดระบายความร้อนบนผืนแผ่นดิน เนื่องจากจาการ์ตาตั้งอยู่บนเขตเส้นศูนย์สูตรของโลกจึงมีการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลน้อยมาก

สภาพอากาศจาการ์ตา ประเทศอินโดนิเซีย

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	29.9 (85.8)	30.3 (86.5)	31.5 (88.7)	32.5 (90.5)	32.5 (90.5)	31.4 (88.5)	32.3 (90.1)	32 (90)	33 (91)	32.7 (90.9)	31.3 (88.3)	32 (90)	31.78 (89.23)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน °C (F)	26.8 (80.2)	26.8 (80.2)	27.3 (81.1)	27.9 (82.2)	28 (82)	27.6 (81.7)	27.4 (81.3)	27.7 (81.9)	28 (82)	28.3 (82.9)	27.9 (82.2)	27.4 (81.3)	27.59 (81.58)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	24.2 (75.6)	24.3 (75.7)	25.2 (77.4)	25.1 (77.2)	25.4 (77.7)	24.8 (76.6)	25.1 (77.2)	24.9 (76.8)	25.5 (77.9)	25.5 (77.9)	24.9 (76.8)	24.9 (76.8)	24.98 (76.97)
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย mm (inches)	402 (15.83)	284 (11.18)	219 (8.62)	131 (5.16)	113 (4.45)	90 (3.54)	58 (2.28)	61 (2.4)	64 (2.52)	101 (3.98)	128 (5.04)	204 (8.03)	1,855 (73.03)
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	6.1	6.4	7.7	8.5	8.4	8.5	9.1	9.5	9.7	9	7.7	7.1	8.1

ใบความรู้ที่ 1.5

Antananrivo Madagascar

อันตานานาริโว ประเทศมาดากัสการ์

Key Fact

พิกัดภูมิศาสตร์ : 18°56′ S
47°31′ E

เนื้อที่ : 88 กม.^{2}

ประชากร : 1,613,375 คน

ความหนาแน่น: 18,333 คน/กม.^{2}

ก่อตั้ง : พ.ศ. 2153

ความสูงจากระดับน้ำทะเล : 1280 ม.

wikipedia.org/wiki/Antananarivo

sameaf.mfa.go.th

อันตานานาริโว เป็นเมืองหลวงมาดากัสการ์ ซึ่งประกาศเอกราชจากฝรั่งเศส เมื่อวันที่ 26 มิถุนายน 2503 มาดากัสการ์เป็นเกาะที่ใหญ่เป็นอันดับ 4 ของโลก เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์นกและพืชหายากซึ่งส่วนใหญ่ไม่ปรากฏในดินแดนส่วนอื่นของโลกความโดดเด่นทางนิเวศน์วิทยาทำให้มาดากัสการ์ได้รับสมญานามว่า "ทวีปที่แปด (Eight Continent)" และ "เกาะสีแดง (Red Island)"

มาดากัสการ์มี 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝนที่มีอากาศร้อน ระหว่างเดือน พ.ย.- เม.ย. และ ฤดูแล้งที่มีอากาศเย็น ระหว่างเดือน พ.ค. - ต.ค. และประสบภัยจากพายุไซโคลน เป็นระยะ มีภูมิประเทศที่หลากหลาย ประกอบด้วย เขตภูเขาสูง (ทางตอนกลางของประเทศ) เขตป่าฝน (ตามแนวชายฝั่งด้านตะวันออก) เขตทุ่งหญ้าซาวันนา และทุ่งหญ้าแห้งแล้ง (ทางตอนใต้และตะวันตกเฉียงใต้)

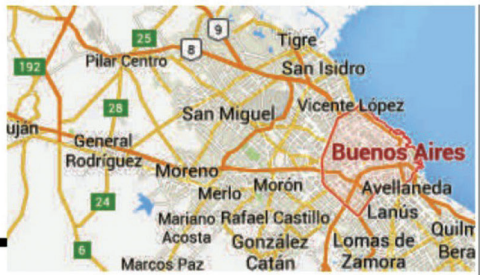
สภาพอากาศอันตานานาริโว ประเทศมาดากัสการ์

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	26.4 (79.5)	26.5 (79.7)	25.9 (78.6)	25.2 (77.4)	23.2 (73.8)	21.1 (70)	20.4 (68.7)	21.0 (69.8)	23.6 (74.5)	25.8 (78.4)	26.6 (79.9)	26.4 (79.5)	24.3 (75.7)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน °C (F)	20.5 (68.9)	20.7 (69.3)	20.1 (68.2)	19.2 (66.6)	16.8 (62.2)	14.6 (58.3)	14.1 (57.4)	14.5 (58.1)	16.3 (61.3)	18.5 (65.3)	19.7 (67.5)	20.2 (68.4)	17.9 (64.2)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	16.6 (61.9)	16.8 (62.2)	16.3 (61.3)	15.0 (59)	12.3 (54.1)	10.0 (50)	9.5 (49.1)	9.6 (49.3)	10.6 (51.1)	12.9 (55.2)	14.8 (58.6)	16.2 (61.2)	13.3 (55.9)
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย mm (inches)	274.0 (10.78)	278.9 (10.9)	203.5 (8.01)	64.5 (2.53)	22.5 (0.88)	7.7 (0.30)	10.8 (0.42)	10.4 (0.40)	10.6 (0.41)	75.8 (2.98)	187.7 (7.3)	309.9 (12.2)	1,456.3 (57.33)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	80.5	81.5	80.5	79.5	78.5	77.5	77	74.5	70.5	67	70	76.5	76.13
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	7.02	5.93	6.64	7.35	7.63	6.87	7.13	7.83	8.32	8.37	7.76	6.70	7.30

ใบความรู้ที่ 1.6

Buenos Aires Argentina

บัวโนส ไอเรส ประเทศอาร์เจนตินา



Key Fact

พิกัดภูมิศาสตร์ : 34°36'12"S 58°22'54"W

เนื้อที่ : 203.3 กม.^{2}

ประชากร : 2,890,151 คน

ความหนาแน่น: 14,000 คน/กม.^{2}

ภาษา: สเปน

ความสูงจากระดับน้ำทะเล : 25 ม.

wikipedia.org/wiki/Buenos_Aires

บัวโนส ไอเรส เป็นเมืองหลวงเมืองใหญ่ที่สุด และเมืองท่าของประเทศอาร์เจนตินา ตั้งอยู่บนชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปอเมริกาใต้ เนื่องจากได้รับวัฒนธรรมยุโรปมาอย่างเข้มข้น บางครั้งบัวโนสไอเรสจึงถูกเรียกว่า "ปารีสใต้" หรือ "ปารีสแห่งอเมริกาใต้" เมืองนี้เป็นเมืองสมัยใหม่ที่สุดแห่งหนึ่งในลาตินอเมริกา โดยมีชื่อเสียงด้านสถาปัตยกรรม และกิจกรรมทางวัฒนธรรม

บัวโนส ไอเรสจัดอยู่ในภูมิอากาศแบบชุ่มชื้นกึ่งเขตร้อน มี 4 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง ฤดูหนาว โดยจะมีความชื้นสูงในฤดูร้อน ในบางครั้งอุณหภูมิอาจพุ่งขึ้นสูงถึง 35 °C อันเนื่องมาจากอิทธิพลของคลื่นความร้อนที่พัดมาจากประเทศบราซิล ลมค่อนข้างแรงในฤดูใบไม้ผลิ บัวโนส ไอเรสยังมีฝนตกในทุกฤดูกาลซึ่งในหลายๆครั้งอาจพบอยู่ในรูปของพายุลูกเห็บ

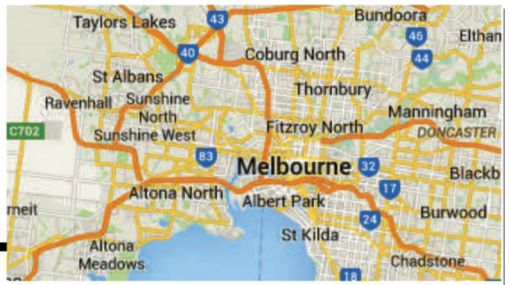
สภาพอากาศเมืองชิคาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	30.4 (86.7)	29.0 (84.2)	26.8 (80.2)	23.4 (74.1)	19.3 (66.7)	16.6 (61.9)	16.0 (60.8)	17.7 (63.9)	19.6 (67.3)	23.1 (73.6)	26.1 (79)	28.5 (83.3)	23.0 (73.4)
อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน °C (F)	25.1 (77.2)	23.9 (75)	22.0 (71.6)	18.0 (64.4)	14.4 (57.9)	11.9 (53.4)	11.4 (52.5)	12.8 (55)	14.8 (58.6)	18.2 (64.8)	20.9 (69.6)	23.2 (73.8)	18.1 (64.6)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	20.2 (68.4)	19.5 (67.1)	18.0 (64.4)	13.6 (56.5)	10.5 (50.9)	8.3 (46.9)	7.7 (45.9)	8.7 (47.7)	10.6 (51.1)	13.5 (56.3)	16.0 (60.8)	18.2 (64.8)	13.7 (56.7)
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย mm (inches)	167.5 (6.59)	171.0 (6.73)	172.3 (6.78)	110.8 (4.36)	72.3 (2.84)	54.8 (2.15)	70.0 (2.75)	71.7 (2.82)	75.0 (2.95)	124.4 (4.89)	114.1 (4.49)	102.4 (4.03)	1,306.3 (51.42)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	65	70	72	77	78	79	79	74	71	69	68	64	72
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	9.20	7.25	7.03	6.10	5.58	4.80	4.96	5.58	6.00	7.34	8.40	9.09	6.78

ใบความรู้ที่ 1.7

Melbourne Australia

เมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย



Key Fact

พิกัดภูมิศาสตร์ : 37°48′ 49″ S
144°57′ 47″ E

เมลเบิร์น เมืองหลวงของรัฐวิคตอเรียได้ชื่อว่า Garden State เนื่องจากมีสวนสาธารณะมากกว่ารัฐอื่น แต่มีประชากรหนาแน่นที่สุด เป็นรัฐที่เล็กเป็นอันดับสองของออสเตรเลีย มีประชากรอาศัยอยู่ในรัฐนี้คิดเป็นร้อยละ 26 ของชาวออสเตรเลียทั้งหมด เมลเบิร์นเป็นเมืองเศรษฐกิจใหญ่เป็น อันดับสองรองจากซิดนีย์ เป็นศูนย์กลางที่มีชื่อเสียงทางด้านศิลปวัฒนธรรม การเงิน และการคมนาคม

เมลเบิร์น มีภูมิอากาศแบบมหาสมุทร ประกอบด้วย 4 ฤดู คือ มีช่วงฤดูหนาวยาวนานกว่าฤดูอื่น ช่วงฤดูใบไม้ร่วงจะเย็นสบาย ซึ่งอากาศในช่วงกลางวันจะไม่หนาวมากและมีแสงแดดตลอด อากาศในแต่ละ วันจะมีความแตกต่างกันตั้งแต่ช่วงเช้าที่ค่อนข้างหนาวเย็น เปลี่ยนเป็นอุ่นในช่วงกลางวัน และเริ่มหนาวเย็นอีกในตอนกลางคืน

เนื้อที่ : 9,990.5 กม.^{2}

ประชากร : 4,442,919 คน

ความหนาแน่น: 430 คน/กม.^{2}

ก่อตั้ง: 30 สิงหาคม พ.ศ. 2378

ความสูงจากระดับน้ำทะเล : 31 ม.

en.wikipedia.org/wiki/Melbourne

educatepark.com/

สภาพอากาศกรุงเมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	25.9 (78.6)	25.8 (78.4)	23.9 (75)	20.3 (68.5)	16.7 (62.1)	14.1 (57.4)	13.5 (56.3)	15.0 (59)	17.3 (63.1)	19.7 (67.5)	22.0 (71.6)	24.2 (75.6)	19.9 (67.8)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	14.3 (57.7)	14.6 (58.3)	13.2 (55.8)	10.8 (51.4)	8.7 (47.7)	6.9 (44.4)	6.0 (42.8)	6.7 (44.1)	8.0 (46.4)	9.6 (49.3)	11.2 (52.2)	13.0 (55.4)	10.2 (50.4)
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย mm (inches)	46.8 (1.843)	48.0 (1.89)	50.1 (1.97)	57.3 (2.25)	55.7 (2.19)	49.5 (1.94)	47.5 (1.87)	50.0 (1.96)	58.0 (2.28)	66.0 (2.59)	60.3 (2.37)	59.1 (2.32)	648.4 (25.52)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	47	48	49	52	59	63	61	56	53	50	49	47	53
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	9.30	7.83	7.03	5.60	4.03	3.60	3.82	4.86	5.70	6.51	7.00	7.75	6.09

กังหันลม ผลิตไฟฟ้า

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 8 ชั่วโมง

จุดประสงค์

1. ออกแบบและสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้า
2. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในการนำเสนอค่าพลังงานไฟฟ้าโดยโปรแกรม Scratch กับชุดแผงวงจร IPST Link

วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	ชุดอุปกรณ์ IPST Link	1 ชุด	5	กรรไกร	1 เล่ม
2	คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม scratch 1.4 และโปรแกรมวัดพลังงานไฟฟ้า stdWindpower.sb	1 เครื่อง	6	คัตเตอร์	1 อัน
3	มอเตอร์กระแสตรง	1 ตัว	7	แผ่นรองตัด	1 แผ่น
4	ใบพัดลม	1 อัน			

วัสดุและอุปกรณ์ส่วนกลางเพื่อให้สามารถใช้ร่วมกันโดยมีจำนวนของวัสดุตามความเหมาะสม

ที่	รายการ	ที่	รายการ
1	วัสดุทำใบพัด เช่น กระดาษลูกฟูก กระดาษแข็ง	6	กาว หรือปืนยิงกาว
2	วัสดุเหลือใช้ที่เป็นพลาสติก กระดาษแข็ง ตะเกียบไม้	7	ชุดอุปกรณ์บัดกรี
3	ไม้เสียบลูกชิ้น	8	พัดลมตั้งโต๊ะ
4	เฟืองขนาดต่าง ๆ	9	สายไฟ
5	กระดาษสำหรับร่างภาพ		

วิธีดำเนินกิจกรรม

1. แบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 4 คน ให้อภิปรายภายในกลุ่มในประเด็น “การผลิตไฟฟ้านั้นสามารถผลิตได้อย่างไรบ้าง”
2. ให้อภิปรายภายในกลุ่มในประเด็น “การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมมีหลักการอย่างไร”
3. ตอบคำถามระหว่างทำกิจกรรม ในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 1-3
4. ศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้

   “ในท้องถิ่นของนักเรียนพบว่ามีลมพัดผ่านตลอดทั้งปี จึงมีโครงการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม ก่อนจะมีการสร้างโรงไฟฟ้านั้น มีการให้ทดลองศึกษารูปแบบโรงไฟฟ้าพลังงานลมที่ผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด นักเรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบและสร้างโรงไฟฟ้าจำลอง โดยใช้กังหันในการรับลมและได้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมด้วย Scratch แสดงผลการผลิตไฟฟ้าเพื่อนำเสนอให้มีความน่าสนใจ”
5. ศึกษาอุปกรณ์ IPST Link และมอเตอร์กระแสตรงจากคำแนะนำของครู
6. ศึกษาการประกอบกังหันลมกับอุปกรณ์ IPST Link จากนั้นนำเสนอการตรวจสอบกระแสไฟฟ้าด้วยไฟล์โปรแกรม windpower.sb จากการสาธิตจากครู
7. ประกอบใบพัดกับมอเตอร์และเชื่อมต่อกับแผงวงจร IPST Link จากนั้นทดสอบวัดกระแสไฟฟ้าโดยใช้พัดลมตั้งโต๊ะเปิดระดับ 3 เป่าไปยังกังหัน แล้วตรวจสอบกระแสไฟโดยใช้ไฟล์โปรแกรม stdWindpower.sb
8. ตอบคำถามระหว่างกิจกรรมข้อ 4
9. อภิปรายร่วมกันในประเด็นของการหาวิธีที่ทำให้กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้นแล้วตอบคำถามระหว่างกิจกรรมข้อ 5
10. สมาชิกในกลุ่มมอบหมายหน้าที่ภายในกลุ่มโดยมีผู้รับผิดชอบในการเขียนโปรแกรมและผู้พัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานลม รวมไปถึงหน้าที่อื่น ๆ ตามความเหมาะสม

11. ออกแบบโปรแกรมนำเสนอพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมโดยต่อยอดจากโปรแกรม stdWindpower.sb โดยสามารถศึกษาการทำงานของ IPST Link จากใบความรู้ที่ 1 แล้วตอบคำถามระหว่างกิจกรรมข้อ 6
12. วางแผนและออกแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าโดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีให้ภายในห้อง โดยมีข้อกำหนดคือให้ใช้มอเตอร์เพียง 1 ตัว และสามารถค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตได้
13. ทำใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องกังหันลมผลิตไฟฟ้า
14. พัฒนาโปรแกรมนำเสนอพลังงานไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบไว้
15. สร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าตามที่ออกแบบไว้โดยให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด แล้วตอบคำถามระหว่างกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 7 – 8
16. ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด
17. นำเสนอชิ้นงาน และประเมินผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่นโดยใช้แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ
18. แข่งขันกังหันลมผลิตไฟฟ้าซึ่งใช้ไฟล์โปรแกรม windpower.sb ในการวัดค่าพลังงาน พร้อมกับใช้ใบบันทึกการแข่งขันกังหันลมผลิตไฟฟ้าในกาให้คะแนนการแข่งขัน โดยในการแข่งขันนั้นจะเปิดพัดลมตั้งโต๊ะที่ระดับ 3 ห่างจากกังหันลมผลิตไฟฟ้าประมาณ 1 ฟุต ทดสอบครั้งละกลุ่ม เป็นเวลา 2 นาที กลุ่มที่ผลิตไฟฟ้าได้สูงสุดจะเป็นผู้ชนะ
19. ส่งผลการประเมินให้ครู แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม
20. ร่วมกันอภิปรายถามตอบและสรุปเกี่ยวกับการสร้างชิ้นงาน STEM ด้วย ชุดแผงวงจร IPST Link ในประเด็นต่าง ๆ เช่น
    ก. ลักษณะของใบพัดที่สามารถรับลมได้ดี
    ข. ทิศทางและตำแหน่งการรับลม
    ค. การประดิษฐ์ชิ้นงานให้ตรงกับการออกแบบ
    ง. การเขียนโปรแกรมนำเสนอ ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาในการเขียนโปรแกรม

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 ชุดแผงวงจร IPST Link
2. เอกสารอบรม Scratch การเขียนโปรแกรม Scratch เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ครั้งที่ 1 http://oho.ipst.ac.th/download/document/scratch/scratch%20by%20ipst.pdf
3. เอกสารอบรม Scratch การเขียนโปรแกรม Scratch เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ครั้งที่ 2 http://oho.ipst.ac.th/download/document/scratch/Scratch_Doc_traning56.rar
4. เอกสารประกอบการอบรมครู การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยการเขียนโปรแกรม Scratch http://oho.ipst.ac.th/download/document/scratch/ScratchWithSensorLink.zip
5. แบบฝึกทักษะการเขียนโปรแกรม Scratch เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ http://oho.ipst.ac.th/scratch-practice/
6. เทคโนโลยีกังหันลม http://www3.egat.co.th/re/egat_wind/wind_technology.htm
7. ไฟล์โปรแกรมวัดค่าพลังงานไฟฟ้า stdWindpower.sb www.ipst.ac.th/wind2559.zip

ใบกิจกรรมที่ 1

คำถามระหว่างทำกิจกรรม

1. กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร .....
.....
.....
.....
2. พลังงานลมสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด.....
.....
.....
.....
3. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้า
.....
.....
.....
4. โปรแกรม stdWindpower.sb สามารถตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้อย่างไร และต้องใช้คำสั่งอะไรบ้าง
.....
.....
.....
5. ถ้าหากต้องการให้กังหันผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้นจะทำอย่างไร
.....
.....
.....
6. จากโปรแกรม stdWindpower.sb จะปรับปรุงโปรแกรมในส่วนใดบ้าง ในการเขียนชุดคำสั่งเพื่อให้การแสดงผลน่าสนใจ
.....
.....
.....
7. ผลงานที่ได้ตรงกับกับที่ออกแบบไว้มากน้อยเพียงใด
.....
.....
.....
8. ถ้าต้องการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงาน หรือจะต่อยอดความรู้และประสบการณ์จากกิจกรรมครั้งนี้อย่างไร
.....
.....
.....

ใบกิจกรรมที่ 2

กังหันลมผลิตไฟฟ้า

ให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้ชุดแผงวงจร IPST Link แล้วตอบคำถาม

1. ชื่อชิ้นงาน.....
2. แนวคิดของชิ้นงาน (อธิบายหลักการทำงานของชิ้นงาน)

   .....

   .....

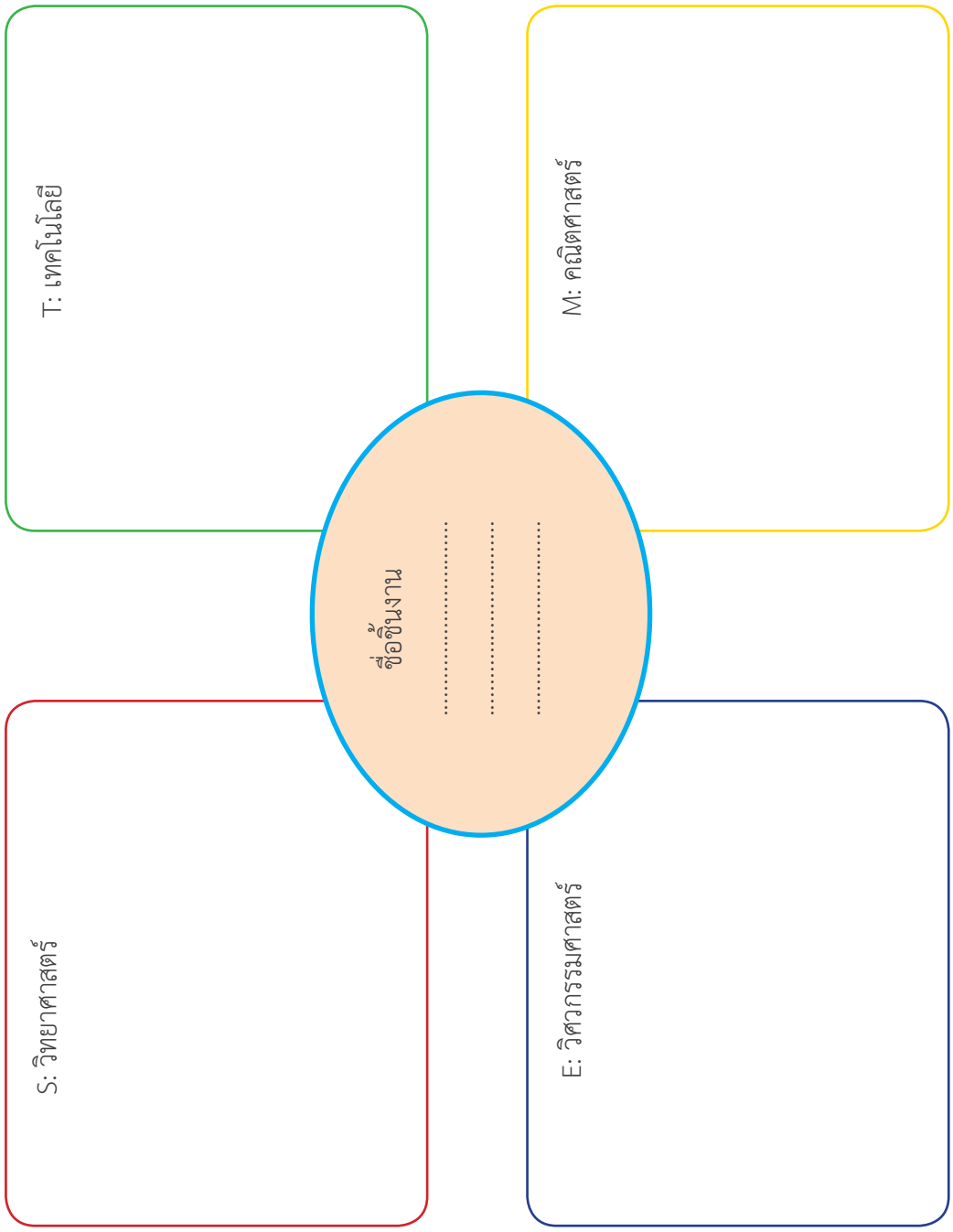
   .....

   .....

   .....
3. วาดภาพร่างของชิ้นงานโดยระบุขนาด สัดส่วนของชิ้นงาน (อาจจะวาดลงกระดาษ A4 หรือกระดาษอื่นที่ครูจัดให้)

คำถามท้ายกิจกรรม

ให้ระบุความรู้ของวิชาต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานลงในผังความคิดต่อไปนี้



ใบความรู้ที่ 1

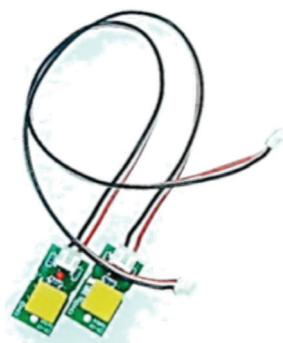
ชุดแผงวงจร IPST Link

ชุดแผงวงจร IPST Link ประกอบด้วย

1. แผงวงจร

2. สายต่อ UCON-2F สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ผ่านพอร์ต USB

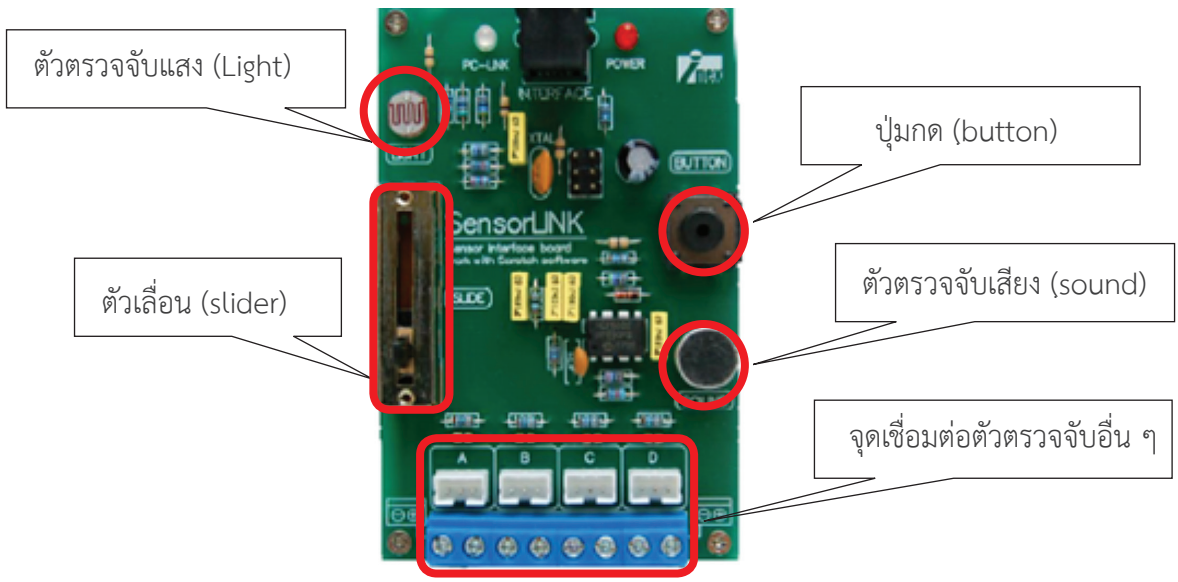
3. สวิตช์



ตัวตรวจจับพร้อมใช้งานบนแผงวงจรมี ดังนี้

- **ตัวตรวจจับแสง (Light)** เป็นตัวต้านทานแปรค่าตามแสงหรือ LDR
- **ตัวตรวจจับเสียง (Sound)** ใช้ คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน
- **ตัวเลื่อน (Slide)** เป็นตัวต้านทานปรับค่าแบบแกนเลื่อน
- **สวิตช์กด (Button)** ใช้สวิตช์กดติดปล่อยดับ

มีช่องอินพุตสำหรับต่อตัวตรวจจับเพิ่มเติมและสามารถรับสัญญาณแรงดันไฟตรงได้เพิ่มเติมอีก 4 ช่องคือ อินพุต A, B, C และ D รับแรงดันได้สูงสุด +5V ใช้จุดต่อแบบ JST 3 ขา สามารถรองรับกับตัวตรวจจับอื่น และมีจุดต่อแบบเทอร์มินอลขันสกรูสามารถต่อสายสัญญาณหรือขาของตัวตรวจจับได้ ตัวตรวจจับบนแผงวงจร IPST Link ดังภาพ

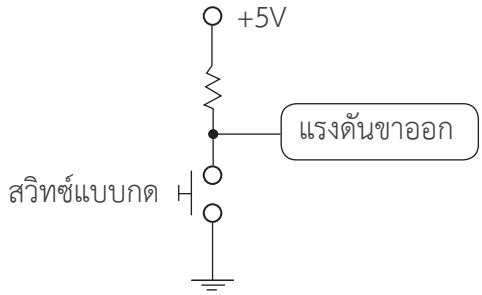


ตัวตรวจจับ

ตัวตรวจจับ หรือเซนเซอร์ (sensor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนสถานะทางกายภาพ เช่น ความสว่าง ความดัง ความชื้น อุณหภูมิ ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อให้สามารถใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในกระบวนการทางเทคโนโลยีสารสนเทศได้ แผงวงจร IPST Link เป็นแผงวงจรที่ทำให้สคริปต์ใน Scratch รับรู้สถานะจากสภาพแวดล้อมผ่านตัวตรวจจับ ซึ่งได้แก่ปุ่มกด ตัวเลื่อน ตัวตรวจจับแสง และตัวตรวจจับเสียง รวมถึงมีจุดเชื่อมต่อตัวตรวจจับชนิดอื่นที่ต้องการได้อีก 4 อุปกรณ์

1. ปุ่มกด

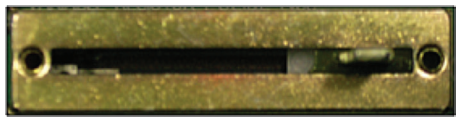
ปุ่มกด หรือเซนเซอร์สัมผัส เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนการสัมผัสให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า โดยอุปกรณ์เซนเซอร์สัมผัสที่นิยมใช้ ได้แก่ สวิตช์แบบกลไก (mechanical switch) ซึ่งเป็นอุปกรณ์แบบกลไกที่ทำหน้าที่รับแรงกดโดยที่หน้าสัมผัสของปุ่มจะทำให้เกิดการนำกระแสไฟฟ้าทำให้สามารถตรวจสอบสถานะจากสัญญาณไฟฟ้าได้ ปุ่มกดบนแผงวงจร IPST Link มีการเชื่อมต่อเข้ากับวงจรดังภาพ



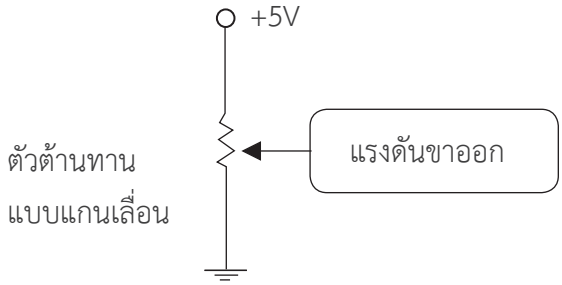
เมื่อสวิตช์ไม่ถูกกด จุดที่วัดแรงดันจะได้รับศักย์ไฟฟ้า 5 โวลท์ ในทางตรงกันข้าม เมื่อสวิตช์ถูกกด จุดวัดแรงดันจะถูกเชื่อมเข้ากับกราวนด์ ทำให้อ่านค่าศักย์ไฟฟ้าได้เป็น 0 โวลท์ ไมโครคอนโทรลเลอร์บนแผงวงจร IPST Link จึงสามารถใช้สถานะที่แตกต่างกันสองสถานะนี้ในการตรวจสอบสถานะการกดปุ่มของสวิตช์เพื่อส่งข้อมูลให้กับโปรแกรม Scratch ต่อไป

2. ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบแกนเลื่อน หรือตัวเลื่อน (slide)

ตัวเลื่อนใช้เปลี่ยนค่าความต้านทานโดยเปลี่ยนตำแหน่งของจุดบนแกนเลื่อนให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าดังภาพ



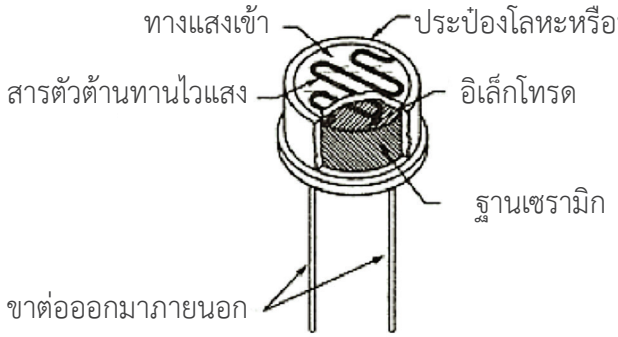
วงจรที่ใช้อ่านสถานะจากตัวต้านทานปรับค่าได้บนแผงวงจร IPST Link เป็นดังภาพ



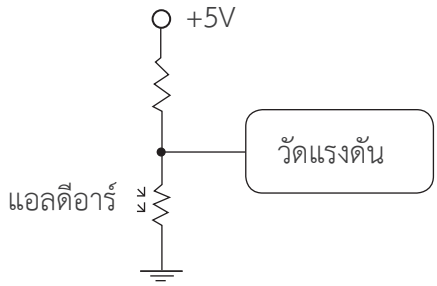
ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมตัวต้านทานปรับค่าได้ที่ปลายทั้งสองด้านคือ 5 โวลท์ ส่วนค่าที่วัดได้จากจุดเลื่อนจะมีศักย์ไฟฟ้าที่แปรผันโดยตรงกับตำแหน่งของมันบนแกนเลื่อน ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์บนแผงวงจรตรวจสอบสัญญาณและส่งข้อมูลตำแหน่งให้กับโปรแกรม Scratch ได้ โดยข้อมูลตำแหน่งจะถูกตีความให้เป็นค่าระหว่าง 0 ถึง 100

3. ตัวตรวจจับแสง

ตัวตรวจจับแสงที่ใช้กันเป็นที่แพร่หลายได้แก่แอลดีอาร์ (LDR) ย่อมาจาก Light Dependent Resistor ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับความเข้มแสงให้กลายเป็นค่าความต้านทานทางไฟฟ้า เมื่อความเข้มแสงมากจะให้ค่าความต้านทานน้อย แอลดีอาร์มีชื่อเรียกอีกหลายชื่อ เช่น โฟโตคอนดักตีฟเซล (photoconductive cell) หรือ ตัวต้านทานไวแสง (LSR - light sensitive resistor) ส่วนใหญ่จะทำจากสารประเภทกึ่งตัวนำ ดังภาพ



อุปกรณ์แอลดีอาร์บนแผงวงจร IPST Link มีการเชื่อมต่อเข้ากับวงจรดังภาพ



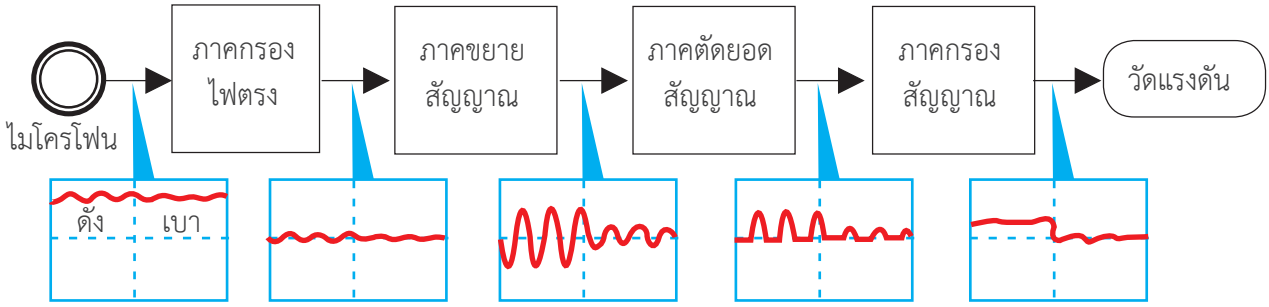
เมื่อแสงตกกระทบมาก แอลดีอาร์จะมีความต้านทานต่ำลง มีผลทำให้ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมแอลดีอาร์ต่ำลงไปด้วย ในทางตรงกันข้าม เมื่อแสงตกกระทบน้อย แอลดีอาร์จะมีความต้านทานสูงขึ้น ทำให้ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมแอลดีอาร์สูงขึ้นตาม อย่างไรก็ตาม ไมโครคอนโทรลเลอร์บนแผงวงจร SensorLINK จะประมวลผลค่าเหล่านี้แล้วส่งข้อมูลไปยังโปรแกรม Scratch โดยได้ค่า 0 เมื่อแสงมืดที่สุด และค่า 100 เมื่อแสงสว่างที่สุด

4. ตัวตรวจจับเสียง

ตัวตรวจจับเสียงที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (condenser microphone) ทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นเสียง (sound wave) หรือคลื่นอากาศจากแหล่งกำเนิดเสียง เช่น เสียงพูด เสียงเพลง เสียงดนตรี ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยมีหลักการคือเมื่อคลื่นเสียงกระทบแผ่นสั่น หรือ แผ่นไดอะแฟรม จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ถูกส่งผ่านสายนำสัญญาณไปยังเครื่องขยายเสียง

ไมโครโฟนที่ประกอบด้วยขดลวดและแม่เหล็ก เมื่อเสียงกระทบตัวรับในไมโครโฟนจะทำให้ขดลวดสั่นสะเทือนตัดกับสนามแม่เหล็กเกิดเป็นสัญญาณไฟฟ้าขึ้น

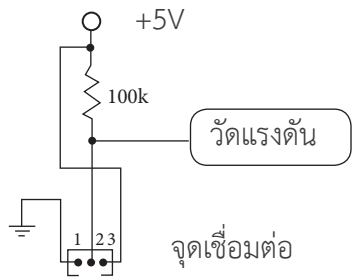
วงจรวัดระดับเสียงบนแผงวงจร IPST Link มีการทำงานดังแผนภาพ



เสียงที่ถูกส่งเข้าไปยังไมโครโฟนจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวไมโครโฟนโดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของเสียง และปริมาณการเปลี่ยนแปลงตามความดังของเสียง อย่างไรก็ตามกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงนี้อยู่ในปริมาณที่ต่ำมากจึงต้องมีการกรองสัญญาณไฟตรงแล้วส่งสัญญาณกระแสสลับเข้าไปยังภาคขยายสัญญาณ สัญญาณผลลัพธ์จะถูกส่งเข้าสู่วงจรตัดยอดสัญญาณและถูกกรองให้เรียบเป็นลำดับสุดท้ายก่อนที่สัญญาณจะถูกวัดแรงดันโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ สัญญาณที่วัดได้จึงไม่ใช่ตัวแทนของสัญญาณเสียงโดยตรง แต่แทนระดับความดังของเสียง โดยค่าที่อ่านได้จาก Scratch นั้นจะให้ค่า 0 เมื่อไม่มีเสียงหรือเสียงเบามาก จนถึง 100 เมื่อเสียงดังมาก

5. จุดเชื่อมต่อตัวตรวจจับอื่น ๆ

แผงวงจร IPST Link มีจุดที่สามารถนำตัวตรวจจับชนิดอื่น ๆ มาเชื่อมต่อได้ 4 จุด โดยมีวงจรภายในดังภาพ



จากภาพ จุดวัดแรงดันเป็นการวัดศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมขา 1 และ 2 ที่จุดเชื่อมต่อ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้านทานของอุปกรณ์ที่นำมาต่อคร่อมที่ขาคู่นี้ ศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้จะถูกคำนวณเป็นปริมาณที่แทนค่าความต้านทาน โดยค่า 0 หมายถึงไม่มีความต้านทาน (ขาคู่นี้เชื่อมต่อกัน) และ 100 หมายถึงความต้านทานเป็นอนันต์ (ขาคู่นี้ขาดออกจากกัน)

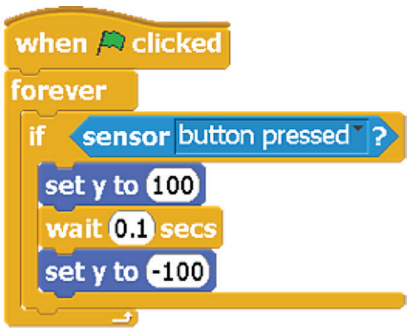
ข้อควรระวัง และความปลอดภัยในการใช้งานชุดแผงวงจร

1. ระวังไม่ให้ชุดแผงวงจรได้รับการกระแทก
2. ระวังไม่ให้ชุดแผงวงจรสัมผัสน้ำ
3. การเชื่อมต่อชุดแผงวงจรกับอุปกรณ์อื่นต้องตรวจสอบให้มั่นใจว่าอุปกรณ์ใช้ไฟไม่เกิน 5 โวลต์
4. การติดตั้งตัวตรวจจับหรืออุปกรณ์อื่นใดกับแผงวงจรต้องระวังไม่ให้เกิดการลัดวงจร

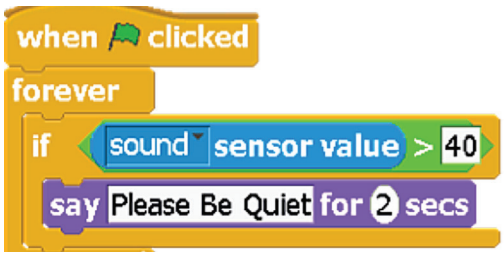
ใบความรู้ที่ 2

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมรับค่าจาก IPST Link

1. ตัวอย่างการโปรแกรมรับค่าจากปุ่มกด



2. ตัวอย่างโปรแกรมรับค่าจากตัวตรวจจับเสียง

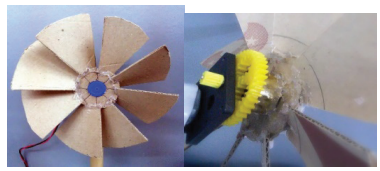
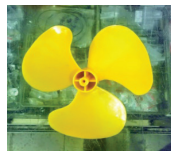
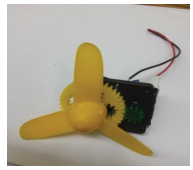
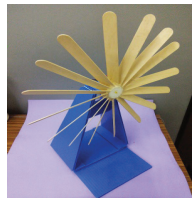


3. ตัวอย่างโปรแกรมรับค่าจากตัวตรวจจับแสง

4. ตัวอย่างโปรแกรมรับค่าจาก Resistance A ซึ่งใช้ในกิจกรรมนี้ในการอ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากไดนาโม

ใบความรู้ที่ 3

ตัวอย่างใบพัดรูปแบบต่าง ๆ

ใบพัดจากกระดาษ โดยมีเฟืองทด	
ใบพัดพลาสติก แบบ 3 ใบ	
ใบพัดพลาสติก แบบ 3 ใบ	
ใบพัดพลาสติก แบบ 2 ใบ	
ใบพัดจากชุดระบายความร้อน คอมพิวเตอร์	
ใบพัดพลาสติก แบบ 3 ใบโดยมีเฟืองทด	
ใบพัดจากไม้ไอศกรีม	
ใบพัดจากแผ่นใส	

สเลอปี้

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์

1. อธิบายความรู้เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ สภาวะเย็นยวดยิ่งและปรากฏการณ์นิวคลีเอชันในกระบวนการทำสเลอปี้
2. ออกแบบและทำสเลอปี้ภายใต้วัสดุอุปกรณ์ เวลา และงบประมาณที่กำหนด
3. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดราคาขาย คำนวณต้นทุน กำไร ในการทำสเลอปี้

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	ขวดพลาสติกใสแบบมีฝาปิดขนาดใหญ่	2 ใบ	6	เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
2	ขวดพลาสติกใสแบบมีฝาปิดขนาดเล็ก	2 ใบ	7	ผ้าเช็ดโต๊ะ	1 ผืน
3	แก้วพลาสติกใส	2 ใบ	8	ถุงมือผ้า	2 คู่
4	ถาดพลาสติก (สำหรับรอง)	1 ใบ	9	เทอร์มอมิเตอร์ (ช่วงอุณหภูมิ -10 °C - 100 °C)	2 อัน
5	ช้อนพลาสติก	1 อัน			

สารเคมี

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	เกลือ	500 กรัม
2	น้ำแข็งบดหรือน้ำแข็งแบบหลอดเล็ก	1 กิโลกรัม
3	เครื่องดื่มประเภทต่าง ๆ เช่น น้ำอัดลม น้ำหวาน	1 ขวด
4	น้ำเปล่า	1 ลิตร

วิธีดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1 การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำสเลอปี้

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถ้าต้องการจะเปิดร้านขายเครื่องดื่มในช่วงกิจกรรมกีฬาสี จะขายอะไรดีที่น่าจะได้รับความนิยม
2. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แล้วสมมติสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

   “ชุมนุมธุรกิจของนักเรียนมีความเห็นว่าจะจัดตั้งร้านขายเครื่องดื่มให้กับนักกีฬาและกองเชียร์ในวันแข่งขันกีฬาสีของโรงเรียนซึ่งจะจัดขึ้นในช่วงฤดูร้อน จากการสำรวจพบว่า ‘สเลอปี้ (Slurpee)’ เป็นเครื่องดื่มที่นักเรียนต้องการดื่มเพื่อดับกระหายมากที่สุด นักเรียนจึงได้รับมอบหมายจากสมาชิกในชุมนุมธุรกิจให้ออกแบบและหาวิธีการทำเครื่องดื่มที่มีลักษณะเหมือนสเลอปี้โดยใช้เครื่องมือที่หาได้ง่ายและกำหนดราคาขายเพื่อให้ได้กำไร”
3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า มีวิธีการใดบ้างที่จะสามารถทำเครื่องดื่มที่มีลักษณะเหมือนสเลอปี้โดยใช้เครื่องมือที่หาได้ง่าย
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถ้าต้องการให้การทำสเลอปี้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องทำการศึกษาปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการทำสเลอปี้

กิจกรรมที่ 1 เหตุใดจึงต้องเติมเกลือ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกัน และคาดคะเนว่า อุณหภูมิของน้ำแข็ง และน้ำแข็งผสมเกลือ ที่ตั้งไว้ ณ อุณหภูมิห้องว่าจะมีค่าเท่าใด โดยบันทึกตัวเลขจากการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 1
2. นักเรียนเตรียมวัสดุและอุปกรณ์เพื่อทำการทดลองซึ่งประกอบด้วย ขวดพลาสติกทรงกระบอก 2 อัน เทอร์มอมิเตอร์ 2 อัน ช้อน 1 อัน น้ำแข็ง และเกลือ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองวัดอุณหภูมิของน้ำแข็ง และน้ำแข็งผสมเกลือ (ใช้เกลือจำนวน 2 ช้อน) ที่ตั้งไว้ ณ อุณหภูมิห้อง จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วเปรียบเทียบสิ่งที่นักเรียนทำนายกับผลที่ได้จากการทดลองว่าเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

4. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ จากนั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปผลที่ได้จากการทดลอง โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1
5. นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 1 กับการทำสเลอปี้

กิจกรรมที่ 2 ปริมาณเกลือสำคัญอย่างไร

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ปริมาณของเกลือที่เติมลงไปในถังน้ำแข็งมีผลต่ออุณหภูมิของสารละลายเกลือในถังน้ำแข็งหรือไม่ อย่างไร จะทำการทดสอบสมมติฐานเหล่านี้ได้อย่างไร
2. นักเรียนเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดลองเพื่อศึกษาผลของปริมาณเกลือในสารละลายที่มีต่ออุณหภูมิของสารละลาย โดยวัสดุและอุปกรณ์ประกอบด้วย ขวดพลาสติกทรงกระบอก 1 อัน เทอร์มอมิเตอร์ 1 อัน ช้อน 1 อัน น้ำแข็ง น้ำ และเกลือ
3. นักเรียนทำการทดลองโดยเติมน้ำเปล่าปริมาตรประมาณ 1/8 ของขวดพลาสติกทรงกระบอก จากนั้นเติมน้ำแข็งลงไปให้ได้ประมาณ 1/2 ของขวดพลาสติกทรงกระบอกแล้ววัดอุณหภูมิของน้ำผสมน้ำแข็ง จากนั้นเติมเกลือลงไป 1 ช้อน และวัดอุณหภูมิที่ได้ แล้วจึงเติมเกลือเพิ่มลงไปอีก 1 ช้อน และวัดอุณหภูมิที่ได้ โดยให้บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลที่ได้จากการทดลอง โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 2
5. นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2
6. นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 2 กับการทำสเลอปี้

กิจกรรมที่ 3 ทำไมต้องเขย่า

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การเขย่าภาชนะที่แช่เครื่องดื่มที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เครื่องดื่มนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดลองเพื่อศึกษาผลของการรบกวนการแข็งตัวของของเหลวด้วยการเขย่าภาชนะ โดยวัสดุและอุปกรณ์เพื่อทำการทดลองของแต่ละกลุ่มประกอบด้วย ขวดพลาสติกทรงกระบอก 2 อัน ช้อน 1 อัน น้ำแข็ง น้ำอัดลม และเกลือ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มเติมน้ำแข็งลงในภาชนะ 2 ใบ ให้มีปริมาณเท่ากัน จากนั้นเติมเกลือจำนวน 2 ช้อนลงไปในน้ำแข็งในภาชนะทั้งสองใบ นำเครื่องดื่มลงไปแช่เป็นเวลาประมาณ 5 นาที จากนั้นเขย่าภาชนะใบที่ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเครื่องดื่มเปรียบเทียบกับภาชนะใบที่ 2 และบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3
4. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่องสภาวะเย็นยวดยิ่ง จากนั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปผลที่ได้จากการทดลอง โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 3
5. นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 3 กับการทำสเลอปี้

ตอนที่ 2 ออกแบบและทำสเลอปี้

1. นักเรียนศึกษาเงื่อนไขเกี่ยวกับต้นทุนของวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทำสเลอปี้ โดยมีราคาดังนี้
   - เครื่องดื่ม ราคาตามจริง/1 ขวด
   - เกลือ ราคา 2 บาท/100 กรัม (1 ขีด)
   - น้ำแข็ง ราคา 3 บาท/100 กรัม (1 ขีด)
2. นักเรียนศึกษาเงื่อนไขในการทำสเลอปี้ ดังนี้
   - หลังจากทุกกลุ่มได้รับวัสดุอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว จะเริ่มทำการผลิตพร้อมกัน โดยมีระยะเวลาทั้งสิ้น 15 นาที
   - วัดปริมาณสเลอปี้ที่ผลิตได้
   - กำหนดราคาขายสเลอปี้
3. นักเรียนเขียนภาพร่างวิธีการทำสเลอปี้ และร่วมกันวางแผนการทำสเลอปี้
4. นักเรียนลงมือทำสเลอปี้ตามวิธีการที่แต่ละกลุ่มออกแบบไว้
5. นักเรียนทำการวัดปริมาณสเลอปี้ที่ผลิตขึ้นและบันทึกลงในตารางบันทึกผล
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการออกแบบและวิธีการทำสเลอปี้ โดยต้องอธิบายองค์ความรู้ที่นำมาใช้ในการออกแบบและทำสเลอปี้ พร้อมทั้งวิธีการปรับปรุงการทำสเลอปี้ ทั้งนี้สำหรับกลุ่มที่ไม่ประสบผลสำเร็จในการทำสเลอปี้ ให้นำเสนอสาเหตุ รวมทั้งแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขวิธีการด้วย
7. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทำสเลอปี้ ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมนี้

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 สมบัติคอลลิเกทีฟ
2. ใบความรู้ที่ 2 สภาวะเย็นยวดยิ่ง
3. วิดีโอหรือภาพแสดงขั้นตอนการทำสเลอปี้อย่างง่าย (ตัวอย่าง: http://youtu.be/5T68TvdoSbl)

ใบกิจกรรมที่ 1

เหตุใดจึงต้องเติมเกลือ

1. ตารางบันทึกผล

วัตถุ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	การคาดคะเน	ผลจากการวัด
- น้ำแข็งบด		
- น้ำแข็งบด และเกลือ		

2. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จุดเยือกแข็งของสารละลายที่ได้จากการเติมเกลือลงในน้ำแข็ง เป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับจุดเยือกแข็งของน้ำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2

ปริมาณเกลือสำคัญอย่างไร

1. ตารางบันทึกผล

วัตถุ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
- น้ำ กับ น้ำแข็งบด	
- น้ำ, น้ำแข็งบด และ เกลือ 1 ช้อน	
- น้ำ, น้ำแข็งบด และ เกลือ 2 ช้อน	

2. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

3. ถ้าเติมเกลือเพิ่มอีก 1 ช้อน จากการทดลองนี้ จะทำให้อุณหภูมิของสารละลายเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3

ทำไมต้องเขย่า

1. ตารางบันทึกผล

วิธีการ	ลักษณะของผลิตภัณฑ์
- น้ำอัดลมแช่ไว้ถังน้ำแข็งกับเกลือ	
- น้ำอัดลมแช่ไว้ถังน้ำแข็งกับเกลือที่มีการเขย่า	

2. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เพราะเหตุใด การเขย่าจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแช่น้ำอัดลมในถังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งมีลักษณะแตกต่างจากการไม่เขย่า

.....

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้ที่ 1

สมบัติคอลลิเกทีฟ (colligative properties)

สารละลายเป็นสารเนื้อเดียว เตรียมได้จากการผสมสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเข้าด้วยกัน สมบัติคอลลิเกทีฟ (colligative properties) เป็นสมบัติของสารละลายที่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย ซึ่งมีอยู่ 4 ประการ ดังนี้

1. การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (boiling point elevation)
2. การลดลงของจุดเยือกแข็ง (freezing point depression)
3. การลดลงของความดันไอ (vapor pressure lowering)
4. การเกิดความดันออสโมติก (osmotic pressure)

ในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดสมบัติคอลลิเกทีฟเฉพาะการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด และการลดลงของจุดเยือกแข็ง โดยจุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์ ส่วนจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายจะต่ำกว่าจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์ ในกรณีที่สารละลายมีตัวทำละลายไม่แตกตัวเป็นไอออนและเป็นสารที่ระเหยยาก การเพิ่มขึ้นของจุดเดือดและการลดลงของจุดเยือกแข็งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย กล่าวคือ สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน และมีความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อกิโลกรัม (โมแลล) เท่ากัน จะมีจุดเดือดหรือจุดเยือกแข็งเท่ากัน ยกตัวอย่างเช่น สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายและมีความเข้มข้น 1 โมแลล จะมีจุดเยือกแข็ง -1.86 °C และมีจุดเดือด 100.51 °C ส่วนสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายและมีความเข้มข้น 2 โมแลล จะมีจุดเยือกแข็ง -3.72 °C และมีจุดเดือด 101.02 °C ทั้งนี้ตัวละลายจะเป็นสารใดก็ได้

ผลต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายที่มีความเข้มข้น 1 โมแลล หรือ 1 โมลต่อกิโลกรัม กับจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์จะมีค่าคงที่ เรียกว่า ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b) ของตัวทำละลาย ในทำนองเดียวกันผลต่างระหว่างจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีความเข้มข้น 1 โมแลล หรือ 1 โมลต่อกิโลกรัม กับจุดหลอมเหลวของตัวทำละลายบริสุทธิ์ก็มีค่าคงที่ เรียกว่า ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (K_f) ของตัวทำละลาย

เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้นเป็นโมแลลของสารละลาย เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\Delta T_b \propto m$$
$$\Delta T_b = K_b m$$

เมื่อ ΔT_f = ผลต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายกับจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์
m = ความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมแลลหรือโมลต่อกิโลกรัม
K_b = ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของตัวทำละลาย

ในทำนองเดียวกัน การลดลงของจุดเยือกแข็งก็เป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้นเป็นโมแลลของสารละลาย เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\Delta T_f \propto m$$
$$\Delta T_f = K_f m$$

เมื่อ ΔT_f = ผลต่างระหว่างจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์กับจุดเยือกแข็งของสารละลาย

m = ความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมแลลหรือโมลต่อกิโลกรัม

K_f = ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็งของตัวทำละลาย

ตัวอย่างจุดเดือด จุดเยือกแข็ง ค่า K_b และ K_f ของสารบางชนิดแสดงในตาราง

ตาราง จุดเดือด จุดเยือกแข็ง ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด และค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบางชนิด

ตัวทำละลาย	จุดเดือด (°C)	K_b (°C/m)	จุดเยือกแข็ง (°C)	K_f (°C/m)
โพรพาโนน (C_3H_6)	56.20	1.71	-	-
ไตรคลอโรมีเทนหรือคลอโรฟอร์ม ($CHCl_3$)	61.70	3.63	-	-
เมทานอล (CH_4O)	64.96	0.83	-	-
เอทานอล (C_2H_6O)	78.50	1.22	-	-
เบนซีน (C_6H_6)	80.10	2.53	5.50	4.90
แนฟทาลีน ($C_{10}H_8$)	-	-	80.55	6.98
น้ำ (H_2O)	100.00	0.51	0.00	1.86
กรดแอซีติก ($C_2H_4O_2$)	117.90	3.07	16.60	3.90
คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4)	76.54	5.03	-22.99	2.98

ค่า K_b และ K_f มีหน่วยเป็น °C/m เมื่อ m = molal หรือ °C/mol/kg หรือเขียนเป็น °Ckg/mol

จากข้อมูลในตาราง ค่า K_f ของเบนซีนเท่ากับ 4.90 องศาเซลเซียสต่อโมแลล หมายความว่า สารละลายที่มีเบนซีนเป็นตัวทำละลายเข้มข้น 1 โมแลล จะเยือกแข็งที่อุณหภูมิต่ำว่าจุดเยือกแข็งของเบนซีน 4.90 องศาเซลเซียส นั่นคือ จุดเยือกแข็งของสารละลายนี้มีค่าเท่ากับ 5.50 – 4.90 = 0.60 °C

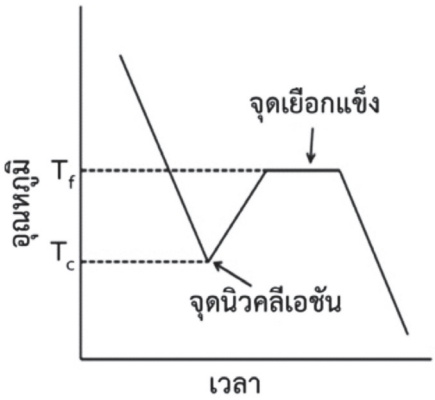
สำหรับในกรณีที่สารละลายมีตัวละลายแตกตัวเป็นไอออน การเพิ่มขึ้นของจุดเดือดและการลดลงของจุดเยือกแข็งจะแตกต่างจากสารละลายที่มีตัวละลายไม่แตกตัวและระเหยยากดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ตัวอย่างเช่น สารละลายเกลือแกง (NaCl) (แตกตัวให้โซเดียมไอออน (Na^+) และ คลอไรด์ไอออน (Cl^-)) ความเข้มข้น 1 โมแลล จะมีจุดเดือดสูงกว่าและมีจุดเยือกแข็งต่ำกว่าสารละลายน้ำตาลทราย ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน

ในทางการค้าได้นำความรู้เกี่ยวกับสมบัติคอลลิเกทีฟไปใช้ประโยชน์ เช่น การรักษาอุณหภูมิของถังไอศกรีมให้มีอุณหภูมิต่ำ โดยทั่วไปหากใส่เฉพาะน้ำแข็งอย่างเดียวลงในถังไอศกรีม อุณหภูมิภายในถังจะอยู่ที่ประมาณ 4 – 5 °C แต่เมื่อเติมเกลือลงไป จะทำให้อุณหภูมิภายในถังไอศกรีมต่ำกว่า 0 °C ส่งผลให้ไอศกรีมคงตัวอยู่ได้นานและไม่หลอมเหลว ตัวอย่างการประยุกต์ใช้สมบัติคอลลิเกทีฟอื่น ๆ ที่พบ เช่น ในบางประเทศมีการใช้เกลือโรยหิมะเพื่อทำให้หิมะจึงเกิดการหลอมเหลว หรือการเติมสารบางประเภทลงในเครื่องยนต์เพื่อป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเครื่องยนต์

ใบความรู้ที่ 2

สภาวะเย็นยวดยิ่ง (supercooled state)

เป็นที่ทราบกันดีว่าเมื่อลดอุณหภูมิของของเหลวจนถึงจุดเยือกแข็ง (freezing point) ของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง การเปลี่ยนสถานะของของเหลวดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ถ้าของเหลวนั้นมีอนุภาคของของแข็ง เช่น ฝุ่นละออง ปนอยู่ การเปลี่ยนสถานะของของเหลวเป็นของแข็งรวมทั้งการเกิดผลึก โมเลกุลของของเหลวจะยึดเกาะกับอนุภาคของของแข็งซึ่งทำหน้าที่เป็นแกนกลางหรือนิวเคลียส (nucleus) แม้จะมีอนุภาคของแข็งปนอยู่ในของเหลวในปริมาณที่น้อยมากการเปลี่ยนสถานะของของเหลวเป็นของแข็งที่จุดเยือกแข็งสามารถเกิดขึ้นได้ ในกรณีที่ของเหลวมีความบริสุทธิ์มาก ๆ หรือสารละลายที่ไม่มีอนุภาคของของแข็งปนอยู่ แม้จะลดอุณหภูมิจนต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ของเหลวยังมีสถานะเป็นของเหลว เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **สภาวะเย็นยวดยิ่ง (supercooled state)** เช่น น้ำ มีจุดเยือกแข็งที่อุณหภูมิ 0 °C ดังนั้นน้ำกลายเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 °C แต่หลายครั้งที่เมื่อนำน้ำดื่มที่บรรจุในขวดพลาสติกที่ยังไม่เปิดฝา ไปแช่ในช่องแช่แข็งที่อุณภูมิต่ำกว่า 0 °C เป็นเวลาหลายชั่วโมงน้ำยังคงสถานะของเหลวเช่นเดิม ที่เป็นเช่นนี้เพราะในน้ำบริสุทธิ์ไม่มีอนุภาคของของแข็งให้โมเลกุลของน้ำยึดเกาะ จากการศึกษาพบว่าน้ำที่บริสุทธิ์มาก ๆ สามารถคงสถานะของเหลวได้จนถึงอุณหภูมิ -40 °C จึงเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง อุณภูมิที่ของเหลวเย็นยวดยิ่งเปลี่ยนเป็นของแข็งได้เองโดยไม่มีการรบกวนระบบเรียกว่า **จุดนิวคลีเอชัน (nucleation point)**



ภาพที่ 1 อุณหภูมิสารยวดยิ่ง ณ จุดเยือกแข็ง (T_f) และอุณหภูมิ ณ จุดนิวคลีเอชัน (T_c)

การรบกวนระบบของสารที่เย็นยวดยิ่ง (supercooled substances) จะทำให้สารที่มีสถานะเป็นของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งอย่างรวดเร็ว เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **นิวคลีเอชัน (nucleation)** การรบกวนระบบที่ทำให้เกิดนิวคลีเอชันสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การหย่อนอนุภาคของแข็งลงในสารที่เย็นยวดยิ่ง อนุภาคที่เป็นของแข็งจะทำหน้าที่เป็นแกนกลางให้โมเลกุลของของเหลวยึดเกาะและกลายเป็นของแข็งหรือตกผลึก ทันทีที่ของเหลวเย็นยวดยิ่งมีเกล็ดของแข็งหรือผลึกแรกเกิดขึ้น กระบวนการนิวคลีเอชันจะเกิดขึ้นต่อเนื่องและรวดเร็วทำให้ของเหลวเย็นยวดยิ่งกลายเป็นของแข็งทั้งหมด

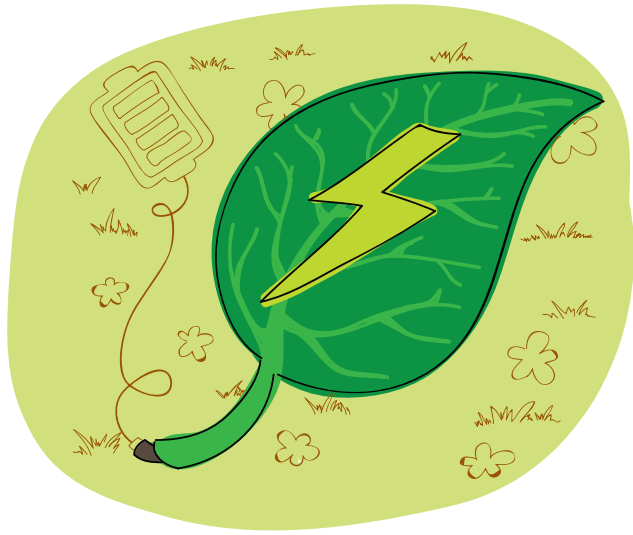
เนื่องจากการเปลี่ยนสถานะของของเหลวเย็นยวดยิ่งเป็นของแข็งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นของแข็งหรือผลึกที่เกิดขึ้นจะจัดเรียงตัวได้เป็นระเบียบน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการแข็งตัวของของเหลวปรกติที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ดังนั้นของแข็งที่เกิดจากของเหลวเย็นยวดยิ่งจะมีความแข็งน้อยกว่าของแข็งที่เกิดจากการเปลี่ยนสถานะที่จุดเยือกแข็งปรกติ

ในกรณีของสารละลายที่มีการอัดแก๊สลงในของเหลว เช่น เครื่องดื่มประเภทกรดคาร์บอนิก เมื่อเขย่าสารละลายเย็นยวดยิ่งของสารประเภทนี้ จะมีฟองแก๊สเกิดขึ้นจำนวนมากซึ่งฟองแก๊สที่เกิดขึ้นจะผสมและแทรกตัวอยู่ในโมเลกุลของของเหลวทำให้เมื่อเกิดการแข็งตัว สารที่ได้จะมีลักษณะเป็นเกล็ดเล็ก ๆ และเกิดการจับตัวเป็นก้อนน้อยกว่าเครื่องดื่มที่ไม่ได้อัดแก๊สลงไป

อ้างอิง

1. Lee, D., Park, C., Jeong, S. & Kang, C. (2014). Pressure effect on the release of supercooled water with dissolved air. *International Journal of Refrigeration*. 40, 51-60.
2. http://www.scienceinschool.org/2010/issue17/supercooling (เข้าถึงเมื่อ 24 พฤษภาคม 2558).

ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เวลา 16 ชั่วโมง

จุดประสงค์

1. ยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีในแบตเตอรี่ และบอกแนวทางการใช้งานแบตเตอรี่ที่ปลอดภัย ช่วยให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานได้นาน และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
2. บอกแนวทางการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในการชาร์จแบตเตอรี่
3. บอกหน้าที่ และแนวทางการใช้งานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
4. บอกความแตกต่างระหว่างนักวิทยาศาสตร์กับวิศวกร
5. เปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการทางวิศวกรรม
6. ประยุกต์ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับ พลังงาน วงจรไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ร่วมกับความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการออกแบบและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
7. สื่อสารด้วยการพูด การเขียน การใช้สื่อประกอบ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
8. ทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพลังงานได้อย่างสร้างสรรค์

วัสดุอุปกรณ์ต่อกลุ่ม

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	เซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 3 โวลต์	2 อัน
2	มัลติมิเตอร์	1 เครื่อง
3	สายชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ USB	1 เส้น
4	USB ตัวรับพร้อมสายไฟแดง-ดำ	1 ตัว
5	แผ่นวางเซลล์แสงอาทิตย์ที่ปรับมุมเอียงได้	1 ชุด
6	ครึ่งวงกลมวัดมุม	1 อัน
7	ตัวต้านทาน ขนาด 10 โอห์ม	1 ตัว
8	สายไฟปอกปลาย สีแดง-ดำ ยาว 10 เซนติเมตร	5 คู่
9	สายไฟปากหนีบ สีแดง-ดำ ยาว 15 เซนติเมตร	4 คู่
10	ปลั๊กไฟต่อพ่วง	1 อัน
11	โคมไฟตั้งโต๊ะ พร้อมหลอดไฟ 60 - 100 วัตต์	1 อัน
12	กระดาษฟลิปชาร์ท	5 แผ่น
13	สีเมจิก	1 ชุด
14	แผ่นสร้างวงจรต้นแบบ หรือ โปรโตบอร์ด	1 แผ่น
15	ตัวเก็บประจุ 100 μF	1 ตัว
16	ตัวกรองกระแสแบบเต็มคลื่น	1 ตัว
17	ไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า (voltage regulator) 7805	1 ตัว
18	แผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์ (Universal PCB)	1 แผ่น
19	ชุดอุปกรณ์สำหรับบัดกรี (หัวแร้ง, ตะกั่วบัดกรี, ฟองน้ำ)	1 ชุด
20	คีมปอกและตัดสายไฟ	1 อัน
21	ปั๊มน้ำขนาดเล็ก**	1 อัน
22	จักรยานพร้อมไดนาโม** หรือ ชุดสาธิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า**	1 ชุด

**อุปกรณ์สำหรับส่วนกลาง

วิธีดำเนินกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 ทำความรู้จักกับแบตเตอรี่

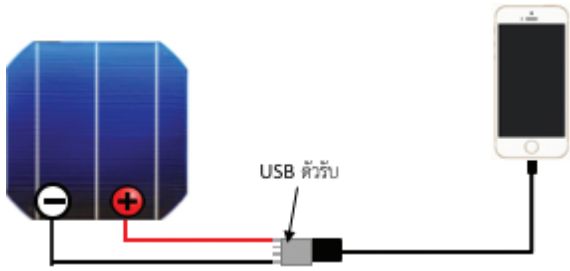
1. ศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้

   “ในอนาคตอันใกล้ มีการคาดการณ์ว่า ภัยธรรมชาติที่จะเกิดขึ้นจะทวีความรุนแรงและมีความถี่ของการเกิดมากขึ้น ประกอบกับแหล่งพลังงานหลักที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าจะเริ่มขาดแคลน ดังนั้น จึงต้องมีการเตรียมพร้อมรับมือกับสถานการณ์ที่ต้องประสบกับภัยธรรมชาติและไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้เป็นเวลานานหลายวัน”

   ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าถ้าต้องประสบกับสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนมีวิธีการใดที่จะนำพลังงานที่มีอยู่รอบตัวมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ
2. ให้สมาชิกในกลุ่มเลือกหัวข้อที่สนใจเกี่ยวกับแบตเตอรี่จากตัวอย่างหัวข้อ 2.1-2.6
   - 2.1 หลักการทำงานและองค์ประกอบของแบตเตอรี่
   - 2.2 ประวัติของแบตเตอรี่
   - 2.3 ประเภทของแบตเตอรี่ ข้อดีและข้อจำกัดของแบตเตอรี่แต่ละประเภท
   - 2.4 แนวทางการชาร์จแบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ
   - 2.5 การใช้แบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพ และปลอดภัย
   - 2.6 แนวทางการจัดการกับแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วแต่ละประเภท
3. ให้สมาชิกที่เลือกหัวข้อเดียวกันในแต่ละกลุ่มมารวมกันเพื่อสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหัวข้อที่เลือก
4. หลังจากที่ได้สืบค้นและอภิปรายร่วมกันแล้วให้กลับไปกลุ่มเดิมและผลัดกันเล่าความรู้ในหัวข้อที่ได้สืบค้นมา
5. ให้เขียนสรุปเนื้อหาในหัวข้อที่สืบค้นในใบกิจกรรมที่ 1 จากนั้น ให้เตรียมตัวสำหรับการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยให้จัดทำสื่อประกอบการนำเสนอโดยใช้กระดาษฟลิปชาร์ทและสีเมจิก
6. ในการนำเสนอ ให้แต่ละกลุ่มใช้เวลาในการนำเสนอ 3 - 5 นาที
7. หลังจากที่ทุกกลุ่มได้นำเสนอแล้ว ให้ตอบคำถามท้ายใบกิจกรรมที่ 1

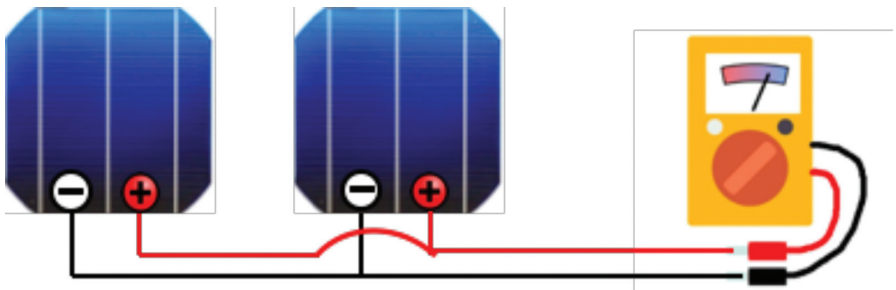
กิจกรรมที่ 2 ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

1. ศึกษาใบความรู้ที่ 2 พลังงานสะอาดและเซลล์แสงอาทิตย์ 10 นาที จากนั้น อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับแนวทางการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ บันทึกผลการอภิปรายในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ข้อที่ 1
2. ให้นักเรียนลองต่อไดโอดเปล่งแสงกับเซลล์แสงอาทิตย์ แล้วนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปวางใต้โคมไฟ เปิดโคมไฟ สังเกตไดโอดเปล่งแสง
3. ปิดโคมไฟ ใช้สายไฟปากหนีบต่อเซลล์แสงอาทิตย์กับ USB ตัวรับ จากนั้น ต่อ USB ตัวรับ กับ USB ตัวเสียบของสายชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่และโทรศัพท์เคลื่อนที่ เปิดโคมไฟ สังเกตสถานะการชาร์จของโทรศัพท์



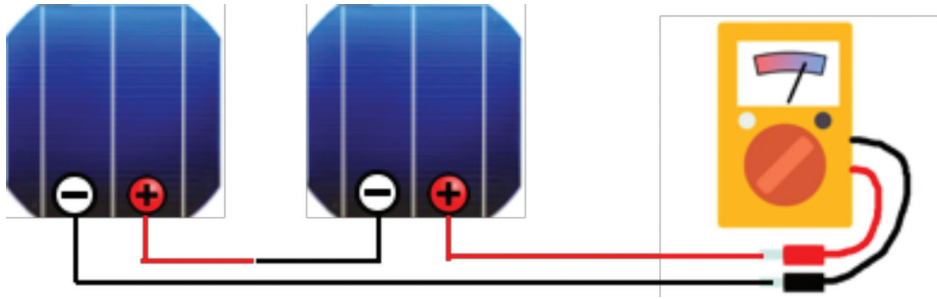
ภาพที่ 1 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์กับ USB ตัวรับ และสายชาร์จของโทรศัพท์เคลื่อนที่

4. อภิปรายถึงสาเหตุที่โทรศัพท์เคลื่อนที่แสดงหรือไม่แสดงสถานะการชาร์จ บันทึกผลการอภิปรายในใบกิจกรรมที่ 2 ข้อที่ 2
5 ต่อเซลล์แสงอาทิตย์ 2 อัน แบบขนาน บิดลูกบิดของมัลติมิเตอร์ให้ลูกศรชี้ไปที่ตัวเลข 20 ในช่วงการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้น นำมัลติมิเตอร์ไปต่อกับเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแสดงในภาพที่ 2



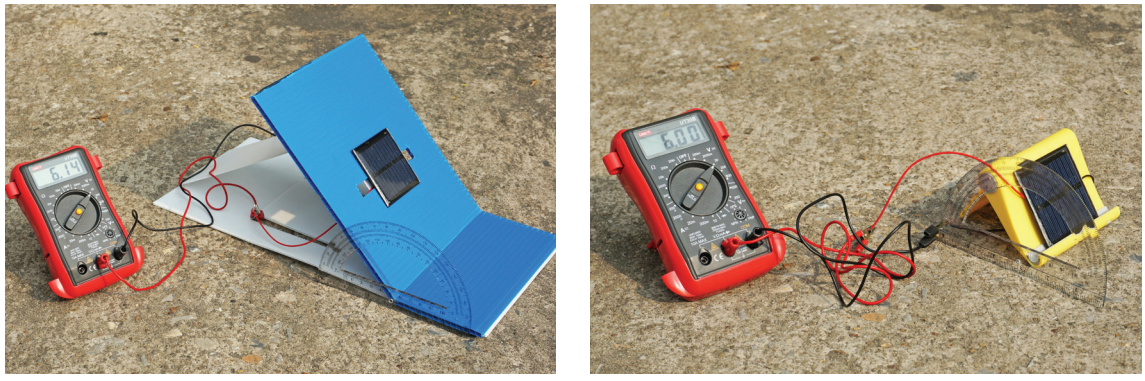
ภาพที่ 2 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์ 2 เซลล์แบบขนาน และการต่อกับมัลติมิเตอร์เพื่อวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า

6. นำโคมไฟมาไว้ใกล้เซลล์แสงอาทิตย์ เปิดโคมไฟ สังเกตตัวเลขที่ส่วนแสดงผลของมัลติมิเตอร์
7. บิดลูกบิดมัลติมิเตอร์ไปที่ OFF เปลี่ยนมัลติมิเตอร์เป็น USB ตัวรับที่ต่อกับสายชาร์จโทรศัพท์และโทรศัพท์ สังเกตสถานะการชาร์จของโทรศัพท์
8. ปิดโคมไฟ แล้วต่อเซลล์แสงอาทิตย์ 2 อัน (แรงเคลื่อนไฟฟ้า ไม่เกิน 3 โวลต์) แบบอนุกรม บิดลูกบิดของมัลติมิเตอร์ให้ลูกศรชี้ไปที่ตัวเลข 20 ในช่วงการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง นำมัลติมิเตอร์ไปต่อกับเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์ 2 เซลล์แบบอนุกรม และการต่อกับมัลติมิเตอร์เพื่อวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า

9. นำโคมไฟมาไว้ใกล้เซลล์แสงอาทิตย์ เปิดโคมไฟ สังเกตตัวเลขที่ส่วนแสดงผลของมัลติมิเตอร์
10. ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่แสดงบนจอมัลติมิเตอร์ไม่เกิน 6 โวลต์ บิดลูกบิดมัลติมิเตอร์ไปที่ OFF จากนั้น เปลี่ยนมัลติมิเตอร์เป็น USB ตัวรับที่ต่อกับสายชาร์จโทรศัพท์และโทรศัพท์ สังเกตสถานะการชาร์จของโทรศัพท์
11. อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับการต่อเซลล์แสงอาทิตย์ 2 เซลล์เพื่อชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์ บันทึกผลการอภิปรายในใบกิจกรรมที่ 2 ข้อที่ 3
12. นำเซลล์แสงอาทิตย์ไปวางบนแผ่นวางที่ปรับมุมเอียงได้ โดยมีครึ่งวงกลมใช้สำหรับวัดมุมเอียง ดังภาพที่ 4 ใช้เทปกาวแปะที่ด้านหลังของเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อยึดเซลล์แสงอาทิตย์ให้ติดกับแผ่นวาง
13. นำเซลล์แสงอาทิตย์และแผ่นวางไปวางไว้ในบริเวณที่มีแสงแดด โดยให้หันด้านหน้าของเซลล์แสงอาทิตย์เข้าหาดวงอาทิตย์
14. บิดลูกบิดของมัลติมิเตอร์ให้ลูกศรชี้ไปที่ตัวเลข 20 ในช่วงการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นต่อมัลติมิเตอร์กับเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแสดงในภาพที่ 4

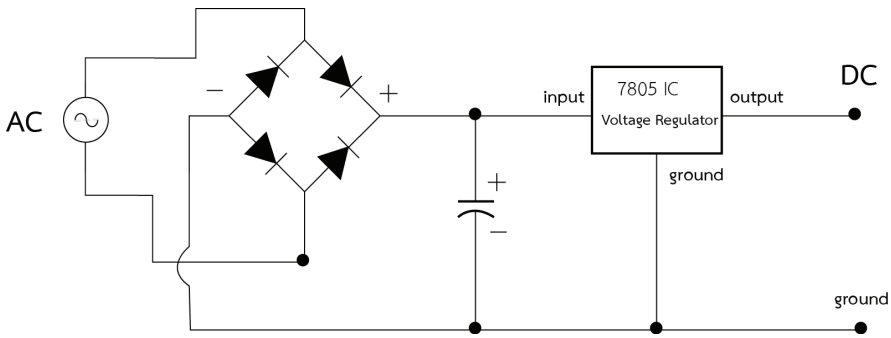


ภาพที่ 4 ก การวางเซลล์แสงอาทิตย์บนแผ่นวางที่ทำขึ้นเองอย่างง่าย
ข การวางเซลล์แสงอาทิตย์บนแผ่นวางโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ปรับมุมได้

15. ปรับแผ่นวางเซลล์แสงอาทิตย์ให้เอียงทำมุมค่าต่าง ๆ สังเกตตัวเลขที่ส่วนแสดงผลของมัลติมิเตอร์
16. อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการวางตัวของเซลล์แสงอาทิตย์เทียบกับดวงอาทิตย์กับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ บันทึกผลการอภิปรายในใบกิจกรรมที่ 2 ข้อที่ 4
17. ตอบคำถามท้ายใบกิจกรรมที่ 2

กิจกรรมที่ 3 ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยการปั่นจักรยาน

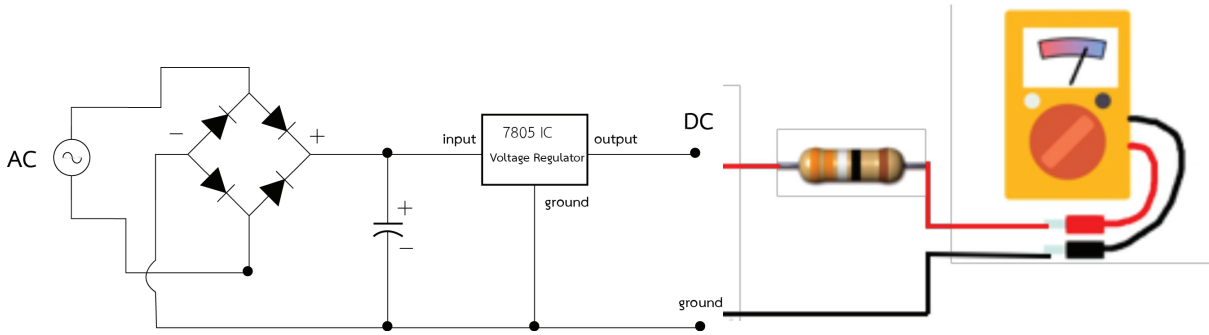
1. ศึกษาใบความรู้ที่ 3 เรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
2. อภิปรายร่วมกันเพื่อตอบคำถามใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยการปั่นจักรยาน ข้อที่ 1 - 2
3. ให้นักเรียนสร้างอุปกรณ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่จากพลังงานที่ได้จากไดนาโมจักรยาน โดยให้ต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในลักษณะดังแผนภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนภาพแสดงการต่อวงจรสำหรับชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่จากพลังงานที่ได้จากไดนาโมจักรยาน

4. นักเรียนอาจต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์โดยการใช้โปรโตบอร์ด หรือ ใช้วิธีการบัดกรีบนแผ่นวงจรพิมพ์
5. เมื่อนักเรียนได้ต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ดังภาพที่ 5 เรียบร้อยแล้ว ให้ครูตรวจสอบความถูกต้องของการต่อวงจร ก่อนนำไปทดสอบ
6. ในการทดสอบ ให้ใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นไดนาโมจักรยาน หรือ ชุดสาธิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
7. ต่อวงจรชาร์จแบตเตอรี่กับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ โดยการใช้สายไฟพร้อมปากหนีบสีแดง-ดำ ต่อระหว่างตัวกรองกระแสแบบเต็มคลื่นกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ดังแสดงในภาพที่ 5
8. บิดลูกบิดของมัลติมิเตอร์ให้ลูกศรชี้ไปที่ตัวเลข 20 ในช่วงการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นต่อมัลติมิเตอร์กับไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าของวงจรชาร์จแบตเตอรี่
9. เริ่มให้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจ่ายไฟ ซึ่งอาจทำได้ด้วยการปั่นจักรยาน หรือ หมุนชุดสาธิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สังเกตตัวเลขที่ส่วนแสดงผลของมัลติมิเตอร์

10. ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่แสดงบนส่วนแสดงผลของมัลติมิเตอร์มีค่าไม่คงที่ หรือมากกว่า 5 โวลต์ ให้ตรวจสอบการต่ออุปกรณ์ หรือ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่อาจมีการชำรุด หลังจากทำการแก้ไขแล้ว ให้ทำการทดสอบอีกครั้ง จนกว่าจะได้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 4 – 5 โวลต์ และเป็นค่าที่คงที่ บันทึกค่าที่ได้ในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อที่ 3
11. หยุดปั่นจักรยาน หรือ หยุดหมุนชุดสาธิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นำมัลติมิเตอร์ออก
12. นำสายสีแดงของมัลติมิเตอร์ไปเสียบในช่องที่มีตัวเลข 10 A จากนั้น บิดลูกบิดของมัลติมิเตอร์ให้ลูกศรชี้ไปที่ตัวเลข 10 ในช่วงการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง
13. ต่อมัลติมิเตอร์แบบอนุกรมกับไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าของวงจรชาร์จแบตเตอรี่ โดยให้นำตัวต้านทานต่อร่วมในวงจร ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แผนภาพแสดงการต่อวงจรในภาพที่ 5 กับตัวต้านทานและมัลติมิเตอร์เพื่อวัดกระแสไฟฟ้า

14. ปั่นจักรยาน หรือ หมุนชุดสาธิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สังเกตค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากไดนาโม บันทึกค่าที่วัดได้ในใบกิจกรรมข้อที่ 3 ถ้ากระแสไฟฟ้าที่แสดงบนจอมัลติมิเตอร์มีค่าไม่คงที่ ให้ตรวจสอบการต่ออุปกรณ์ หรือ ชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ที่อาจมีการชำรุด และหลังจากทำการแก้ไขแล้วให้ทำการทดสอบอีกครั้ง จนกว่าจะได้ค่ากระแสไฟฟ้าคงที่
15. หลังการทดสอบ ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับสมาชิกในกลุ่มถึงพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น จากนั้นให้ตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อที่ 4 - 6

กิจกรรมที่ 4 เปรียบเทียบนักวิทยาศาสตร์กับวิศวกร

1. ให้แต่ละกลุ่มศึกษาบทบาทและหน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์กับของวิศวกร และความแตกต่างระหว่างกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการทางวิศวกรรม ในใบความรู้ที่ 4 เรื่อง นักวิทยาศาสตร์และวิศวกร หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ
2. อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 4 ข้อที่ 1 – 3 บันทึกผลการอภิปราย

กิจกรรมที่ 5 ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด

1. แต่ละกลุ่มใช้เวลา 30 นาที อภิปรายร่วมกันเพื่อพิจารณาว่าจากสถานการณ์ในกิจกรรมที่ 1 นักเรียนจะออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาดตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดดังแสดงในตารางด้านล่างได้อย่างไร นักเรียนอาจสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์ หนังสือในห้องสมุด หรือ อาจถามจากผู้ที่ทำงานในด้านที่เกี่ยวข้อง

รายการ	เงื่อนไข
ระยะเวลา	ระยะเวลาในการออกแบบ 30 นาที ระยะเวลาในการสร้างและพัฒนา 6 ชั่วโมง
งบประมาณ	ไม่เกิน 500 บาท (งบประมาณไม่รวมเซลล์แสงอาทิตย์)
แหล่งพลังงาน	พลังงานสะอาด อย่างน้อย 1 ชนิด
ประสิทธิภาพ	สิ่งประดิษฐ์ที่พัฒนาขึ้น แสดงให้เห็นได้ว่า สามารถเปลี่ยนพลังงานสะอาดให้เป็นพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ดำรงชีวิตภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้
ลักษณะการใช้งาน	มีความคงทนต่อการใช้งาน ไม่ชำรุดเสียหายได้ง่าย จัดเก็บและติดตั้งได้สะดวก มีความปลอดภัย ไม่ทำให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้
การนำเสนอ	ใช้เวลา 10 นาที มีการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง มีการสาธิตการทำงานของสิ่งประดิษฐ์

2. ศึกษาแนวทางการให้คะแนน ในใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด
3. แต่ละกลุ่มบันทึกหลักการและความรู้ที่เกี่ยวข้อง พร้อมวาดภาพร่างของสิ่งประดิษฐ์ที่ออกแบบไว้ ลงในใบกิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 1
4. หลังจาก 30 นาที ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการออกแบบของสิ่งประดิษฐ์
5. เมื่อแต่ละกลุ่มได้แบบของสิ่งประดิษฐ์ที่ปรับปรุงแก้ไขดีแล้ว ให้วางแผนการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ เลือกซื้ออุปกรณ์ภายใต้งบประมาณที่กำหนดในเงื่อนไข จากนั้นลงมือสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามที่ได้ออกแบบไว้
6. ให้บันทึกผลความก้าวหน้าในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ ปัญหาและอุปสรรคที่พบ คำถามหรือสิ่งที่ต้องเรียน

รู้เพิ่มเติม และแผนการดำเนินงานในแต่ละช่วง ในใบกิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 2

7. ระหว่างการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ ให้นักเรียนประเมินตนเองในด้านการทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยใช้แนวทางการให้คะแนนการประเมินตนเองในใบกิจกรรมที่ 5
8. ให้เตรียมการนำเสนอและทดสอบสิ่งประดิษฐ์ในชั่วโมงสุดท้าย โดยให้พิจารณาแนวทางการให้คะแนนการนำเสนอในใบกิจกรรมที่ 5 ประกอบ

ข้อแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยอุปกรณ์เสริมหรือวิธีการอื่น

ถึงแม้จะมีอุปกรณ์หรือวิธีการที่สามารถช่วยในการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด หรือช่วยในการชาร์จแบตเตอรี่ให้เต็มความจุเร็วขึ้น แต่การชาร์จให้แบตเตอรี่ด้วยอุปกรณ์เสริมหรืออุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐานบ่อยครั้ง สามารถทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง และส่งผลให้เกิดความเสียหายกับแบตเตอรี่หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ การชาร์จด้วยอุปกรณ์เสริมหรือวิธีการอื่น จึงควรเป็นการชาร์จในกรณีจำเป็นชั่วคราวเท่านั้น ในการใช้งานปกติควรใช้อุปกรณ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ที่ได้มาตรฐาน ออกแบบสำหรับแบตเตอรี่นั้น ๆ โดยเฉพาะ เพื่อป้องกันความเสียหายกับแบตเตอรี่และอันตรายที่จะเกิดขึ้นตามมา

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 ทำความรู้จักกับแบตเตอรี่
2. ใบความรู้ที่ 2 พลังงานสะอาดและเซลล์แสงอาทิตย์
3. ใบความรู้ที่ 3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
4. ใบความรู้ที่ 4 นักวิทยาศาสตร์และวิศวกร
5. แหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับแบตเตอรี่และเซลล์ไฟฟ้าเคมี
   - เว็บไซต์เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของสถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล www.il.mahidol.ac.th/e-media/electrochemistry/web/electro_index.htm
   - เว็บไซต์เกี่ยวกับการจัดการแบตเตอรี่ที่ใช้แล้ว http://bangkokgreencity.bangkok.go.th และ www.pcd.go.th/info_serv/haz_battery.htm#s3
6. แหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานสะอาด
   - เว็บไซต์กรมพัฒนาพลังงานทดแทน www.dede.go.th
   - เว็บไซต์แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี ของกระทรวงพลังงาน www.eppo.go.th/ccep/energy_3-5.html
   - เว็บไซต์ศูนย์เรียนรู้พลังงานทดแทนบางจาก www.bangchak.co.th/(X(1)S(uw451z45xalrle45ijzub1vi))/sunny-bangchak/th/sunny-bangchak.aspx
   - เว็บไซต์สาระน่ารู้เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน www.sert.nu.ac.th/botcam.htm

แบบประเมินความรู้เบื้องต้นก่อนเรียน

กิจกรรม ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด

ชื่อ..... ชั้น.....

แบบประเมินนี้ เป็นการประเมินความเข้าใจเบื้องต้นของนักเรียนก่อนการทำกิจกรรม ในหัวข้อ วงจรไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า และพลังงานทดแทน ให้นักเรียนอ่านคำถามในแต่ละข้อ และอ่านตัวเลือกให้ครบทุกข้อ จากนั้นให้วงกลมตัวเลือกที่พิจารณาเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ตัวเลข 3.5 V และ 1,500 mAh ที่ระบุบนแบตเตอรี่ หมายถึงค่าอะไร
   ก. 3.5 V คือ ความจุของแบตเตอรี่ 1,500 mAh คือ เวลาในการให้กระแสไฟฟ้า
   ข. 3.5 V คือ กระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ จ่ายให้กับอุปกรณ์ 1,500 mAh คือ กำลังของแบตเตอรี่
   ค. 3.5 V คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ 1,500 mAh คือ ความจุของแบตเตอรี่
   ง. 3.5 V คือ กำลังของแบตเตอรี่ 1,500 mAh คือ ความจุของแบตเตอรี่

2. พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแบตเตอรี่ สร้างขึ้นได้อย่างไร
   ก. เกิดจากปฏิกิริยาของสารเคมีที่เสียดสีกันภายในแบตเตอรี่
   ข. เกิดจากการให้ขั้วแบตเตอรี่สัมผัสกับขั้วของอุปกรณ์
   ค. เกิดจากวงจรไฟฟ้าในแบตเตอรี่ ที่ออกแบบให้กำเนิดไฟฟ้า
   ง. เกิดจากกระบวนการไฟฟ้าเคมี

3. ในเดือนเมษายน ถ้ามีการใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กขนาด 60 วัตต์ วันละ 5 ชั่วโมง จะต้องเสียค่าไฟจากการใช้แบตเตอรี่ในเดือนเมษายนเท่าไร กำหนดให้ค่าไฟหน่วยละ 4 บาท
   ก. 320 บาท
   ข. 120 บาท
   ค. 96 บาท
   ง. 36 บาท
4. ข้อใดเป็นแนวทางที่เหมาะสมการใช้และดูแลรักษาแบตเตอรี่
   ก. ใช้แบตเตอรี่ใหม่รวมกับแบตเตอรี่เก่า เพื่อความประหยัด
   ข. ชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อแบตเตอรี่หมด หรือ ใกล้หมด
   ค. นำแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วไปทิ้งรวมกับขยะทั่วไป

ง. เมื่อไม่ได้ใช้อุปกรณ์ที่มีแบตเตอรี่เป็นเวลานาน ให้ถอดแบตเตอรี่ออกจากอุปกรณ์

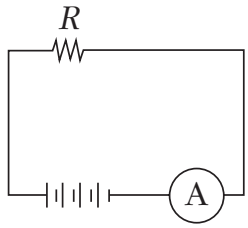
5. กระบวนการใช้น้ำจากเขื่อนมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า เป็นการเปลี่ยนรูปของพลังงานจากชนิดใดเป็นชนิดใดบ้าง
   ก. พลังงานศักย์ เป็น พลังงานจลน์ และ สุดท้ายเป็น พลังงานไฟฟ้า
   ข. พลังงานจลน์ เป็น พลังงานศักย์ และ สุดท้ายเป็น พลังงานไฟฟ้า
   ค. พลังงานเคมี เป็น พลังงานจลน์ และ สุดท้ายเป็น พลังงานไฟฟ้า
   ง. พลังงานเคมี เป็น พลังงานศักย์ และ สุดท้ายเป็น พลังงานไฟฟ้า

6. โรงไฟฟ้าที่ใช้แก๊สธรรมชาติในการผลิตพลังงานไฟฟ้า มีอุปกรณ์หลักในการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าคืออะไร
   ก. แบตเตอรี่ และ ไดนาโม
   ข. กังหัน และ ไดนาโม
   ค. กังหัน และ แบตเตอรี่
   ง. หม้อแปลงไฟฟ้า และ ไดนาโม

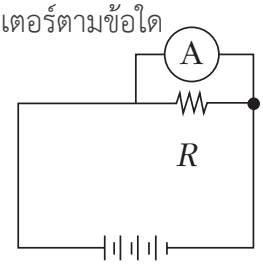
7. กระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ นำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
   ก. ใช้ได้ เพราะกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถให้พลังงานที่เพียงพอ
   ข. ใช้ได้ เพราะแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์เพียงพอสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า
   ค. ใช้ไม่ได้ เพราะกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง
   ง. ใช้ไม่ได้ เพราะแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มีขั้วที่ตรงกันข้ามกับเครื่องใช้ไฟฟ้า

8. ถ้าต้องการวัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน จะต้องต่อแอมมิเตอร์ตามข้อใด

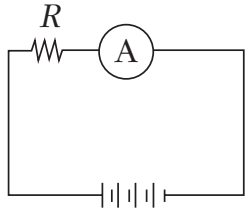
ก.



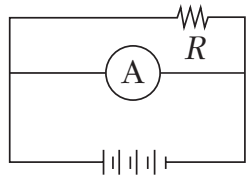
ข.



ค.



ง.



9. ถ้าจะใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากไดนาโม จะต้องมีการปรับให้ปุ่มตัวเลือกย่านการวัดให้มีลักษณะดังภาพใด

ก.

ข.

ค.

ง.

10. ถ้าต้องการได้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จำนวน 3 แผง จะต้องทำอย่างไร
    ก. นำเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง มาต่อกันแบบอนุกรม
    ข. นำเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง มาต่อกันแบบขนาน
    ค. นำเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง มาต่อกันแบบผสม
    ง. นำเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แผง มาต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยตรง

ใบกิจกรรมที่ 1

ทำความรู้จักกับแบตเตอรี่

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแบตเตอรี่จากใบความรู้ที่ 1 หรือจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ในหัวข้อที่สนใจ จากนั้นเขียนสรุปเนื้อหาที่ได้สืบค้นลงในบรรทัดด้านล่าง

หัวข้อเรื่อง .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ที่มาของข้อมูล

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. แบตเตอรี่คืออะไร และมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. จงเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาในแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดที่ใช้ในรถยนต์

.....
.....
.....
.....

3. ให้ระบุแนวทางการใช้แบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพ และปลอดภัย มา 3 วิธี

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. แบตเตอรี่ประเภทใดที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และวิธีการจัดการกับแบตเตอรี่ประเภทดังกล่าวที่ใช้แล้วควรทำอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ใบกิจกรรมที่ 2

ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

บันทึกผลการทำกิจกรรม ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

1. แนวทางการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ คือ

.....

.....

.....

.....

.....

2. สาเหตุที่โทรศัพท์เคลื่อนที่แสดงหรือไม่แสดงสถานะการชาร์จ เมื่อต่อกับเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจาก

.....

.....

.....

.....

3. จากการต่อเซลล์แสงอาทิตย์ 2 เซลล์แบบอนุกรม และ แบบขนาน สรุปเกี่ยวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. การวางตัวของเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อเทียบกับดวงอาทิตย์ มีความสัมพันธ์กับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ คือ

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. นอกจากแนวการวางตัวของเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อเทียบกับดวงอาทิตย์ จะมีผลต่อพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์แล้ว ยังมีปัจจัยอะไรอีกบ้างที่มีผลต่อการให้พลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

2. ถ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีอยู่ สามารถชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ วิธีการใดที่จะสามารถใช้เซลล์แสงอาทิตย์ชาร์จแบตเตอรี่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

ใบกิจกรรมที่ 3

ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยการปั่นจักรยาน

1. ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยมหน้ารายชื่ออุปกรณ์หลักที่ต้องใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานกล

   - ☐ ทรานซิสเตอร์
   - ☐ LED
   - ☐ ตัวควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า
   - ☐ ตัวกรองกระแสแบบเต็มคลื่น
   - ☐ ตัวเก็บประจุ
   - ☐ ตัวต้านทาน
   - ☐ ถ่านไฟฉาย

2. การนำพลังงานกลมาใช้ชาร์จแบตเตอรี่ ต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง จงอธิบาย

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

3. บันทึกผลการทดสอบต่อไปนี้

   - เมื่อต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเข้ากับแผ่นวงจรที่สร้างขึ้น และใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากแผ่นวงจร พบว่า
     แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้ เท่ากับ ..... โวลต์
   - เมื่อต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับกับตัวต้านทาน และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าของไฟฟ้ากระแสตรง พบว่า
     กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ เท่ากับ ..... แอมแปร์

4. ถ้าให้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าเป็นไดนาโมของจักรยาน ประสิทธิภาพของการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยการปั่นจักรยานขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง จงอธิบาย

.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. การชาร์จแบตเตอรี่ส่งผลอย่างไรกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จงอธิบาย

.....
.....
.....
.....
.....

6. ถ้าต้องการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานกล ให้ปลอดภัย ควรต้องระมัดระวังในเรื่องใด จงอธิบาย

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ใบกิจกรรมที่ 4

เปรียบเทียบนักวิทยาศาสตร์กับวิศวกร

1. นักวิทยาศาสตร์แตกต่างจากวิศวกร คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมือนกับกระบวนการทางวิศวกรรม คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกระบวนการทางวิศวกรรม คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 5

ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด

ให้ศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนการออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด ดังตารางด้านล่าง

เกณฑ์การให้คะแนนการพัฒนาอุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ไม่สามารถแสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องและไม่สามารถเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างชิ้นงานได้	แสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องแต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง	แสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องและแสดงความเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง
ความสำเร็จของงาน	สามารถทำงานสำเร็จแต่ไม่เป็นตามเงื่อนไขทั้งหมด และใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนด	สามารถทำงานสำเร็จแต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด หรือ ใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนด	สามารถทำงานสำเร็จและเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด ภายในเวลาที่กำหนด
ประสิทธิภาพของชิ้นงาน	ไม่มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของผลงาน	มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของผลงาน แต่ไม่มีการวิเคราะห์และนำผลการวิเคราะห์มาใช้พัฒนาชิ้นงาน	มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของผลงาน และดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพได้ มีการวิเคราะห์ผล และนำผลการวิเคราะห์มาใช้พัฒนาชิ้นงาน
การวางแผนและการทำงานร่วมกัน	ไม่มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน ไม่มีการระดมความคิด อภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน มีบางคนไม่มีส่วนร่วมในกระบวนการออกแบบและพัฒนาชิ้นงาน	มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน ไม่มีการระดมความคิด อภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน มีบางคนไม่มีส่วนร่วมในกระบวนการออกแบบและพัฒนาชิ้นงาน	มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน มีการอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน ในประเด็นปัญหาที่พบ ทุกคนมีส่วนร่วมในกระบวนการทำงานออกแบบและพัฒนาชิ้นงาน
ความคิดสร้างสรรค์	ใช้แนวคิดที่มีในแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยมีการให้เครดิตกับเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการปรับปรุง หรือ พัฒนาขึ้น จากแนวคิดต้นแบบ	มีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานขึ้นจากแนวคิดต้นแบบ และมีการให้เครดิตกับเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	ใช้จินตนาการ และแนวคิดที่แปลกใหม่ ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดต้นแบบ พร้อมมีการให้เครดิตกับเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
ความคิดเชิงวิจารณญาณ	ไม่มีร่องรอย (ในบันทึกการบรรยายหรือ การอภิปราย) ของการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ และ ไม่มีการเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดหรือชิ้นงานตนเองกับชิ้นงานอื่น ๆ	ไม่มีการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ถึงความถูกต้องและ ความน่าเชื่อถือ หรือ ไม่มีการเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดหรือชิ้นงานของตนเองกับชิ้นงานอื่น ๆ	มีการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ และ มีการเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดหรือชิ้นงานของตนเองกับชิ้นงานอื่น ๆ และนำผลมาพิจารณาในการพัฒนาชิ้นงาน

เกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินตนเองของนักเรียน (self-assessment) ในการทำงานร่วมกันเป็นทีม

รายการประเมิน	คะแนนและคำอธิบายระดับศักยภาพในการทำงานเป็นทีม		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
การให้ความร่วมมือ	ฉันทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ไม่ดี และไม่ได้ทำงานในส่วนใด ๆ ของโครงงานเลย	ฉันทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ดีเป็นบางเวลา และสมาชิกในกลุ่มเป็นคนทำงานเกือบทั้งหมด	ฉันทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ดีและได้แบ่งรับหน้าที่รับผิดชอบเท่ากับสมาชิกในทีมทุกคน
การมีส่วนร่วม	ฉันมีส่วนร่วมในการทำงานน้อยและในเวลาส่วนใหญ่ ฉันไม่ใส่ใจกับงาน	ฉันมีส่วนร่วมในการทำงานแต่พบว่า ฉันเสียเวลากับการทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ และ ฉันพบว่า ฉันมีปัญหากับการให้ความสนใจกับงาน	ฉันมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ และให้ความสนใจกับงานในช่วงเวลาการทำงานตลอด
การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ฉันมักไม่ใส่ใจรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม เพราะฉันมีแนวคิดของตนเองที่ต้องการนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับฟัง	ฉันรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มบางครั้ง แต่ฉันกระตือรือร้นที่จะนำเสนอแนวคิดของตนเองและแทรกขึ้นมาระหว่างการนำเสนอของผู้อื่นบ่อยครั้ง	ฉันมีความใส่ใจและรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มก่อนที่จะเสนอแนวคิดหรือข้อคิดเห็นของตนเอง
การแสดงความคิดเห็นและสะท้อนความรู้ความเข้าใจ	ฉันไม่เคยแสดงหรือสะท้อนความคิดเห็นของฉันให้สมาชิกคนอื่นในกลุ่มได้รับฟัง	ฉันแสดงหรือสะท้อนความคิดเห็นก็ต่อเมื่อมีสมาชิกในกลุ่มบอกให้ฉันทำ	ฉันเสนอหรือสะท้อนแนวคิดเชิงบวกและสร้างสรรค์เป็นส่วนใหญ่
การเป็นผู้นำ	ฉันชอบที่จะเป็นผู้ตามในช่วงเวลาส่วนใหญ่ของการทำงาน และไม่พร้อมที่จะรับบทบาทเป็นผู้นำ	ฉันสามารถรับบทบาทเป็นผู้นำ แต่ชอบที่จะดำเนินการด้วยตนเองมากกว่า	ฉันพร้อมที่จะรับบทบาทในการเป็นผู้นำในการทำงานส่วนหนึ่งส่วนใดทุกครั้ง และช่วยให้สมาชิกในกลุ่มได้มีส่วนร่วม
พฤติกรรมการทำงาน	ฉันพยายามแต่ต้องได้รับการบอกกล่าวและย้ำเตือนเป็นประจำ ให้ทำงานให้เสร็จและทันเวลาที่กำหนด	ฉันได้รับการบอกกล่าวและย้ำเตือนจากสมาชิกในกลุ่มหลายครั้งในการทำงานให้เสร็จและทันเวลาที่กำหนด	ฉันใส่ใจกับการทำโครงงานตลอดเวลา โดยไม่ต้องให้มีการบอกกล่าวหรือย้ำเตือน และฉันส่งเสริมให้สมาชิกในกลุ่มใส่ใจในการทำงานในลักษณะเดียวกัน

เกณฑ์การให้คะแนนการนำเสนอ

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
การบรรยาย	บรรยายถึงข้อมูล หลักการ ผลการทดสอบ กราฟ ฯลฯ และอธิบายให้เหตุผลประกอบไม่ชัดเจน ผู้ฟังไม่สามารถติดตามและเข้าใจได้	บรรยายถึงข้อมูล หลักการ ผลการทดสอบ กราฟ ฯลฯ และอธิบายให้เหตุผลประกอบ อย่างชัดเจน กระชับ สอดคล้องกัน ผู้ฟังสามารถติดตามและเข้าใจได้ส่วนใหญ่ ใช้ความเร็วในการพูดที่ช้าหรือเร็วเกินไป และ มีการใช้คำควบกล้ำไม่ถูกต้อง	บรรยายถึงข้อมูล หลักการ ผลการทดสอบ กราฟ ฯลฯ และอธิบายให้เหตุผลประกอบ อย่างชัดเจน กระชับ สอดคล้องกัน ผู้ฟังสามารถติดตามและเข้าใจได้ง่ายทั้งหมด ใช้ความเร็วในการพูดที่พอดี ไม่ช้าหรือเร็วเกินไป มีการใช้คำควบกล้ำได้ถูกต้อง
สื่อที่ใช้ในการนำเสนอ	สื่อประกอบต่าง ๆ เช่น ภาพ กราฟ วิดีโอคลิป สอดคล้องกับเนื้อหาและส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาได้บ้าง การนำเสนอสื่อต่าง ๆ มีการขัดข้องหลายครั้ง	สื่อประกอบต่าง ๆ เช่น ภาพ กราฟ วิดีโอคลิป สอดคล้องกับเนื้อหา และส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาส่วนใหญ่ การนำเสนอสื่อต่าง ๆ มีการขัดข้องบ้าง	สื่อประกอบต่าง ๆ เช่น ภาพ กราฟ วิดีโอคลิป สอดคล้องกับเนื้อหา และส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาทั้งหมด การนำเสนอสื่อต่าง ๆ เป็นไปอย่างราบรื่น ไม่ติดขัด
เนื้อหา	มีเนื้อหาไม่ครบทุกหัวข้อที่จำเป็นในการนำเสนอ มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่สับสน ผู้ฟังไม่สามารถติดตามและเข้าใจได้ทั้งหมด ภาพ คลิป หรือข้อความที่นำมาใช้ไม่มีการอ้างอิงที่มา	มีเนื้อหาของหัวข้อที่จำเป็นในการนำเสนอไม่ครบทุกหัวข้อ หรือ มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่ ผู้ฟังไม่สามารถติดตามและเข้าใจได้ง่าย หรือ ภาพ คลิป หรือข้อความที่นำมาใช้ ไม่มีการอ้างอิงที่มาบางชิ้น	มีเนื้อหาของหัวข้อที่จำเป็นในการนำเสนอครบทุกหัวข้อ มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่ผู้ฟังสามารถติดตามและเข้าใจได้ง่าย ภาพ คลิป หรือข้อความที่นำมาใช้มีการอ้างอิงที่มาถูกต้องทั้งหมด
บุคลิกภาพและการแสดงออก	มีการสบตาผู้ฟัง แต่มีการมองที่สไลด์หรือเอกสารบ่อยครั้ง ใช้มือและท่าทางไม่เหมาะสม หรือ บุคลิกไม่มีความมั่นใจ แต่งกายไม่สุภาพเรียบร้อย	มีการสบตาผู้ฟัง และมีการมองที่สไลด์หรือเอกสารบ้างเล็กน้อย ใช้มือและท่าทางไม่เหมาะสม หรือ บุคลิกไม่มีความมั่นใจ หรือ แต่งกายไม่สุภาพเรียบร้อย อย่างใดอย่างหนึ่ง	มีการสบตาผู้ฟัง และมีการมองที่สไลด์หรือเอกสารบ้างเล็กน้อย ใช้มือและท่าทางได้เหมาะสม บุคลิกมีความมั่นใจ แต่งกายสุภาพเรียบร้อย
การควบคุมเวลา	นำเสนอน้อยกว่า หรือ เกินเวลาที่กำหนดมากกว่า 5 นาที	นำเสนอได้น้อยกว่าหรือเกินเวลาที่กำหนดเล็กน้อย	นำเสนอได้ภายในเวลาที่กำหนด

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนนร้อยละ	80 – 100	หมายถึง	ดีมาก
คะแนนร้อยละ	70 – 79	หมายถึง	ดี
คะแนนร้อยละ	60 – 69	หมายถึง	พอใช้
คะแนนร้อยละ	1 – 59	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

ตอนที่ 1

1. นักเรียนต้องใช้ข้อมูลและความรู้เรื่องใดบ้างในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด

   .....

   .....

   .....

   .....

2. แนวคิดที่สมาชิกในกลุ่มตัดสินใจเลือกคือแนวคิดใด มีหลักการของการทำงานสิ่งประดิษฐ์อย่างไร จงอธิบาย

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

ภาพร่างการออกแบบสิ่งประดิษฐ์

ตอนที่ 2

ช่วงที่ 1

1. ความก้าวหน้าในการพัฒนาอุปกรณ์

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

.....

3. คำถามหรือสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมในช่วงที่ 2

.....

.....

.....

.....

4. แผนการดำเนินงานในช่วงที่ 2

.....

.....

.....

.....

ช่วงที่ 2

1. ความก้าวหน้าในการพัฒนาอุปกรณ์

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

.....

3. คำถามหรือสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมในช่วงที่ 3

.....

.....

.....

.....

4. แผนการดำเนินงานในช่วงที่ 3

.....

.....

.....

.....

ช่วงที่ 3

1. ความก้าวหน้าในการพัฒนาอุปกรณ์

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. คำถามหรือสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม

.....

.....

.....

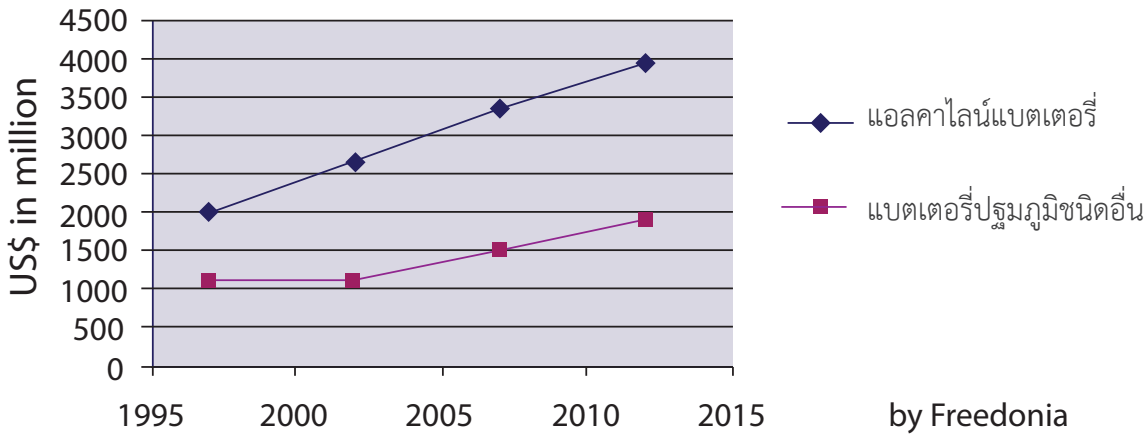
.....

.....

ใบความรู้ที่ 1

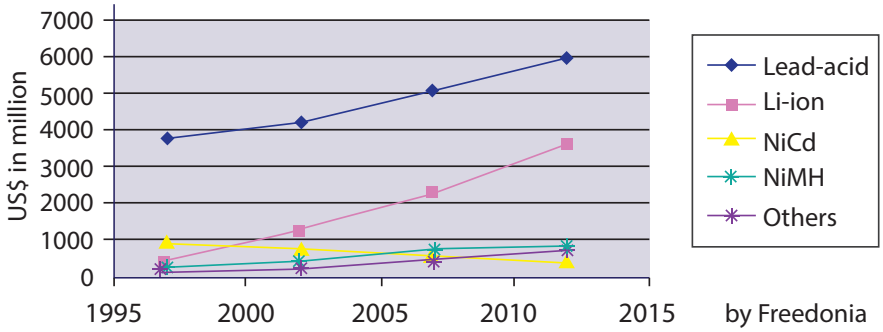
ทำความรู้จักกับแบตเตอรี่

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับเป็นแหล่งกักเก็บและให้พลังงานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ โดยเฉพาะเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีลักษณะการใช้งานแบบพกพา เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายรูประบบดิจิทัล และ จากความก้าวหน้าของการพัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT หรือ Information and Communication Technology) ที่ส่งผลให้อุปกรณ์แบบพกพาชนิดต่าง ๆ มีประโยชน์ใช้สอยในหลากหลายด้านมากขึ้น ทำให้ปริมาณการใช้แบตเตอรี่ทั่วโลกเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ดังแสดงในภาพที่ 1.1 และ 1.2



ภาพที่ 1.1 กราฟแสดงปริมาณการบริโภคแบตเตอรี่ปฐมภูมิทั่วโลก

นอกจากนี้ จากปัญหาการเริ่มเข้าสู่สภาวะการขาดแคลนพลังงานและปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นและการขับเคลื่อนสังคมและเศรษฐกิจด้วยแหล่งพลังงานหลักที่ใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เช่น ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ หรือ น้ำมัน ทำให้นานาประเทศพยายามเปลี่ยนมาใช้แหล่งพลังงานทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หรือ “พลังงานสะอาด” (clean energy) เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม หรือ พลังงานจากคลื่น ซึ่งพลังงานสะอาดส่วนใหญ่ มีข้อจำกัดหลักคือ ความไม่เสถียรของการสร้างพลังงาน เช่น ในเวลากลางคืนไม่มีแสงอาทิตย์ หรือ ในบางช่วงของวัน ลมที่พัดไม่แรงเพียงพอ ดังนั้น อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกักเก็บพลังงานสะอาดในช่วงเวลาที่มีการผลิตสูงเพื่อนำมาใช้ในเวลาที่ต้องการอย่าง “แบตเตอรี่” จึงเป็นอุปกรณ์สำคัญในโลกที่ต้องเผชิญกับปัญหาสภาวะการขาดแคลนพลังงานและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม



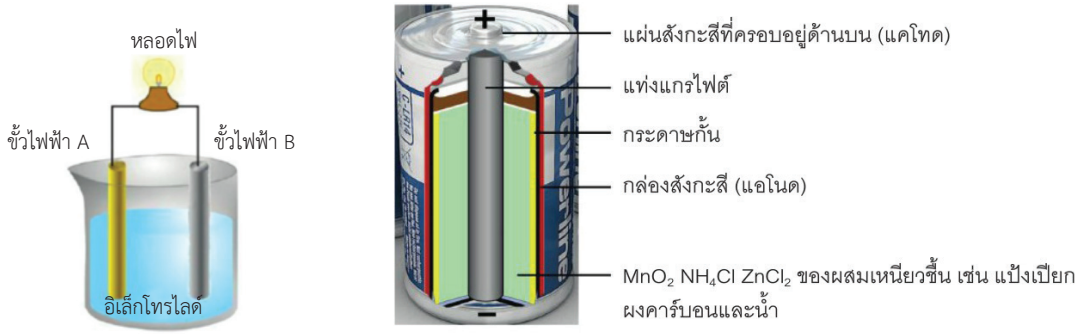
ภาพที่ 1.2 กราฟแสดงปริมาณการบริโภคแบตเตอรี่ทุติยภูมิหรือแบบที่อัดประจุหรือชาร์จได้ทั่วโลก

การเรียนรู้เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ รวมทั้งแนวทางการใช้แบตเตอรี่ที่ถูกต้อง ปลอดภัย และ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงเป็นเรื่องสำคัญในการดำรงชีวิตในปัจจุบันและในอนาคต

แบตเตอรี่คืออะไร

แบตเตอรี่คือ อุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมี (electrochemical cells) ตั้งแต่หนึ่งเซลล์ขึ้นไป โดยเซลล์แต่ละเซลล์มีการต่อกันทางไฟฟ้าและสามารถเปลี่ยนพลังงานเคมีที่สะสมไว้ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้

เซลล์ไฟฟ้าเคมี (electrochemical cells) ประกอบด้วย ขั้วไฟฟ้า (electrode) อย่างน้อยสองขั้วที่ทำจากวัสดุที่นำไฟฟ้า และอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นของเหลว เมื่อมีการต่อขั้วทั้งสองขั้วของเซลล์ไฟฟ้าเคมีด้วยตัวนำไฟฟ้า เช่น สายไฟ อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่ง โดยทิศทางการเคลื่อนที่จะขึ้นกับสมบัติของขั้วไฟฟ้าและอิเล็กโทรไลต์ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอย่างต่อเนื่องระหว่างขั้วทั้งสองของเซลล์ไฟฟ้าเคมีผ่านตัวนำ ทำให้เกิด “กระแสไฟฟ้า” ที่นำไปใช้งานได้



ภาพที่ 1.3 เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่มีการต่อขั้วทั้งสองกับหลอดไฟ (ซ้ายมือ)

และภาพตัดแสดงส่วนประกอบของถ่านไฟฉาย (ขวามือ)

เพื่อการทำความเข้าใจที่ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถชมวิดีโอคลิปแสดงการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้ที่เว็บไซต์ https://youtu.be/C26pH8kC_Wk

ในแบตเตอรี่ นอกจากจะประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่มีการต่อกันแล้ว ยังมีตัวแบ่ง (separator) ที่ทำหน้าที่คั่นระหว่างขั้วไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่นำมาต่อกัน เพื่อไม่ให้ทำปฏิกิริยากัน ดังนั้น โดยสรุปองค์ประกอบหลักของแบตเตอรี่มี 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

1. ขั้วลบ หรือ แอโนด (anode) เป็นขั้วที่เมื่อทำปฏิกิริยาเคมีกับอิเล็กโทรไลต์แล้วจะให้อิเล็กตรอน
2. ขั้วบวก หรือ แคโทด (cathode) เป็นขั้วที่เมื่อทำปฏิกิริยาเคมีกับอิเล็กโทรไลต์แล้ว จะเกิดสมบัติในการดึงดูดอิเล็กตรอน
3. อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) เป็นสารที่อาจอยู่ในสถานะใดก็ได้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารละลายที่ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุที่พร้อมเคลื่อนที่หรือนำกระแสไฟฟ้า
4. ตัวแบ่ง (separator) เป็นวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ทำหน้าที่แบ่งคั่นระหว่างขั้วสองขั้ว

สัญลักษณ์ของแบตเตอรี่ในแผนภาพแสดงวงจรไฟฟ้าคือ

โดยที่เส้นยาวบางระบุขั้วบวก ส่วนเส้นสั้นหนาระบุขั้วลบ

ประวัติการค้นพบและการพัฒนาของแบตเตอรี่

จากหลักฐานการพบวัตถุโบราณ ทำให้มีการคาดการณ์ว่า ได้มีการประดิษฐ์แบตเตอรี่เมื่อกว่า 2,000 ปี ก่อน โดยแบตเตอรี่ที่ค้นพบอยู่ในพื้นที่ของประเทศอิรัก มีลักษณะเป็นไหทำจากดินเหนียว โดยมีท่อกลวงทรงกระบอกที่ทำจากทองแดงติดตั้งไว้ตรงกลางของไห และมีแท่งเหล็กอยู่ตรงแกนของท่อ

ภาพที่ 1.4 ภาพของแบตเตอรี่ที่ใช้เมื่อประมาณ 2,000 กว่าปีที่แล้ว

ในปี ค.ศ. 1791 กัลวานี (Luigi Galvani) ได้สังเกตเห็นว่า เมื่อเขาใช้แท่งโลหะยาวจิ้มที่ขาของกบที่เสียชีวิตแล้ว ขาของกบจะกระตุกขึ้นลง ทำให้เขาคิดว่า การจิ้มขากบด้วยแท่งโลหะเป็นการให้ “พลังชีวิต” ให้กับกบ ซึ่งภายหลัง เขาได้เรียนรู้ว่า เนื่องจากกบที่เสียชีวิตแล้วนั้น วางอยู่บนแผ่นโลหะ (ที่เป็นชนิดที่ต่างจากแท่งโลหะ) และเมื่อใช้แท่งโลหะสัมผัส จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ขากบจึงมีการกระตุก

ภาพที่ 1.5 กัลวานี (Luigi Galavni) นักฟิสิกส์และแพทย์ชาวอิตาเลียน (ค.ศ. 1737 – 1798) (ภาพจาก https://commons.wikipedia.org)

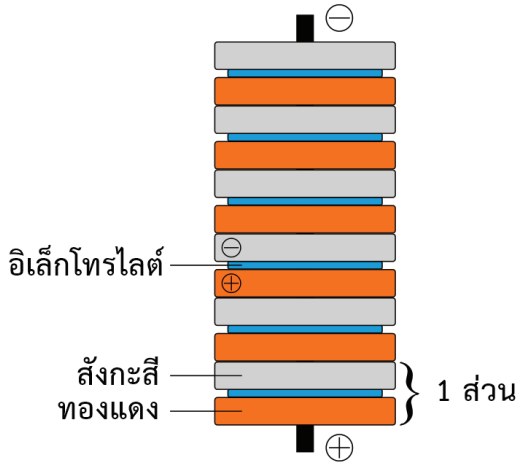
ในปี ค.ศ. 1799 วอลตา (Alessandro Volta) นักฟิสิกส์ชาวอิตาเลียน ได้ทราบผลการค้นพบของกัลวานี และได้พิจารณาเห็นว่า สาเหตุที่ทำให้ขาของกบมีการกระตุกเนื่องจากการมีปฏิกิริยาบางอย่างระหว่างแท่งโลหะที่นำมาจิ้มขากบกับแผ่นโลหะที่ใช้วางกบ เขาจึงได้ทดลองนำแผ่นโลหะต่างชนิดกันสองแผ่นมาแนบกับลิ้นด้านบนและลิ้นด้านล่างของเขาเพื่อทดสอบปฏิกิริยาของลิ้นต่อสิ่งที่ไหลระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองผลปรากฏว่าลิ้นของเขารับรู้รสชาติเหมือนกรด

ต่อมา เขาได้ลองนำกระดาษลังที่เปียกชุ่มด้วยน้ำเกลือมาเป็นวัสดุแทนลิ้นของเขา จากนั้น นำแผ่นโลหะ 2 ชนิด ได้แก่ สังกะสี และ เงิน มาประกบ แล้วนำอุปกรณ์แต่ละชิ้นมาวางซ้อนกันเป็นชั้น ๆ จำนวนหลายชั้น จากนั้น เขาได้เชื่อมต่อส่วนบนสุดของชั้นอุปกรณ์กับส่วนล่างสุดด้วยลวดโลหะ เขาพบว่า อุปกรณ์ชิ้นนี้สามารถให้กระแสไฟฟ้าได้

อุปกรณ์ของวอลตา ต่อมาได้รับการตั้งชื่อว่า Voltaic pile ซึ่งถือได้ว่าเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีเซลล์แรกของโลก ในเวลาต่อมา วอลตาได้พัฒนาให้ Voltaic pile จ่ายกระแสไฟฟ้าได้เสถียรยิ่งขึ้น และเป็นเวลานานมากขึ้น ด้วยการเปลี่ยนคู่แผ่นโลหะเป็นสังกะสีและทองแดง และเปลี่ยนอิเล็กโทรไลต์เป็นกรดซัลฟูริกผสมกับน้ำ หรือน้ำเกลือ ซึ่งสามารถเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีได้ดังนี้ $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ และ $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

ภาพที่ 1.6 วอลตา (Alessandro Volta) นักฟิสิกส์ชาวอิตาเลียน (ค.ศ. 1745 – 1827)

ก

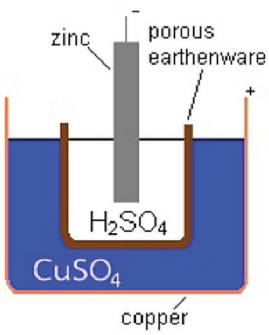


ข

ภาพที่ 1.7 ก Voltaic pile ในพิพิธภัณฑ์แสดงงานของวอลตา ที่เมืองโคโม ประเทศอิตาลี (ภาพโดย GuidoB)
ข แผนภาพแสดงส่วนประกอบของ Voltaic pile (ภาพโดย Luigi Chiesa)

ในปี ค.ศ. 1836 แดเนียล (John F. Daniell) นักเคมีชาวอังกฤษ ได้พัฒนาเซลล์ไฟฟ้าเคมีต่อยอดจาก Voltaic pile โดยให้ชื่อเซลล์ดังกล่าวว่า Daniell cell ซึ่งประกอบด้วยหม้อที่ทำจากทองแดงบรรจุสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ภายในหม้อมีภาชนะที่ทำจากกระเบื้อง โดยในภาชนะมีกรดซัลฟูริกและแผ่นสังกะสีจุ่มอยู่ ลักษณะดังแสดงในภาพที่ 1.8

เซลล์ไฟฟ้าของแดเนียล ให้กระแสไฟฟ้าที่เสถียรกว่าและนานกว่าเซลล์ของวอลตา จึงได้กลายเป็นมาตรฐานของอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ในสมัยนั้น และเป็นเซลล์ไฟฟ้าเซลล์แรกที่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้จริง โดยเฉพาะการนำไปใช้กับเครื่องโทรเลข



ภาพที่ 1.8 ภาพวาดแสดงส่วนประกอบของ Daniell cell

อย่างไรก็ตาม เซลล์ไฟฟ้าเคมีในแบตเตอรี่ที่ทำจากอิเล็กโทรไลต์แบบเป็นสารละลายมีความเสี่ยงสูงต่อการรั่วไหลสู่ภายนอก อีกทั้งภาชนะที่ใช้บรรจุเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบมีอิเล็กโทรไลต์มักจะทำจากแก้ว ทำให้เสี่ยงต่อการแตกเสียหาย เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ได้รับการพัฒนาขึ้นในช่วงแรก จึงยังไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในอุปกรณ์พกพาแบบต่าง ๆ

จนกระทั่งในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 ได้มีการประดิษฐ์เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบที่ใช้อิเล็กโทรไลต์เป็นสารที่มีลักษณะเป็นแป้งเปียก (paste) ส่งผลให้มีการนำเซลล์ไฟฟ้าเคมีไปใช้กับอุปกรณ์พกพาได้เป็นอย่างดี

ชนิดของแบตเตอรี่

เมื่อพิจารณาตามลักษณะของอิเล็กโทรไลต์ สามารถแบ่งแบตเตอรี่ได้ 2 ประเภท ได้แก่

(1) **แบตเตอรี่แห้ง (dry cell)** ใช้อิเล็กโทรไลต์ที่มีลักษณะเป็นแป้งเปียก (paste) ซึ่งมีความชื้นพอดีสำหรับให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านได้ แบตเตอรี่แห้งสามารถนำไปใช้งานได้ไม่ว่าจะมีการจัดวางในลักษณะใด เนื่องจากไม่มีสารที่เป็นของเหลวที่อาจจะหกหรือรั่วออกมาข้างนอกแบตเตอรี่

(2) **แบตเตอรี่น้ำ (wet cell หรือ storage battery)** ใช้อิเล็กโทรไลต์ที่มีสถานะเป็นของเหลว บางประเภทสามารถอัดประจุ หรือ ชาร์จได้ เช่น แบตเตอรี่ตะกั่วกรดในรถยนต์

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาตามลักษณะการใช้งานของแบตเตอรี่ สามารถแบ่งแบตเตอรี่ได้ 2 ประเภท ได้แก่

(1) **แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (primary battery)** เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้งานแล้ว จะไม่สามารถนำกลับมาชาร์จเพื่อนำมาใช้อีกครั้งได้ ยกตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่แบบอัลคาไลน์ หรือ แบตเตอรี่แบบลิเทียม หรือ ที่เรียกด้วยคำที่ใช้ทั่วไปว่า “ถ่าน” สำหรับใช้ในวิทยุ นาฬิกา หรือ รีโมทโทรทัศน์

(2) **แบตเตอรี่ทุติยภูมิ (secondary battery)** เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้งานแล้ว สามารถนำมาชาร์จเพื่อนำกลับมาใช้งานใหม่ได้ ยกตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Li-ion) ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ หรือ แบตเตอรี่ในรถยนต์

แบตเตอรี่ทุติยภูมิ มีทั้งแบบน้ำและแบบแห้ง ชนิดที่นิยมใช้ ได้แก่

- **แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (lead-acid battery)** ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลล์ 6 เซลล์ซึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 2 โวลต์ แบตเตอรี่จึงมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 12 โวลต์ มีขั้ว (electrode) ทำจากตะกั่ว เมื่อมีการอัดประจุหรือชาร์จ แผ่นตะกั่วที่เชื่อมต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่จะทำปฏิกิริยากับอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งเป็นกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) จะทำให้ได้ Pb^{2+} ซึ่งจะรวมกับออกซิเจน ทำให้ได้ เลด (IV) ออกไซด์ ดังสมการเคมี

$$Pb(s) \rightarrow Pb^{2+}(aq) + 2e^-$$
$$Pb^{2+}(aq) + O_2(g) \rightarrow PbO_2(s)$$

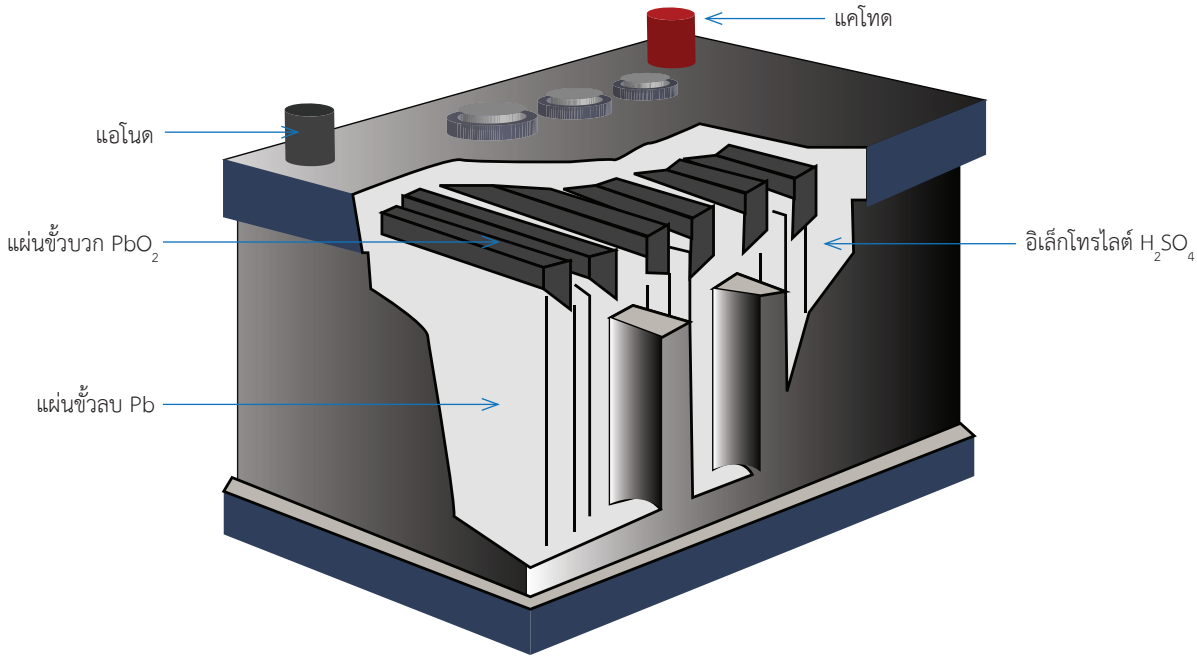
จากนั้น แผ่นตะกั่วที่มี PbO_2 จะทำหน้าที่เป็นแอโนด ในขณะที่แผ่นตะกั่วอีกแผ่น จะทำหน้าที่เป็นแคโทด ซึ่งมีปฏิกิริยาเคมีที่จ่ายกระแสไฟฟ้าและการชาร์จดังนี้

- ปฏิกิริยาที่แอโนด

$$PbO_2(s) + HSO_4^{2-}(aq) + 3H^+(aq) + 2e^- \underset{\text{ชาร์จ}}{\overset{\text{จ่ายไฟ}}{\leftrightarrows}} PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$$

- ปฏิกิริยาที่แคโทด

$$Pb(s) + HSO_4^{2-}(aq) \underset{\text{ชาร์จ}}{\overset{\text{จ่ายไฟ}}{\rightleftharpoons}} PbSO_4(s) + H^+(aq) + 2e^-$$



ภาพที่ 1.9 ตัวอย่างแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดที่ใช้ในรถยนต์

แบตเตอรี่ชนิดนี้ นิยมใช้กับยานพาหนะชนิดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น รถ เรือ จักรยานยนต์ นอกจากนี้ยังนิยมใช้ในเครื่องสำรองไฟฟ้าและปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ (UPS) และ อุปกรณ์สำหรับกักเก็บพลังงานในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ การจัดการกับแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดที่เสื่อมสภาพแล้ว ต้องมีการจัดการที่ถูกวิธี เนื่องจากตะกั่วและกรดเป็นสารที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต ผู้ใช้อาจนำแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดที่เสื่อมสภาพแล้วไปขายกับร้านรับซื้อของเก่า หรือ นำไปให้กับร้านขายแบตเตอรี่ เมื่อซื้อแบตเตอรี่อันใหม่ เพื่อให้ร้านนำไปรีไซเคิลต่อไป

- **แบตเตอรี่ลิเทียม หรือ แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (lithium-ion หรือ Li-ion)** การใช้ลิเทียมเป็นองค์ประกอบภายในของแบตเตอรี่เนื่องจากลิเทียมเป็นธาตุที่มีความสามารถในการให้อิเล็กตรอนได้ดีที่สุด แบตเตอรี่ชนิดนี้มีจุดโดดเด่นที่ มีน้ำหนักเบา มีความจุต่อน้ำหนักสูง และไม่มี memory effect ที่ทำให้การอัดประจุเข้าใหม่ขณะที่ยังมีประจุไฟฟ้าเดิมค้างอยู่ส่งผลให้แบตเตอรี่ไม่สามารถชาร์จได้ความจุสูงสุดที่เคยมีอยู่ได้

ภาพที่ 1.10 แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน (Li-ion)

ขั้วบวกหรือแคโทดของแบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออนทำจากสารประกอบที่มีลิเทียม ไม่ว่าจะเป็น Lithium Cobalt Oxide ($LiCoO_2$) Lithium Manganese Oxide ($LiMn_2O_4$) Lithium Iron Phosphate ($LiFePO_4$) โดยแต่ละชนิด จะให้สมบัติที่แตกต่างกัน

ขั้วลบหรือแอโนดของแบตเตอรี่ ทำจากแกรไฟต์ซึ่งเป็นผลึกของธาตุคาร์บอน ส่วนอิเล็กโทรไลต์เป็นสารละลายอินทรีย์ที่มีส่วนผสมของเกลือลิเทียม

สำหรับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่เป็นที่นิยมมากที่สุดที่ใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ แท็บเล็ต และโน้ตบุ๊ก คือแบบที่แคโทดทำจาก Lithium Cobalt Oxide ($LiCoO_2$) ซึ่งปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าและการชาร์จ เป็นดังนี้ (ให้ x เป็นจำนวนโมล)

- ปฏิกิริยาที่แอโนด $LiCoO_2 \underset{\text{ชาร์จ}}{\overset{\text{จ่ายไฟ}}{\leftrightarrows}} Li_{1-x}CoO_2 + xLi^+ + xe^-$

- ปฏิกิริยาที่แคโทด $C + xLi^+ + xe^- \underset{\text{ชาร์จ}}{\overset{\text{จ่ายไฟ}}{\leftrightarrows}} CLi_x$

การจัดการกับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่ใช้แล้ว ควรนำไปทิ้งในที่หน่วยงาน ห้างร้าน หรือ จุดที่รับรวบรวมแบตเตอรี่ที่ใช้แล้ว เพื่อให้มีการนำไปรีไซเคิลต่อไป เพราะสารต่าง ๆ ในแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่ถ้าในบริเวณใกล้ที่พักอาศัยหรือโรงเรียน ไม่มีจุดรับทิ้งแบตเตอรี่ ให้แยกทิ้งกับแบตเตอรี่ประเภทอื่น ๆ โดยมีการใช้เทปปิดบริเวณขั้วของแบตเตอรี่เสียก่อน จากนั้น เมื่อรวบรวมได้ปริมาณมากพอ ให้นำไปให้เจ้าหน้าที่เก็บขยะ หรือ ร้านรับซื้อของเก่า ได้นำไปกำจัดอย่างถูกวิธีต่อไป

- **แบตเตอรี่แบบนิกเกิล (nickel-based Battery)** มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 1.2 โวลต์ ขั้วบวกหรือแคโทดของแบตเตอรี่นิกเกิลทำจากสารประกอบของนิกเกิล (III) ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ นิกเกิลออกไซด์ไฮดรอกไซด์ (NiO (OH)) อาบอยู่บนโลหะนิกเกิล ในขณะที่ขั้วลบหรือแอโนด ทำจากสารเคมีแตกต่างกัน เช่น แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมียม (NiCd หรือ Ni-Cd) ใช้โลหะแคดเมียมเป็นแอโนด ส่วนแบตเตอรี่นิกเกิลเมทัล

ไฮไดรด์ (NiMH หรือ Ni-MH) ใช้โลหะผสม หรือ อัลลอย (alloy) ที่มีสมบัติดูดซับไฮโดรเจนเป็นแอโนด ส่วนอิเล็กโทรไลต์เป็นสารแอลคาไลน์ ซึ่งส่วนใหญ่คือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

ภาพที่ 1.11 แบตเตอรี่แบบนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ (NiMH)

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าและการชาร์จ เป็นดังนี้ (ให้ x เป็นจำนวนโมล)

- ปฏิกิริยาที่แอโนด $Cd\ (s) + 2OH^-\ (aq) \underset{\text{ชาร์จ}}{\overset{\text{จ่ายไฟ}}{\leftrightarrows}} Cd(OH)_2\ (s) + 2e^-$
- ปฏิกิริยาที่แคโทด $2NiO(OH)\ (s) + 2H_2O\ (l) + 2e^- \underset{\text{ชาร์จ}}{\overset{\text{จ่ายไฟ}}{\leftrightarrows}} 2Ni(OH)_2\ (s) + 2OH^-\ (aq)$

แบตเตอรี่ประเภทนี้นิยมใช้ในอุปกรณ์พกพาต่าง ๆ เช่น เครื่องคิดเลข กล้องถ่ายรูป เลเซอร์ชนิดไร้สาย การจัดการกับแบตเตอรี่นิกเกิลที่ใช้แล้ว ควรแยกเป็นขยะที่เป็นพิษ เนื่องจาก แคดเมียมเป็นโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต จากนั้น ให้นำไปทิ้งในจุดรับทิ้งของหน่วยงาน ห้างร้าน หรือ จุดที่รับรวบรวมแบตเตอรี่ที่ใช้แล้ว เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ดำเนินการกำจัดอย่างถูกวิธีต่อไป

ข้อควรปฏิบัติในการใช้และดูแลรักษาแบตเตอรี่

1. ปฏิบัติตามข้อแนะนำการใช้งานแบตเตอรี่ที่ระบุไว้ในคู่มือใช้งาน เช่น ถ้าเป็นแบตเตอรี่นิกเกิลแบบ NiCd หรือ NiMH ในการใช้งานครั้งแรก ควรชาร์จแบตเตอรี่เป็นเวลา 10 ชั่วโมงขึ้นไป เพื่อให้แบตเตอรี่ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ
2. เก็บแบตเตอรี่ที่ถอดจากอุปกรณ์ไว้ในที่เก็บที่ขั้วของแบตเตอรี่ไม่มีการสัมผัสกับโลหะ เช่น กุญแจ ปลั๊กไฟ ลวดเสียบกระดาษ ฯลฯ เพราะอาจทำให้เกิดการลัดวงจร และเกิดประกายไฟได้
3. เก็บแบตเตอรี่ไว้ในที่แห้ง ไม่มีการสัมผัสกับน้ำ
4. ถ้ามีสารแปลกปลอมบริเวณขั้วของแบตเตอรี่ ให้ทำความสะอาดด้วยผ้าสะอาด หรือ ยางลบ เพื่อการทำงานได้เต็มประสิทธิภาพของแบตเตอรี่
5. ซื้อแบตเตอรี่ในจำนวนที่ต้องการใช้งานในขณะนั้น เนื่องจากแบตเตอรี่มีการปล่อยประจุไปเรื่อย ๆ
6. ในการชาร์จแบตเตอรี่ ควรให้แบตเตอรี่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง เนื่องจากประสิทธิภาพการชาร์จจะลดลงอย่างมาก ตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น

7. ในการชาร์จแบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน ไม่ควรชาร์จแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่หมด หรือ ใกล้หมด เพราะจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็วยิ่งขึ้น
8. ถ้าแบตเตอรี่มีรอยแตกร้าว หรือ บวม เนื่องจากแบตเตอรี่ได้รับการกระทบกระเทือนจากการตกจากที่สูง หรือ จากการกระแทกกับวัตถุอื่น ๆ ควรเปลี่ยนแบตเตอรี่ทันที
9. เมื่อแบตเตอรี่เสื่อมสภาพแล้ว ควรนำแบตเตอรี่ออกจากตัวอุปกรณ์ทันที และนำไปทิ้งอย่างถูกวิธี

ข้อควรหลีกเลี่ยงการใช้และดูแลรักษาแบตเตอรี่

1. ไม่ควรเก็บแบตเตอรี่ไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ในรถยนต์ที่จอดไว้กลางแดด หรือ ในลิ้นชักที่ใกล้เตาไฟในห้องครัว
2. ไม่ควรเก็บแบตเตอรี่ไว้ในบริเวณที่มีความชื้นสูง
3. ไม่ควรใช้แบตเตอรี่ที่ซื้อมาใหม่กับแบตเตอรี่เก่า เพราะจะทำให้แบตเตอรี่ใหม่มีอายุการใช้งานสั้นลง
4. ไม่ควรนำแบตเตอรี่ที่ไม่สามารถชาร์จใหม่ได้ มาชาร์จ เพราะอาจทำให้เกิดการระเบิดและรั่วไหลของสารเคมีภายในได้
5. เมื่อไม่ได้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ แท็บเล็ต เป็นเวลานาน ไม่ควรเก็บแบตเตอรี่ไว้ในตัวอุปกรณ์ เพราะจะทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานสั้นลง
6. ไม่ใช้แบตเตอรี่ต่างชนิดกันร่วมกัน เช่น ใช้แบตเตอรี่แบบชาร์จใหม่ได้ ร่วมกับแบตเตอรี่แบบชาร์จใหม่ไม่ได้
7. ไม่ควรทิ้งอุปกรณ์ที่ใช้แล้วขณะที่ยังมีแบตเตอรี่อยู่ ควรถอดแบตเตอรี่ออกจากอุปกรณ์ และนำไปทิ้งแยกจากอุปกรณ์
8. ไม่ควรแกะ เจาะ หรือทำให้ภายนอกแบตเตอรี่เสียหาย
9. ไม่ควรนำแบตเตอรี่ไปทิ้งในกองไฟ หรือ ในน้ำ เพราะอาจทำให้แบตเตอรี่ระเบิด หรือสารเคมีภายในแบตเตอรี่รั่วออกมาปนเปื้อนกับน้ำ
10. ไม่ควรเก็บแบตเตอรี่ในกระเป๋าหรือถุงที่อาจทำให้เกิดการสัมผัสของขั้วแบตเตอรี่กับวัสดุที่เป็นโลหะ เช่น เหรียญ คลิปหนีบกระดาษ กุญแจ ฯลฯ เพราะอาจทำให้เกิดการลัดวงจร และเกิดประกายไฟได้

แบตเตอรี่หมด หมายความอย่างไร

แบตเตอรี่หมด หมายถึง ปฏิกิริยาเคมีภายในแบตเตอรี่ไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ เนื่องจากสารเคมีที่มีอยู่ในแบตเตอรี่ได้ทำปฏิกิริยาไปจนหมด หรือ อาจเกิดจากส่วนประกอบสำคัญของเซลล์ไฟฟ้าเคมีในแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ เช่น แท่งของขั้วบวกหรือขั้วลบภายในเซลล์แบตเตอรี่ขึ้นสนิม หรือ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ระเหยไปหมด

ทำไมโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงระเบิด

จากข่าวเกี่ยวกับการระเบิดของโทรศัพท์เคลื่อนที่ พบว่ามีหลากหลายสาเหตุ ดังนี้

1. มีการใช้อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ที่ไม่ได้มาตรฐาน และใช้โทรศัพท์ขณะชาร์จแบตเตอรี่ เนื่องจากในการชาร์จแบตเตอรี่จะส่งผลให้แผงวงจรในโทรศัพท์เคลื่อนที่มีอุณหภูมิสูง และเมื่อมีการใช้โทรศัพท์ในขณะชาร์จไปพร้อมกันด้วยอุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ที่ไม่ได้มาตรฐาน จะส่งผลให้แผงวงจรของเครื่องโทรศัพท์มีการทำงานไปพร้อมกับการชาร์จ ทำให้อุณหภูมิสูงยิ่งขึ้น และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการระเบิดได้

2. ในกรณีของโทรศัพท์เคลื่อนที่บางเครื่องไม่มีระบบตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อชาร์จแบตเตอรี่ได้เต็ม การชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่ทิ้งไว้ข้ามคืน อาจทำให้เกิดการชาร์จเกินความจุของแบตเตอรี่ หรือที่เรียกว่า overcharging ซึ่งส่งผลให้เกิดความร้อนสูงในโทรศัพท์เคลื่อนที่ และเป็นสาเหตุให้เกิดการระเบิดได้
3. เมื่อมีการใช้อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ที่ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอของกระแสไฟฟ้าที่ชาร์จ หรือ มีกระแสไฟฟ้ามากเกินกว่าที่โทรศัพท์เคลื่อนที่จะรับได้
4. มีการชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง เช่น การชาร์จขณะที่วางโทรศัพท์เคลื่อนที่ไว้กลางแดด หรือ การชาร์จในบริเวณใกล้เตาไฟในห้องครัว

ข้อควรปฏิบัติในการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่

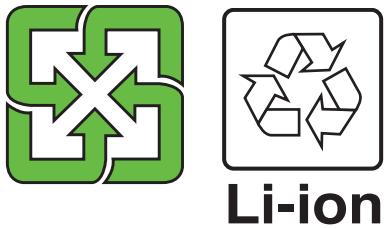
1. ควรใช้แบตเตอรี่ที่ได้มาตรฐาน มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ ที่บริเวณขั้วแบตเตอรี่ไม่มีสิ่งแปลกปลอม ไม่มีรอยแตกร้าวที่ตัวแบตเตอรี่ และ แบตเตอรี่ไม่มีลักษณะบวม
2. ควรชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยอุปกรณ์สำหรับชาร์จที่ได้มาตรฐาน ให้กระแสไฟฟ้าที่สม่ำเสมอ และ มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เหมาะสมกับแบตเตอรี่ที่ชาร์จ
3. ในกรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่มีระบบตัดไฟเมื่อมีการชาร์จแบตเตอรี่เต็ม ไม่ควรชาร์จแบตเตอรี่ทิ้งไว้ข้ามคืน หรือ ควรถอดอุปกรณ์ชาร์จออก เมื่อแบตเตอรี่ได้รับการชาร์จเต็มความจุแล้ว
4. ขณะที่ชาร์จแบตเตอรี่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ หากไม่จำเป็น ไม่ควรใช้โทรศัพท์ไปพร้อมกัน
5. ควรชาร์จแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่มีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง ไม่ควรชาร์จขณะที่แบตเตอรี่มีอุณหภูมิสูง หรือ ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง
6. ควรนำโทรศัพท์เคลื่อนที่ออกจากเคส หรือ ปลอก หรือ ซอง เมื่อทำการชาร์จ เพื่อให้มีการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากการชาร์จ

สัญลักษณ์ต่าง ๆ บนแบตเตอรี่

CE

หมายถึง ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้รับการรับรองมาตรฐานของประเทศในสหภาพยุโรป ตัวอักษร C.E. ย่อมาจากคำว่า Conformité Européenne ซึ่งแปลว่า ได้ผ่านมาตรฐานของสหภาพยุโรป

หมายถึง ผลิตภัณฑ์ได้รับการรับรองความปลอดภัย จากบริษัท NYCE ซึ่งเป็นผู้รับรองความปลอดภัยในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วสามารถนำไปรีไซเคิลได้

หมายถึง ไม่ควรทิ้งผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วรวมกับขยะอื่น ๆ ในถังขยะทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

Rechargeable Battery Recycling Corporation & National Geographic Society. Battery Lesson Plan. Retrieved from http://www.panasonic.com/environmental/rbrc_lesson_plan.pdf

Buchman, I. (2015). *Battery University*. Retrieved from http://batteryuniversity.com/

ใบความรู้ที่ 2

พลังงานสะอาดและเซลล์แสงอาทิตย์

พลังงานสะอาด

พลังงานสะอาด (clean energy) เป็นพลังงานทดแทน หรือ พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง ชนิดที่ไม่ส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม หรือ พลังงานชีวมวล ส่วนพลังงานทดแทนที่ส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม เช่น ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ หรือ หินน้ำมัน

พลังงานน้ำ

พลังงานลม

พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานชีวมวล

ภาพที่ 2.1 พลังงานสะอาด

เนื่องจากพลังงานจากแสงอาทิตย์ เป็นแหล่งพลังงานที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้สะดวก ปลอดภัย และมีค่าใช้จ่ายไม่แพงมาก โดยใช้อุปกรณ์ที่มีชื่อว่า “เซลล์แสงอาทิตย์” สำหรับการเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า จึงจะนำเสนอข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์ และ แนวทางการใช้ ดังนี้

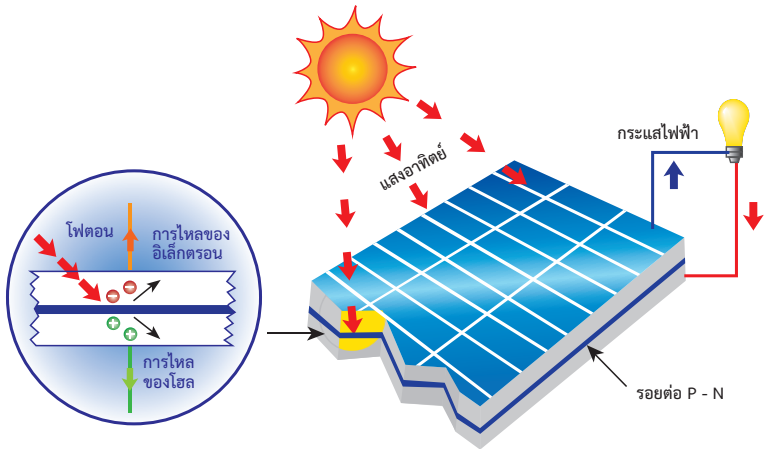
เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ หรือ Solar Cell เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า พีวี หรือ PV ซึ่งย่อมาจากคำว่า photovoltaic ซึ่งเป็นการผสมคำสองคำที่สื่อถึงกระบวนการในการเปลี่ยนแสง (photon) ให้เป็นไฟฟ้า (voltage)

ปรากฏการณ์พีวี หรือ PV effect ได้รับการค้นพบเมื่อปี ค.ศ. 1839 เมื่อนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการเบลล์ (Bell Laboratory) ซึ่งได้แก่ แชปปิน (Chapin) ฟูลเลอร์ (Fuller) และเพียร์สัน (Pearson) ได้ค้นพบว่า “ซิลิคอน” (ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของทราย) สามารถให้กระแสไฟฟ้าได้เมื่อได้รับแสงอาทิตย์ จากนั้น เมื่อมีการค้นคว้าด้านสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) เพิ่มเติม พวกเขาได้ค้นพบวิธีการสร้างรอยต่อ P-N ของผลึกซิลิคอน และได้ประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์เซลล์แรกของโลก ซึ่งมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าประมาณ 6% และได้นำไปสู่การพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับใช้กับดาวเทียม เครื่องคิดเลข และ นาฬิกา ก่อนจะมีการพัฒนาเพิ่มเติมให้ใช้กับอาคารบ้านเรือน ซึ่งในปัจจุบัน เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้โดยทั่วไปมีประสิทธิภาพประมาณ 19 – 22 %

หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์มีหลากหลายชนิด โดยแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าและสมบัติบางประการที่แตกต่างกัน เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ใช้ทั่วไปประกอบด้วยวัสดุสองชิ้นที่มีความสามารถในการให้อิเล็กตรอนต่างกันนำมาต่อกัน การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นเมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้อิเล็กตรอนบางตัวในเซลล์แสงอาทิตย์มีพลังงานมากพอและประพฤติตนเป็นอิเล็กตรอนอิสระ ซึ่งจะถูกผลักโดยสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุสองชิ้นที่ใช้สร้างเซลล์แสงอาทิตย์ และเมื่อต่อเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนที่ไปตามสายไฟเกิดเป็นกระแสไฟฟ้าที่ไปถ่ายโอนพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้



ภาพที่ 2.2 แผนภาพแสดงการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือชนิดที่ทำจากสารอินทรีย์ และชนิดที่ทำจากสารอนินทรีย์

1. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารอินทรีย์

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารอินทรีย์ (organic solar cell) ใช้สารกึ่งตัวนำที่เป็นสารอินทรีย์มาใช้เป็นส่วนประกอบ เช่น สีย้อมอินทรีย์ (organic dye) พลาสติก หรือ พอลิเมอร์ที่มีสมบัตินำไฟฟ้า ซึ่งใช้ในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (dye-sensitized solar cells) และเซลล์แสงอาทิตย์แบบพลาสติก หรือ แบบพอลิเมอร์ (polymer solar cell) ตามลำดับ

เซลล์แสงอาทิตย์ประเภทนี้ มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้น้อยกว่า และมีอายุการใช้งานสั้นกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารอนินทรีย์ จึงยังไม่มีการผลิตเชิงพาณิชย์อย่างแพร่หลาย แต่เนื่องจากสมบัติที่สำคัญคือ มีราคาไม่แพง สามารถผลิตได้ง่าย สามารถนำไปติดตั้งบนพื้นผิวที่ไม่ใช่กระจก และสามารถออกแบบให้มีลักษณะเป็นแผ่นที่มีความยืดหยุ่นและโค้งงอได้ ทำให้สถาบันและบริษัทเอกชนต่าง ๆ มีการลงทุนค้นคว้าวิจัยเพื่อพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทนี้

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (dye-sensitized solar cells)

2. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารอนินทรีย์

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารอนินทรีย์ (inorganic solar cell) แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบกึ่งตัวนำ และ เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน

2.1 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบกึ่งตัวนำ (compound semiconductor solar cell)

เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าสูงถึง 20-25% ของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ แต่มีราคาแพง จึงนิยมใช้งานด้านอวกาศ ตัวอย่างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ได้แก่ เซลล์แสงอาทิตย์แกลเลียมอาร์เซไนด์ (gallium arsenide, GaAs) เซลล์แสงอาทิตย์ซีไอจีเอส (CIGS) ซึ่งย่อมาจาก copper indium gallium selenide เซลล์แสงอาทิตย์แคดเมียมเทลลูไรด์ (cadmium telluride, CdTe)

2.2 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน (silicon solar cell)

เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมนำมาใช้งานมากที่สุด เนื่องจากความคงทนต่อสภาพแวดล้อม และ ราคาไม่แพง มี 3 ชนิดได้แก่

(1) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว หรือ mono crystalline silicon solar cell เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าชนิดอื่น แต่มีราคาแพงที่สุด เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมโดนตัดออก คล้าย ๆ รูปแปดเหลี่ยม ดังแสดงในภาพที่ 2.4

ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว (mono crystalline silicon solar cell)

(2) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกรวม หรือ poly crystalline silicon solar cell เป็นเซลล์ที่มีราคาไม่แพงเท่ากับเซลล์แบบผลึกเดี่ยว แต่มีประสิทธิภาพน้อยกว่า ลักษณะของเซลล์เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมที่มุมไม่โดนตัดออก

(3) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดอะมอร์ฟัส หรือ amorphous silicon solar cell มีลักษณะเป็นฟิล์มบางประมาณ 0.5 ไมครอน น้ำหนักเบา แต่มีประสิทธิภาพเพียง 5 – 10% จึงเหมาะกับการนำมาใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ต้องการแรงเคลื่อนไฟฟ้ามาก เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกาข้อมือ

ในปัจจุบัน เซลล์แสงอาทิตย์ที่วางขายในท้องตลาด มีหลากหลายรูปแบบ การจะเลือกซื้อเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อนำมาใช้งาน ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของแรงเคลื่อนไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และ ลักษณะการใช้งาน

มัลติมิเตอร์และวิธีการใช้

มัลติมิเตอร์ (Multimeter) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณทางไฟฟ้าได้หลากหลายปริมาณ เช่น กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า ความต้านทาน โดยในการวัด จะวัดได้ทีละปริมาณ ดังนั้น มัลติมิเตอร์จึงสามารถเป็นได้ทั้ง แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ หรือ โอห์มมิเตอร์

จอแสดงผลของมัลติมิเตอร์มีทั้งแบบเข็ม หรือ แบบแอนะล็อก (analog multimeter) และ แบบแสดงตัวเลข หรือ แบบดิจิทัล (digital multimeter) ซึ่งในปัจจุบัน มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัลมีราคาลดลงมาก จึงเป็นที่นิยมกว่า

ส่วนประกอบหลักของมัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล

มัลติมิเตอร์มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนคือ

1. ส่วนแสดงผล (display)
2. ลูกบิดปรับเลือก (selection knob)
3. ช่องเสียบสายวัด (ports)

ภาพที่ 2.5 ส่วนประกอบหลักของมัลติมิเตอร์

ส่วนแสดงผล แสดงตัวเลข 4 ตำแหน่ง และสามารถมีเครื่องหมายลบได้ ซึ่งหมายถึงปริมาณที่วัดได้ “กลับขั้ว”

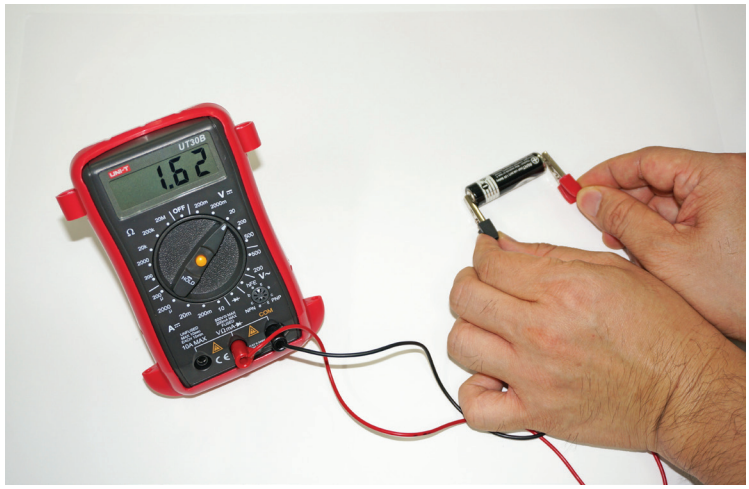
ลูกบิดปรับเลือก ใช้ตั้งให้มัลติมิเตอร์วัดปริมาณ ชนิด และช่วงค่าที่ต้องการ

ช่องเสียบสายวัด มี 3 ช่องคือ ช่อง COM ซึ่งย่อมาจากคำว่า common ในภาษาอังกฤษ มักใช้เป็นช่องสำหรับต่อสายดิน หรือ ขั้วลบ ซึ่งนิยมเสียบด้วยสายวัดสีดำ ส่วนอีกช่อง มีสัญลักษณ์ VΩmA เป็นช่องสำหรับต่อไปยังขั้วบวกของวงจร นิยมเสียบด้วยสายวัดสีแดง ซึ่งช่องเสียบนี้ ใช้สำหรับการวัดปริมาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ (V) ความต้านทาน (Ω) และ กระแสไฟฟ้า (A) ที่ต่ำกว่า 200 mA (200 10^{-3} A) นอกจากนี้ ยังมีช่องเสียบที่มีสัญลักษณ์ 10A MAX ระบุไว้ด้านบน ซึ่งเป็นช่องสำหรับการวัดเฉพาะกรณีกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัดมีค่ามากกว่า 200 mA แต่ไม่เกิน 10 A

วิธีการใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัลวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่

ในกรณีที่ต้องการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของถ่านไฟฉาย AA 1 ก้อน

1. บิดลูกบิดปรับเลือกให้ลูกศรชี้ไปที่ตัวเลข 20 ในช่วงการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งมีตัวอักษร V
2. เสียบสายวัดสีดำที่ขั้วลบ (COM) และสายวัดสีแดงที่ขั้วบวก (V Ω mA) ของมัลติมิเตอร์
3. นำหัววัดของสายวัดสีแดงไปแตะที่ขั้วบวกของถ่านไฟฉาย และ หัววัดของสายวัดสีดำ ไปแตะที่ขั้วลบของถ่านไฟฉาย โดยพยายามใช้แรงกด หรือ บีบเล็กน้อย เพื่อให้หัววัดแนบกับขั้วของถ่านไฟฉาย ดังแสดงในภาพด้านล่าง
4. อ่านค่าที่แสดงบนส่วนแสดงผลของมัลติมิเตอร์



ภาพที่ 2.6 การใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของถ่านไฟฉาย

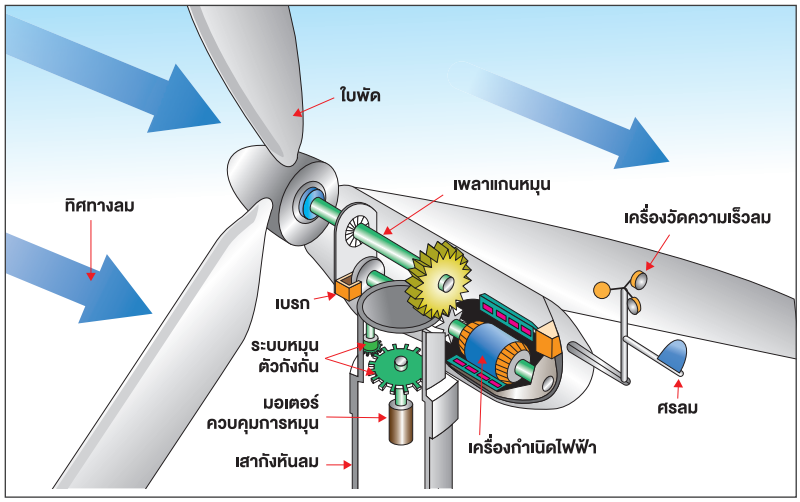
ในกรณีที่ต้องการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของไดนาโมจักรยาน

1. บิดลูกบิดปรับเลือกให้ลูกศรชี้ไปที่ตัวเลข 200 ในช่วงการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งมีตัวอักษร V~
2. เสียบสายวัดสีดำที่ขั้วลบ (COM) และสายวัดสีแดงที่ขั้วบวก (V Ω mA) ของมัลติมิเตอร์
3. นำหัววัดของสายวัดสีแดงไปแตะ (หรือ หนีบ ในกรณีที่ปลายหัววัดเป็นปากหนีบ) ที่ขั้วใดขั้วหนึ่งของไดนาโม และ หัววัดของสายวัดสีดำไปแตะที่อีกขั้วหนึ่ง
4. ปั่นจักรยาน และ อ่านค่าที่แสดงบนส่วนแสดงผลของมัลติมิเตอร์

ใบความรู้ที่ 3

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

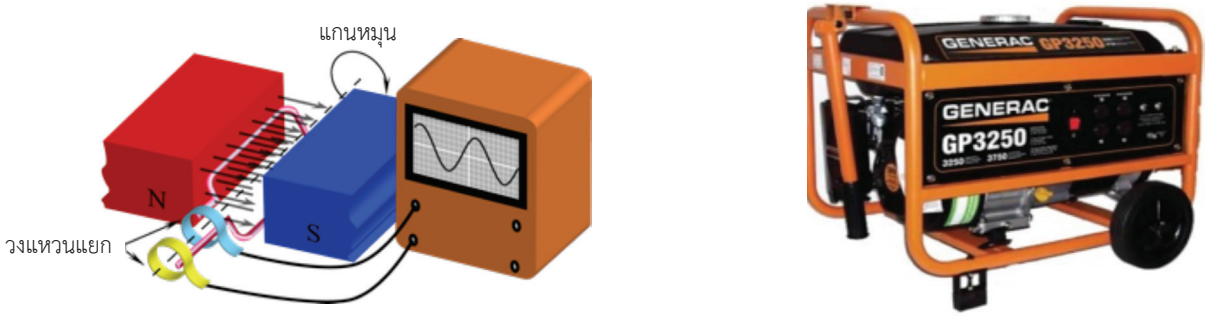
นอกจากพลังงานจากแสงอาทิตย์ แหล่งพลังงานสะอาดที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง คือ พลังงานกล (mechanical energy) ไม่ว่าจะเป็นพลังงานกลที่อยู่ในรูปของพลังงานจลน์ (kinetic energy) ที่ได้มาจากการหมุนของใบพัดกังหันลม พลังงานกลที่อยู่ในรูปของพลังงานศักย์โน้มถ่วง (gravitational potential energy) ที่ได้จากการตกของน้ำที่อยู่บริเวณเหนือเขื่อนมายังบริเวณด้านล่างเขื่อน หรือ พลังงานกลจากการปั่นจักรยาน โดยพลังงานกลจะได้รับการเปลี่ยนไปเป็นพลังงานไฟฟ้าสำหรับนำไปใช้งานหรือกักเก็บในแบตเตอรี่ได้โดยอาศัยอุปกรณ์ที่มีชื่อเรียกว่า “เครื่องกำเนิดไฟฟ้า” (electric generator) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า



ภาพที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบในกังหันลมผลิตไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าบางครั้ง จะเรียกว่า “ไดนาโม” (dynamo) เนื่องจากอุปกรณ์ทั้งสอง ทำหน้าที่เหมือนกันคือเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า แต่เนื่องจากในอดีต ระหว่างช่วงที่มีการพัฒนาระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า คำว่า “ไดนาโม” ใช้เรียกอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น แต่ในปัจจุบัน เนื่องจากมีการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นส่วนใหญ่ ไดนาโม จึงหมายถึงอุปกรณ์ที่ให้กำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเช่นเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

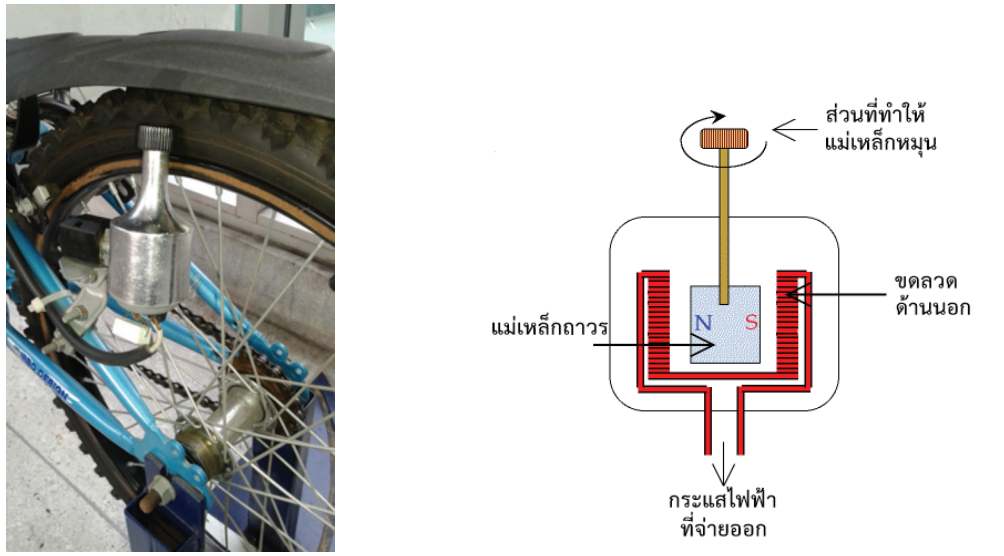
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้หลักการของความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำและฟลักซ์แม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงผ่านขดลวดตามกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ (Faraday’s Law of Induction) ซึ่งกล่าวไว้ว่า **แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดเป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดนั้นเมื่อเทียบกับเวลา** ดังนั้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จึงประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก คือ แม่เหล็ก และขดลวดเหนี่ยวนำ นอกจากนี้ ยังมีส่วนประกอบย่อยอื่น ๆ เช่น วงแหวน แปรงสัมผัส พัดลมระบายความร้อน ดังภาพที่ 3.2



ก ข

ภาพที่ 3.2 ก ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
ข ตัวอย่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดที่เคลื่อนย้ายได้สะดวก

ไดนาโมของจักรยานที่ช่วยให้แสงเวลากลางคืน ภายในมีแม่เหล็กถาวรยึดติดกับด้านล่างแกนเหล็กโดยที่ด้านบนของแกนเหล็กยึดติดกับวัสดุลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกคล้ายกับฝาขวดน้ำดื่ม เมื่อปั่นจักรยาน แกนเหล็กจะหมุนไปตามการหมุนของล้อจักรยาน เนื่องจากมีการจัดให้ส่วนที่เป็นทรงกระบอกแนบกับแก้มของล้อจักรยาน ดังภาพที่ 3.3 ก



ก ข

ภาพที่ 3.3 ก ไดนาโมของจักรยาน
ข แผนภาพแสดงส่วนประกอบภายในของไดนาโมจักรยาน

เนื่องจากรอบ ๆ แม่เหล็กในไดนาโมจักรยานมีขดลวดล้อมรอบอยู่ดังภาพที่ 3.3 ข เมื่อแม่เหล็กมีการหมุน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กผ่านขดลวด ส่งผลให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่นำไปเปลี่ยนเป็นพลังงานแสงสำหรับส่องสว่างในการปั่นจักรยานเวลากลางคืน

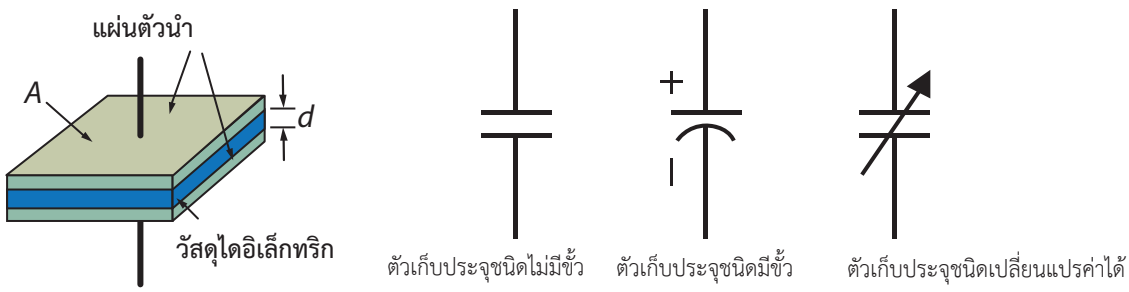
ในการนำพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากักเก็บไว้ในแบตเตอรี่ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ช่วยเปลี่ยนและปรับปริมาณต่าง ๆ ทางไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการชาร์จแบตเตอรี่ ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าไม่มีการเปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้าสลับ หรือ ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีมากเกินไปกว่าที่แบตเตอรี่จะรับได้ แบตเตอรี่จะเกิดความร้อนและเสียหายได้ อีกทั้ง ถ้าการชาร์จแบตเตอรี่มีกระแสไฟฟ้าที่ไม่สม่ำเสมอ หรือ ถ้ามีการชาร์จจนเต็มความจุของแบตเตอรี่แล้ว และยังมีการดำเนินการชาร์จต่อไป จะทำให้เกิดการ overcharging ที่ส่งผลต่อความเสียหายต่อตัวแบตเตอรี่ได้เช่นเดียวกัน

ด้วยเหตุผลดังกล่าว อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้สำหรับควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ ได้แก่ ตัวเก็บประจุ (capacitor) วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ (bridge rectifier) และ ตัวคุมค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (voltage regulator) ซึ่งมีหลักการทำงานและแนวทางการนำไปใช้โดยย่อ ดังนี้

1. ตัวเก็บประจุ (Capacitor)

1.1 หลักการเบื้องต้น

ตัวเก็บประจุ เป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บประจุไฟฟ้า หรือ พลังงานไฟฟ้าเอาไว้ภายในตัว แล้วจ่ายให้กับวงจรเมื่อต้องการ ดังนั้น ตัวเก็บประจุจึงเปรียบเสมือนแหล่งให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ต่ออยู่ภายในวงจรเพื่อใช้งานในช่วงที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจรมีไม่เพียงพอ ช่วยให้มีการรักษาระดับของแรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจร ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ตัวเก็บประจุทำหน้าที่เป็นตัวกรองแรงเคลื่อนไฟฟ้า



ภาพที่ 3.4 ก แผนภาพแสดงส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ข สัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุชนิดต่าง ๆ

ตัวเก็บประจุมีส่วนประกอบสำคัญคือ แผ่นตัวนำ (conductive plates) 2 แผ่นที่วางซ้อนกันโดยมีสารไดอิเล็กตริก (dielectric) คั่นระหว่างกลาง ดังแสดงในภาพที่ 3.4 ก สัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุแบบไม่มีขั้วในวงจรไฟฟ้ามีลักษณะเป็นเส้นสองเส้นที่มีขนาดเท่ากันซึ่งแทนแผ่นตัวนำ 2 แผ่น ดังแสดงในภาพที่ 3.4 ข

ค่าความจุ (capacitance) ของตัวเก็บประจุเป็นค่าที่ระบุถึงขนาดความสามารถในการเก็บสะสมประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น ฟารัด (farad หรือตัวอักษรย่อ F) ซึ่งมีที่มาจากชื่อนามสกุลของไมเคิล ฟาราเดย์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ตัวเก็บประจุต่างชนิดกันจะมีค่าความจุแตกต่างกัน

1.2 ชนิดของตัวเก็บประจุ

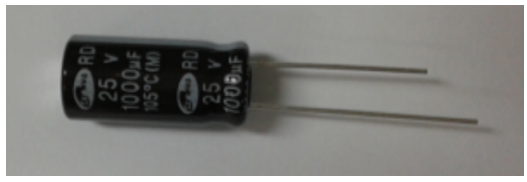
ตัวเก็บประจุมี 3 ชนิด ได้แก่ ตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่ (fixed capacitor) ตัวเก็บประจุชนิดเปลี่ยนแปรค่าได้ (variable capacitor) และ ตัวเก็บประจุชนิดปรับค่าได้ (adjustable capacitor) ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่เท่านั้น เพราะเป็นชนิดที่ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่ คือตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุที่ไม่สามารถเปลี่ยนค่าได้ มีหลากหลายประเภท ซึ่งมีชื่อเรียกตามชนิดของวัสดุฉนวนที่ใช้ทำสารไดอิเล็กทริก ยกตัวอย่างเช่น ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโทรไลติก (electrolytic capacitor) ตัวเก็บประจุชนิดไมก้า (mica capacitor) ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก (ceramic capacitor)

ภาพที่ 3.5 ตัวเก็บประจุชนิดต่าง ๆ

การอ่านค่าความจุของตัวเก็บประจุ สามารถอ่านได้โดยตรงจากค่าที่ระบุไว้บนตัวเก็บประจุ โดยในกรณีที่ไม่มีการระบุหน่วยว่า เป็นไมโครฟารัดหรือพิโกฟารัด ให้พิจารณาด้วยหลักการต่อไปนี้

- เมื่อตัวเลขบนตัวเก็บประจุมีค่าน้อยกว่า 1 ค่าที่อ่านได้จะมีหน่วยเป็นไมโครฟารัด (μF) เช่น 0.4 หมายถึง 0.4 ไมโครฟารัด
- เมื่อตัวเลขบนตัวเก็บประจุมีค่ามากกว่า 1 แต่เป็นเลขไม่เกินสองหลัก ค่าที่อ่านได้จะมีหน่วยเป็นพิโกฟารัด (pF) เช่น หมายถึง 35 หมายถึง 35 พิโกฟารัด



ภาพที่ 3.6 ตัวเก็บประจุค่าความจุ 1000 ไมโครฟารัด

1.3 การต่อตัวเก็บประจุเพื่อใช้งาน

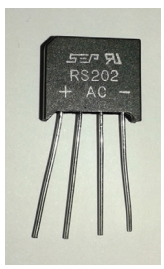
การต่อตัวเก็บประจุเข้ากับวงจรไฟฟ้า ในกรณีที่เป็นตัวเก็บประจุชนิดมีขั้ว ให้ต่อขั้วให้ถูกต้องกับอุปกรณ์อื่น ๆ ในวงจร ส่วนในกรณีที่มีตัวเก็บประจุหลายตัวในวงจรจะต่อตัวเก็บประจุได้ 2 แบบ คือ แบบอนุกรมและแบบขนาน ซึ่งแต่ละแบบจะเหมาะสมกับการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน

2. ตัวกรองกระแส หรือ ตัวเรียงกระแส (Rectifier)

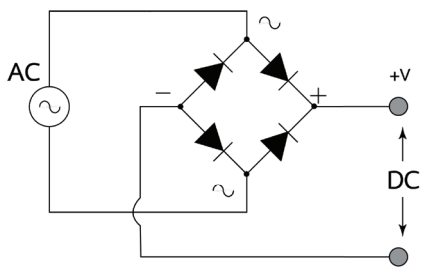
2.1 หลักการเบื้องต้น

ตัวกรองกระแส หรือ ตัวเรียงกระแส เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) โดยมีหลากหลายชนิด ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้สร้าง เช่น ตัวเรียงกระแสแบบไดโอดหลอดสุญญากาศ ตัวเรียงกระแสแบบไดโอดสารกึ่งตัวนำ

ตัวกรองกระแสที่นิยมใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์วิทยุ โทรทัศน์ และคอมพิวเตอร์ เป็นตัวกรองกระแสแบบเต็มคลื่น (full wave rectifier หรือ bridge rectifier) มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมที่มีมุมด้านหนึ่งตัดออก และมีขาโลหะ 4 ขา ยื่นออกมา ดังภาพที่ 3.7 ก โดยมีสัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าดังแสดงในภาพที่ 3.7 ข



ก

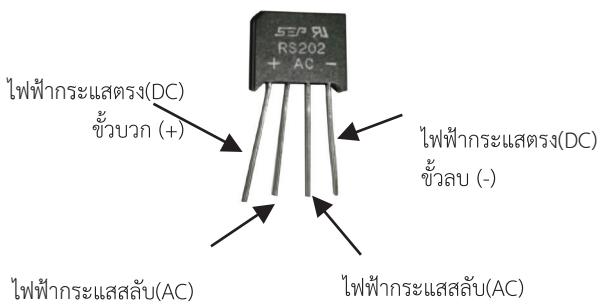


ข

ภาพที่ 3.7 ก ตัวอย่างตัวกรองกระแสแบบเต็มคลื่น (full wave rectifier)
ข สัญลักษณ์ของตัวกรองกระแสในวงจรไฟฟ้า

2.2 การต่อตัวกรองกระแสเพื่อการใช้งาน

ในการเชื่อมต่อตัวกรองกระแสเข้ากับวงจรไฟฟ้า ให้พิจารณาการเชื่อมต่อขาทั้ง 4 ดังแสดงในภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 การเชื่อมต่อขาของตัวกรองกระแสแบบเต็มคลื่น (bridge rectifier) เพื่อการใช้งาน

ขาด้านนอกที่มีสัญลักษณ์ + เป็นขาที่ใช้เชื่อมต่อกับส่วนของอุปกรณ์ที่รับไฟฟ้ากระแสตรงขั้วบวก ส่วนขาด้านนอกอีกด้านที่มีสัญลักษณ์ – เป็นขาที่ใช้เชื่อมต่อกับส่วนของอุปกรณ์ที่รับไฟฟ้ากระแสตรงขั้วลบ

ขาโลหะด้านในทั้ง 2 ขา ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ให้ไฟฟ้ากระแสสลับ โดยไม่ต้องคำนึงถึงขั้ว

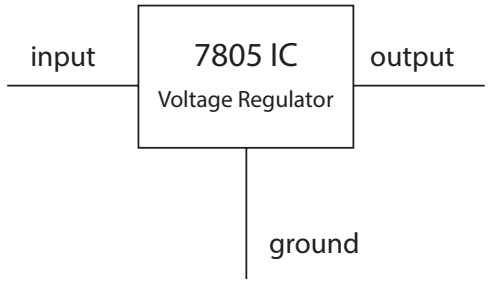
3. ไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า (IC Voltage Regulator)

3.1 หลักการเบื้องต้น

ไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า เป็นวงจรรวม หรือ ไอซี (integrated circuit) ที่มีหน้าที่ควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่มีค่าไม่สม่ำเสมอจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้าที่มีค่าแรงเคลื่อนคงที่ ไม่มีการกระเพื่อมหรือก่อให้เกิดสัญญาณรบกวน ซึ่งเป็นลักษณะของไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการใช้งานในอุปกรณ์แบบดิจิทัลประเภทต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล แท็บเล็ต

ไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้ามีหลายชนิด และมีการแบ่งได้หลายแบบ เช่น การแบ่งตามจำนวนขาที่ใช้เชื่อมต่อในวงจร ซึ่งมีทั้งแบบ 3 ขา 5 ขา และ มากกว่า 5 ขา หรือ การแบ่งตามความสามารถในการปรับค่าที่ได้จากการใช้งานเป็นแบบ ปรับค่าได้ (adjustable voltage regulator) ปรับค่าไม่ได้ (fixed voltage regulator) และ แบบสวิตช์ (switching voltage regulator) ซึ่งไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่นิยมใช้ คือแบบ 7805 IC ที่เป็นแบบปรับค่าไม่ได้ และให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 5 โวลต์

ก



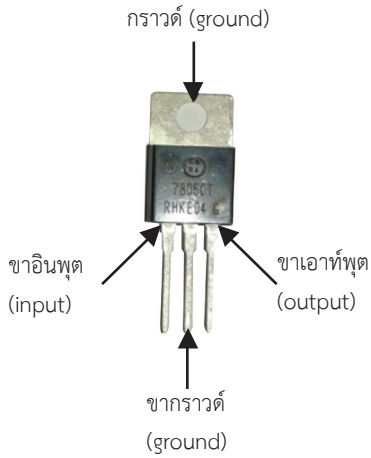
ข

ภาพที่ 3.9 ก ตัวอย่างไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า รุ่น 7805 (7805 IC Voltage Regulator)
ข สัญลักษณ์ของไอซีควบคุมแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า

3.2 การต่อไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพื่อใช้งาน

ไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า แบบ 7805 มีขา 3 ขา โดยขาด้านซ้ายมือ เป็นขารับไฟเข้า หรือ ขาอินพุต (input) ขาตรงกลางเป็นขากราวด์ (ground) ส่วนขาด้านขวามือเป็นขาสำหรับไฟออก หรือ ขาเอาท์พุต (output) นอกจากนี้ แผ่นโลหะด้านบน ยังสามารถเป็นจุดเชื่อมต่อของขากราวด์อีกจุดหนึ่งในวงจร

การเชื่อมต่อในวงจรไฟฟ้า นอกจากจะมีการเชื่อมต่อกับขา ตามลักษณะของกระแสไฟฟ้าที่เข้าและออกแล้ว อาจจำเป็นต้องมีตัวเก็บประจุเชื่อมต่อด้านขาทั้งสองเพิ่มเติม โดยการเชื่อมต่อตัวเก็บประจุที่ขาอินพุตจะสามารถช่วยป้องกันการเกิดการแปรปรวนเมื่อไฟฟ้าเข้ามีความถี่สูง ซึ่งจะส่งผลให้วงจรไม่เสถียร ส่วนในด้านขาเอาท์พุตการต่อกับตัวเก็บประจุสามารถช่วยให้แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีลักษณะเรียบยิ่งขึ้น



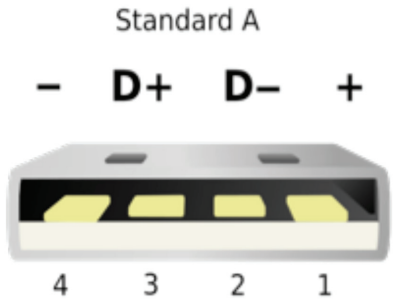
ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า รุ่น 7805 (7805 IC Voltage Regulator)

4. สายเชื่อมต่อยูเอสบี (USB connector)

สายเชื่อมต่อยูเอสบี เป็นสายที่มีปลายเป็นหัว USB ซึ่งย่อมาจาก Universal Serial Bus เป็นหัวเชื่อมมาตรฐานสำหรับรับส่งข้อมูลร่วมกันระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ซึ่งมีหลากหลายแบบ ดังแสดงในภาพที่ 3.11

ภาพที่ 3.11 ตัวอย่างหัวยูเอสบีแบบต่าง ๆ

หัวยูเอสบีที่นิยมใช้สำหรับอุปกรณ์พกพาและคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน เป็นหัวยูเอสบีแบบมาตรฐาน A (USB Standard A) ที่มีเข็ม 4 เข็มสำหรับการเชื่อมต่อ ดังแสดงในภาพที่ 3.12 โดยเข็มที่อยู่ตรงกลาง 2 เข็มเป็นเข็มสำหรับการเชื่อมต่อเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล (D+ และ D-) ส่วนเข็มที่อยู่ที่ริมด้านซ้ายและขวาเป็นเข็มสำหรับเชื่อมต่อเพื่อให้พลังงานไฟฟ้ากับอุปกรณ์ (เข็ม + และ เข็ม -)

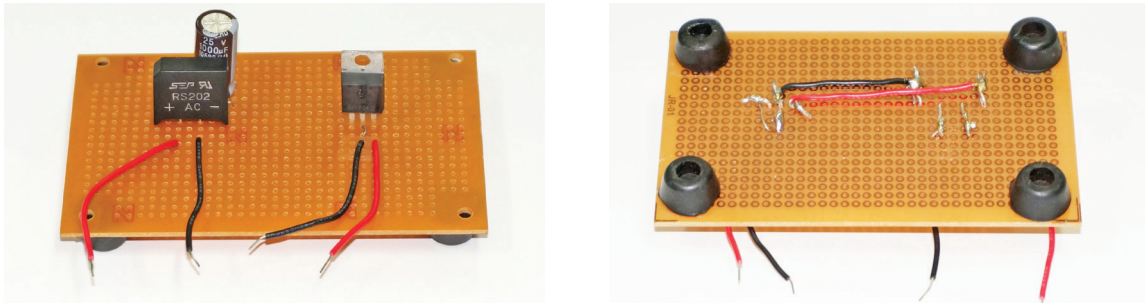


ภาพที่ 3.12 เข็มของหัวยูเอสบีแบบมาตรฐาน A

เมื่อใช้สายเชื่อมต่อยูเอสบีเป็นเวลานาน ขั้วของยูเอสบีจะมีการเสื่อมสมรรถภาพในการเชื่อมต่อ ซึ่งโดยทั่วไปเมื่อมีการเชื่อมต่อประมาณ 1,500 ครั้ง จะทำให้ขั้วของยูเอสบีเริ่มเสื่อมสภาพ

5. แผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์ (Universal Printed Circuit Board)

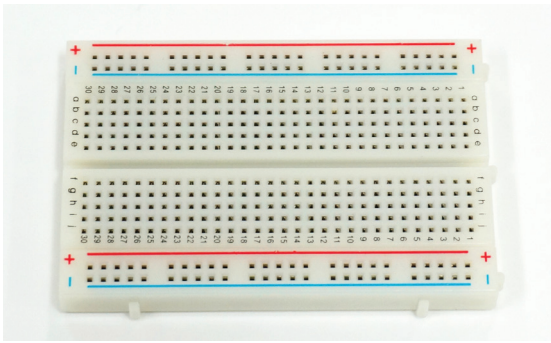
แผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์ เป็นแผ่นวงจรพิมพ์ที่เหมาะสำหรับการทดลองวงจรต่าง ๆ หรือนำไปใช้งานที่ไม่ซับซ้อน แผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์มีหลายแบบ ที่นิยมใช้คือ แพดบอร์ด (Pad board) เป็นแผ่นพลาสติกที่มีรูขนาดเล็กเรียงกันสำหรับสอดขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสายไฟ มีลายทองแดงรอบ ๆ รูขนาดเล็กสำหรับบัดกรีสายไฟและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้เชื่อมต่อกัน



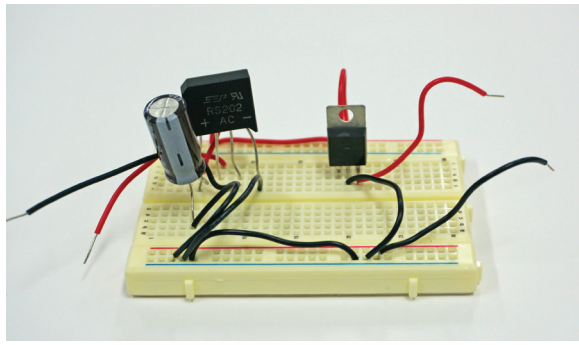
ภาพที่ 3.13 ก ตัวอย่างด้านบนของแผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์
ข ด้านล่างของแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

6. แผ่นสร้างวงจรต้นแบบ หรือ โปรโตบอร์ด

แผ่นสร้างวงจรต้นแบบ เป็นแผ่นพลาสติกที่มีรูขนาดเล็กเรียงกันเป็นแนวตั้งและแนวนอน สำหรับใช้เสียบขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทดสอบการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามวงจรที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งช่วยให้ผู้ที่ต้องการทดสอบการทำงานของวงจรสามารถปรับเปลี่ยนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้โดยง่าย



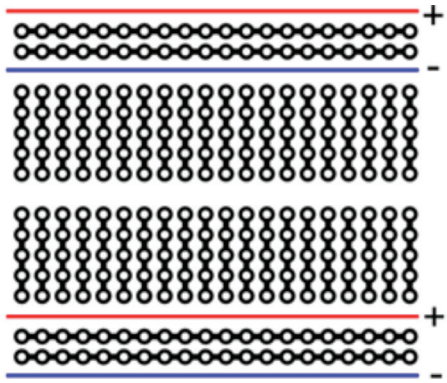
ก



ข

ภาพที่ 3.14 ก ตัวอย่างแผ่นสร้างวงจรต้นแบบ หรือ โปรโตบอร์ด
ข ตัวอย่างการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนโปรโตบอร์ด

ระหว่างรูของโปรโตบอร์ด มีการเชื่อมต่อกันด้วยวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าดังแสดงในภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 แสดงการเชื่อมต่อภายในของโปรโตบอร์ด

เอกสารอ้างอิง

1. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ : สกสค. ลาดพร้าว, 2554.
2. ฝ่ายพัฒนาศักยภาพเยาวชนด้านไอซีที, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. **ก้าวทันโลกอิเล็กทรอนิกส์**. จ. ปทุมธานี. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.), 2548

ใบความรู้ที่ 4

นักวิทยาศาสตร์และวิศวกร

นักวิทยาศาสตร์ (scientist) คือ ผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในสาขาทางวิทยาศาสตร์ และทำการค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสาขานั้น อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน และ หลักการ

ผลผลิตที่ได้จากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ หลักการ ทฤษฎี หรือ กฎ ที่สามารถนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และ ทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติในอนาคต รวมทั้ง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับความรู้จากสาขาวิชาอื่น ๆ เพื่อการค้นคว้าวิจัยเพิ่มเติม หรือ เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือ เพื่อการพัฒนาเทคโนโลยี ที่สามารถช่วยพัฒนาคุณภาพในการดำรงชีวิตของมนุษย์

ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์มีแนวทางปฏิบัติที่หลัก ๆ ดังนี้ (NRC, 2012)

1. การถามคำถาม (Asking question)
2. การสร้างและใช้แบบจำลอง (Developing and using models)
3. การวางแผนและลงมือสืบค้นสำรวจ (Planning and carrying out investigation)
4. การวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง (Analyzing and interpreting data)
5. ใช้การคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และการคำนวณ (Using mathematics and computational thinking)
6. สร้างคำอธิบาย (Constructing explanations)
7. ร่วมสนใจโต้แย้งในทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานข้อมูลที่หามาได้ (Engaging in argument from evidence)
8. สืบค้น ประเมิน และ สื่อสารผลการค้นคว้า (Obtaining, evaluating and communicating information)

วิศวกร (engineer) คือ ผู้ที่ประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ เพื่อการออกแบบและพัฒนาชิ้นงานหรือกระบวนการผลิต เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการของมนุษย์ (National Academy of Engineering, 2009)

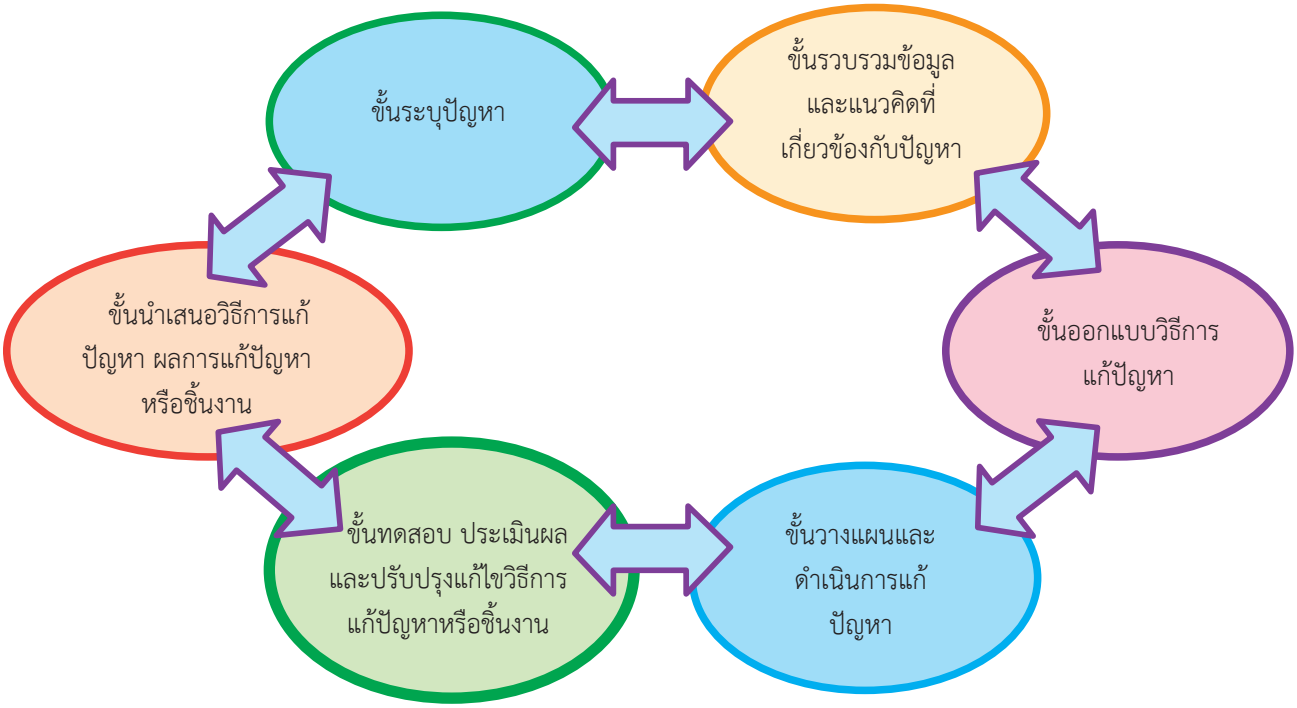
ในการออกแบบและพัฒนาชิ้นงานหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหา วิศวกรมีกระบวนการที่ชัดเจนเรียกว่า **กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)** ซึ่งได้มีการให้นิยามไว้หลากหลาย โดยสามารถสรุปเป็น 6 ขั้นตอนหลักได้ดังนี้

1. **ระบุปัญหา (Problem Identification)**
   เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา
2. **รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)**
   เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด
3. **ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)**
   เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. **วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)**
   เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
5. **ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)**
   เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด
6. **นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)**
   เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)



ภาพที่ 4.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

เอกสารอ้างอิง

1. National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas.* Washington, DC: National Academy Press.
2. Canright, S. NASA Engineering Design Process. Retrieved from http://www.nasa.gov/audience/foreducators/plantgrowth/reference/Eng_Design_5-12.html on 27 August 2013.
3. National Academy of Engineering and National Research Council (2009), Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects, Washington, D.C. National Academy Press.

คณะกรรมการนโยบายการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1. คณะกรรมการอำนวยการการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ประกอบด้วย

1.1	รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ	ประธานกรรมการ
1.2	รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงศึกษาธิการ (พลเอก สุรเชษฐ์ ชัยวงศ์)	รองประธานกรรมการ
1.3	รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงศึกษาธิการ (นายแพทย์ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐ์ศิลป์)	รองประธานกรรมการ
1.4	เลขานุการรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ	กรรมการ
1.5	ปลัดกระทรวงศึกษาธิการ	กรรมการ
1.6	เลขาธิการสภาการศึกษา	กรรมการ
1.7	เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	กรรมการ
1.8	เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	กรรมการ
1.9	เลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา	กรรมการ
1.10	เลขาธิการสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย	กรรมการ
1.11	เลขาธิการคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน	กรรมการ
1.12	ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	กรรมการ
1.13	ผู้อำนวยการโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์	กรรมการ
1.14	ผู้แทนสำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	กรรมการ
1.15	ผู้อำนวยการสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ	กรรมการและเลขานุการ
1.16	หัวหน้ากลุ่มพัฒนานโยบาย สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ	กรรมการ และผู้ช่วยเลขานุการ
1.17	ผู้แทนกลุ่มพัฒนานโยบาย สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ	กรรมการ และผู้ช่วยเลขานุการ

2. คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ประกอบด้วย

2.1	ผู้อำนวยการโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์	ประธานกรรมการ
2.2	ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (นางสาววนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์)	รองประธานกรรมการ
2.3	ผู้แทนเลขาธิการสภาการศึกษา	กรรมการ

2.4	ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	กรรมการ
2.5	ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา	กรรมการ
2.6	ผู้แทนเลขาธิการสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย	กรรมการ
2.7	ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน	กรรมการ
2.8	ผู้แทนเลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	กรรมการ
2.9	ผู้แทนผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	กรรมการ
2.10	ผู้แทนสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	กรรมการและเลขานุการ
2.11	ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
2.12	ผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

3. คณะกรรมการขับเคลื่อนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ประกอบด้วย

3.1	เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	ประธานกรรมการ
3.2	ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (นางกัญญณัฏฐ์ สวัสดิ์สว่าง)	รองประธานกรรมการ
3.3	ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	กรรมการ
3.4	ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา	กรรมการ
3.5	ผู้แทนเลขาธิการสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย	กรรมการ
3.6	ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาเอกชน	กรรมการ
3.7	ผู้แทนสถาบันคีนันแห่งเอเชีย(Kenan Institute Asia)	กรรมการ
3.8	นายพิเชษฐ์ จับจิตต์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	กรรมการและเลขานุการ
3.9	นายนพพร แสงอาทิตย์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะทำงานจัดทำหนังสือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

คณะที่ปรึกษา

1.	ดร.พรพรรณ	ไวทยางกูร	ผู้อำนวยการ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2.	นายณรงค์ศิลป์	ธูปพนม	รองผู้อำนวยการ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3.	นางกัญญณัฏฐ์	สวัสดิ์สว่าง	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4.	ดร.วนิดา	ธนประโยชน์ศักดิ์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะทำงานจัดทำหนังสือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

1.	นางเบ็ญจวรรณ ศรีเจริญ	ผู้อำนวยการสาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
2.	นางสาวดนิตา ชื่นอารมณ์	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
3.	นางสาวพิลาลักษณ์ ทองทิพย์	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
4.	ดร.อลงกต ใหม่ด้วง	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
5.	ดร.รณชัย ปานะโปย	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
6.	นางสาวสิริวรรณ จันทร์กูล	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
7.	นางสาววรนารถ อยู่สุข	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
8.	นางสาวจันทร์นภา อุตตะมะ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
9.	นางสาวทัศนีย์ กรองทอง	สาขาคอมพิวเตอร์ สสวท.
10.	นายกนกศักดิ์ ทองตั้ง	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
11.	นายวัฒน วัฒนากูล	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
12.	นางสาวสุนิสา แสงมงคลพิพัฒน์	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
13.	นางสาวธนพรรณ ชาลี	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
14.	นางสาวกมลนารี ลายคราม	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
15.	นางสาวสุณิสา สมสมัย	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
16.	ดร.นิพนธ์ จันเลน	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
17.	นางสาวสมรศรี กันภัย	สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก สสวท.
18.	นางสาวสุทธิดา บุญทวี	สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท.
19.	ดร.กวิน เชื่อมกลาง	สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท.

คณะทำงานจัดทำหนังสือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

1. ดร.สุพรรณี ชาญประเสริฐ	ผู้อำนวยการสาขาเคมี สสวท.
2. นางนวลจันทร์ ฤทธิ์ขำ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท.
3. นายพัฒนชัย รวิวรรณ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท.
4. นายพนมยงค์ แก้วประชุม	สาขาคอมพิวเตอร์ สสวท.
5. ดร.สนธิ พลชัยยา	สาขาเคมี สสวท.
6. นางสาววิลาส รัตนานุกูล	สาขาชีววิทยา สสวท.
7. ดร.สุนัดดา โยมญาติ	สาขาชีววิทยา สสวท.
8. นายรักษพล ธนานุวงศ์	สาขาฟิสิกส์ สสวท.
9. นางสาววิชุราตรี กลับแสง	สาขาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สสวท.

คณะบรรณาธิการกิจจัดทำหนังสือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6

1. รศ.ดร.สัญญา มิตรเอม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2. ผศ.ดร.พลกฤต กฤชไมตรี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท.
4. นายบุญวิทย์ รัตนทิพยาภรณ์	สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท.
5. นางกมลวรรณ พฤฒินันทกุล	สาขาเคมี สสวท.
6. ดร.สนธิ พลชัยยา	สาขาเคมี สสวท.
7. นางสาวปุณยาพร บริเวธานันท์	สาขาชีววิทยา สสวท.
8. นางสาวสุชารัตน์ ทับทิมจรูญ	ฝ่ายบริหารโครงการริเริ่มพิเศษ สสวท.
9. ดร.อลงกต ใหม่ด้วง	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สะเต็มศึกษา

Science Technology Engineering and Mathematics Education (STEM Education)

แนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

Empower world class
teaching & learning experiences