



สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1-ม.6)



Empower world class
teaching & learning experiences

STEM Education

Science Technology Engineering and Mathematics Education

กิจกรรม

- ◉ สรสมชวนคิด ชี้ทิศบอกทาง
- ◉ ลำบากแค่ไหน กลไกช่วยได้
- ◉ สว่างไสวด้วยสายน้ำ
- ◉ สนุกกับบันจี้จัมป์
- ◉ ถูประคบร้อน
- ◉ สัญญาณกันขโมย



เล่ม
1

คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1-ม.6) เล่ม 1

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

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ.2559 จำนวนเล่ม

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 เจริญอายุ 1999 จำกัด

คำชี้แจง

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ กระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหา นั้น เป็นสิ่งที่ครูผู้สอนหรือผู้มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาต้องตระหนักและให้ความสำคัญเพื่อที่จะได้พัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่ เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและมีศักยภาพตรงตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่บูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการ หรือผลิตผลใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นระบุ ปัญหา 2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6. ขั้นนำเสนอ วิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1 – ม.6) นี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้กับสถานศึกษาได้ใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในรูปแบบของกิจกรรมตามศักยภาพและพัฒนาการของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเรื่อง ครอบคลุมคิด ชีตศบอกทาง ลำบากแค่ไหนกลไกช่วยได้ สว่างไสวด้วยสายน้ำ สนุกกับบันจี้จัมป์ ฤๅประคบบร้อน และสัญญาณกันขโมย โดยคาดหวังว่าผู้เรียนจะสามารถนำความรู้และทักษะต่าง ๆ ไปใช้ในการทำกิจกรรมที่สอดคล้องและเหมาะสมกับวัยได้เป็นอย่างดี

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

(นางพรพรรณ ไวยางกูร)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

สะเต็มศึกษา

1

กิจกรรม
ศรลมชวนคิด
ชี้ทิศบอกทาง

11

กิจกรรม
ลำบากบากแคไหน
กลไกช่วยได้

24

กิจกรรม
สว่างไสวด้วย
สายน้ำ

34

กิจกรรม
สนุกกับ
บันจีจัมป์

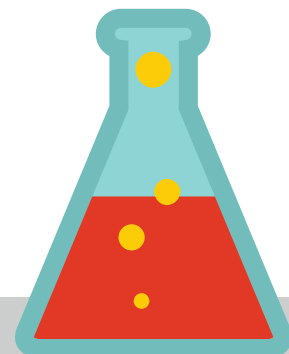
53

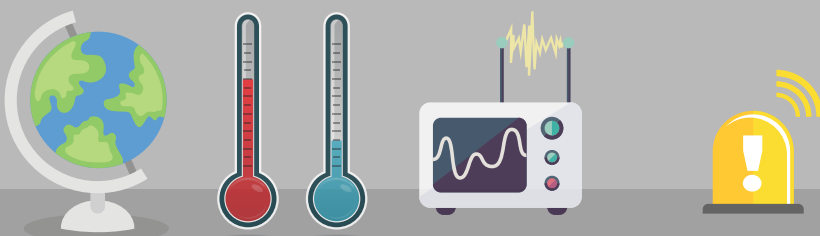
กิจกรรม
ถูประคบร้อน

72

กิจกรรม
สัญญาณกันขโมย

91





สะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยขั้นตอนหลักดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้เป็นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม(Engineering Design Process) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีการนำทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มาใช้ประกอบในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนเหล่านี้สามารถย้อนกลับไปในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งได้ ขึ้นอยู่กับความยากง่ายหรือความซับซ้อนของปัญหานั้น ๆ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้พบว่า ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหามีความสำคัญที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ประมวลความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้เหล่านั้นเพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะช่วยกลั่นกรองแนวคิดเบื้องต้นของนักเรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ยังเป็นการเปิดโอกาสให้ครูได้ตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงความสามารถในการประยุกต์ความรู้ดังกล่าวของนักเรียนได้ชัดเจนมากขึ้น อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานมักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและต่อเนื่องจนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้น ๆ ได้

ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
3. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา
5. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ

สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรม (activity based) หรือการทำโครงการ (project based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ผู้สอนหลายท่านอาจมีความกังวลกับการนำสะเต็มศึกษาเข้าสู่การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน เนื่องจากไม่ทราบว่าจะมีแนวปฏิบัติหรือวิธีการดำเนินการอย่างไร ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) นั้น เน้นรูปแบบของการบูรณาการซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เนื่องจากจัดการเรียนการสอนตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนการสอนแบบองค์รวม โดยมีการบูรณาการความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการเรียนรู้ และทักษะด้านต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับแต่ละระดับการศึกษา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ สามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนการสอนได้ ใช้แหล่งเรียนรู้ได้หลากหลาย และผู้เรียนได้เรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจเพิ่มขึ้น

บูรณาการคืออะไร บูรณาการ (Integration) หมายถึงการนำศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน

บูรณาการทำได้อย่างไร การบูรณาการสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การบูรณาการเนื้อหา (Integration of subject areas) การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ (Integration of learning process) และการบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ (Integration of learning outcome) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การบูรณาการเนื้อหา เป็นการนำเนื้อหาของสาระต่าง ๆ หรือระหว่างกลุ่มสาระมาสัมพันธ์เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน โดยอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นปัญหา แล้วจึงนำเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือนั้นมาผสมผสานกันโดยใช้ทักษะต่าง ๆ มาเชื่อมโยง เพื่อให้ผู้เรียนได้ความรู้ ทักษะ และเจตคติตามที่ต้องการ

2. การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ เป็นการนำรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ ของการถ่ายทอดความรู้ของผู้สอนมาผสมผสานเข้าด้วยกันในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน หรือการจัดให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้จากกระบวนการและวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา แล้วดูว่าในประเด็นที่ศึกษานั้นมีเนื้อหาอะไรและแต่ละเนื้อหาจะสอนด้วยวิธีใด

3. การบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ เป็นการบูรณาการที่ยึดเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นหลัก โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา แล้วพิจารณาว่าประเด็นที่จะศึกษานั้นต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไร จากนั้นจึงนำเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่จะศึกษามารวมผสมผสานเชื่อมโยงกัน โดยมีเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นเรื่องเดียวกัน

จากที่กล่าวข้างต้น ผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบการบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา หรือตามสภาพแวดล้อมและความสอดคล้องที่เป็นจริงในโรงเรียน โดยสิ่งที่ควรคำนึงจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียนมีดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกัน
3. จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต และสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม และในชั้นเรียนสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา
5. ปลุกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรม ที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิตในสังคมได้

แนวทางการนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

กิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ สสวท. พัฒนาขึ้นนี้เป็นตัวอย่างให้ผู้สอนได้เห็นแนวทางในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยมีจุดเริ่มต้นมาจากการกำหนดประเด็นในการศึกษาแล้วพิจารณาเลือกตัวชี้วัดของแต่ละกลุ่มรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ว่ามีตัวชี้วัดใดบ้างที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมแบบบูรณาการร่วมกันได้ ผสมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยอาจนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมในการดำเนินกิจกรรม ทั้งนี้ผู้สอนสามารถใช้แนวทางดังกล่าวนี้ไปพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการไม่จำเป็นต้องบูรณาการได้ครบทุกรายวิชา แต่มีจุดเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยทักษะที่สำคัญที่จะต้องกล่าวถึงได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางคณิตศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย ทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร

การนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน สามารถดำเนินการได้ 3 แนวทางได้แก่

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมและสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้น ๆ เป็นเกณฑ์ หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหานั้น ๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้
2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงงาน และเหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยาก ข้อดีคือผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา ออกแบบและสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้ มักเป็นกิจกรรมเสริมที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตาม การจัดกิจกรรมเสริมศึกษาแบบบูรณาการนี้มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านการใช้ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้า คิดค้น และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา และต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการช่วยกันขับเคลื่อนให้การเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีก้าวไปข้างหน้าต่อไป

การวัดและประเมินผล

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการควบคู่กันกับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน เป็นกระบวนการที่จะได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน รวมทั้งได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ตามศักยภาพ การประเมินผลเป็นกลไกหนึ่งในการประกันคุณภาพการศึกษาทั้งภายในและภายนอก

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ได้ระบุถึงวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ไว้ว่า ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผลผู้เรียน โดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกต พฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา ซึ่งทำให้เห็นแนวทางการวัดผลและประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. การวัดผลและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้จะต้องดำเนินการควบคู่กันไปอย่างสอดคล้องและต่อเนื่อง
2. ในการจัดการเรียนรู้อุ้มนักพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การประเมินพัฒนาการของผู้เรียนจึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน
3. เพื่อให้การประเมินครอบคลุมทุกด้านและได้ข้อมูลเพียงพอที่จะประเมินพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน จะต้องใช้กระบวนการและวิธีการประเมินผลหลากหลายวิธี และต่อเนื่องทั้งการสังเกตพฤติกรรมการเรียนและการเข้าร่วมกิจกรรม ฯลฯ

การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและสิ่งที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สอนที่จะได้ทราบพัฒนาการการเรียนรู้ และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรแก้ไข นอกจากนี้ผู้สอนยังได้ข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลเพื่อส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความถนัด และความสนใจ ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้

1. การประเมินจากสภาพจริง

การประเมินจากสภาพจริง (authentic assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงานซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

1. การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลายวิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลายด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
2. สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำ ความรู้อะไรได้บ้าง
3. การประเมินที่มุ่งเน้นการประเมินศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
4. การประเมินที่ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลายด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้ส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล
5. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป
6. การประเมินที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้
7. การประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของผู้เรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน
6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (practical assessment)
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (portfolio assessment)
9. การทดสอบ
10. อื่น ๆ

2. การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)

ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นสภาพจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การมอบหมายงานให้ทำ งานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2. การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของครู

3. การกำหนดตัวอย่างงานและให้ผู้เรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนให้ได้ผลงานที่เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์การศึกษาเนื้อเยื่อพืช การทำเฮอร์บาเรียม การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

4. การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

5. การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบอัตนัยก็ยังมีความจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกระบวนการคิดระดับสูง ซึ่งแบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

แนวการประเมินตามสภาพจริง

จากที่กล่าวมาแล้วว่าการประเมินตามสภาพจริงนั้นให้ความสำคัญต่อการประเมินโดยใช้ข้อสอบแบบอัตนัยน้อยมาก แต่จะให้ความสำคัญต่อการแสดงออกที่แท้จริงของผู้เรียนขณะทำกิจกรรม งานหรือกิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนทำ ซึ่งมีแนวทางไปสู่ความสำเร็จของงานและมีวิธีการหาคำตอบหลายแนวทาง คำตอบที่ได้อาจมีใช้แนวทางที่กำหนดไว้เสมอไป จึงทำให้การ

ตรวจให้คะแนนไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนแน่นอนเช่นเดียวกับการตรวจให้คะแนนข้อสอบแบบปรนัย ดังนั้นการประเมินตามสภาพจริงจึงต้องกำหนดแนวทางการให้คะแนนอย่างชัดเจน การกำหนดแนวทางอาจทำโดยผู้สอน หรือผู้สอนและผู้เรียนกำหนดร่วมกัน แนวทางการประเมินนั้นจะต้องมีมาตรวัดว่า ผู้เรียนทำอะไรได้สำเร็จและระดับความสำเร็จอยู่ในระดับใด แนวทางการประเมินที่มีมาตรวัดนี้ เรียกว่า Rubric

- การประเมินโดยอิง Rubric นี้โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ
1. การประเมินเป็นภาพรวม (holistic score)
 2. การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (analytic score)

การประเมินเป็นภาพรวม

การประเมินภาพรวมของงานจะไม่เก็บเป็นคะแนน แม้ว่าจะใช้การให้คะแนนในการประเมินแต่ต้องให้ความหมายของภาพรวมให้ได้

ตัวอย่างมาตรวัดการประเมินเป็นภาพรวมในการประเมินโครงงาน

มาตรวัดในการประเมินโครงงาน	ระดับคะแนน
- ไม่เข้าใจปัญหา การออกแบบและการทดลองใช้เทคนิคไม่ถูกต้อง ทำโครงงานได้แต่ไม่สมบูรณ์ การเขียนรายงานต้องช่วยเหลืออย่างมาก	1
- เข้าใจปัญหาแต่ใช้เวลานานมาก ต้องอาศัยคำแนะนำในการออกแบบการทดลอง มีความยากลำบากในการปฏิบัติ ต้องได้รับคำแนะนำในการเขียนรายงาน	2
- แสดงถึงความเข้าใจปัญหาการออกแบบการทดลองและเทคนิควิธียังไม่ถูกต้อง งานประสบความสำเร็จบางส่วน การนำเสนอรายงานเป็นลำดับ	3
- แสดงถึงความเข้าใจปัญหา สามารถออกแบบการทดลองและเทคนิควิธีต่างๆ จนโครงงานประสบความสำเร็จ การนำเสนอรายงานเป็นลำดับดี	4
- แสดงถึงความเข้าใจปัญหา มีความคิดริเริ่มในการออกแบบการทดลองและเทคนิควิธีต่าง ๆ จนโครงงานประสบความสำเร็จ การนำเสนอรายงานเป็นลำดับดี	5

การกำหนดระดับคะแนนตามตารางข้างต้น เป็นการกำหนดระดับการยอมรับประกอบคำอธิบายว่าผู้เรียนทำอะไรได้บ้าง อย่างไร

- การกำหนดระดับคะแนนอาจกำหนดตามระดับความผิดพลาด เช่น ถ้าการประเมินโครงงานจะประเมิน 6 ประเด็นด้วยกัน คือ
1. การกำหนดปัญหาและสมมติฐานถูกต้อง
 2. การออกแบบการทดลองถูกต้อง
 3. การดำเนินการทดลองถูกต้อง
 4. การจัดทำข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลถูกต้อง

5. การสรุปผลการทดลองถูกต้อง
6. การนำเสนอโครงงานถูกต้อง

การกำหนดระดับคะแนนอาจเป็นดังนี้

ระดับคะแนน 1 ปฏิบัติถูกต้องเพียงประเด็นเดียว

ระดับคะแนน 2 ปฏิบัติถูกต้อง 2 - 3 ประเด็น

ระดับคะแนน 3 ปฏิบัติถูกต้อง 4 - 5 ประเด็น

ระดับคะแนน 4 ปฏิบัติถูกต้องทุกประเด็น

การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ

การประเมินแบบแยกองค์ประกอบจะวิเคราะห์ว่า ผลงานของผู้เรียนสามารถประเมินอะไรได้บ้าง ความสามารถผู้เรียนในประเด็นต่างๆ อยู่ในระดับใด ดังตัวอย่างการประเมินโครงงานและการประเมินการปฏิบัติการ

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การประเมิน		
	การออกแบบการทดลอง	การดำเนินการทดลอง	การนำเสนอ
4	- เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธีถูกต้องแสดงถึงความคิดริเริ่ม	- การดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง มีการทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลได้ละเอียดรอบคอบ ครบถ้วน ตามที่ต้องการวัด	- เข้าใจง่ายเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วนเหมาะสม การสรุปผลการทดลองถูกต้อง มีการนำเหตุผล และความรู้อ้างอิง ประกอบการสรุปการทดลอง
3	- เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง ออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธีถูกต้อง	- การดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง แต่ไม่มีการทำซ้ำ การเก็บข้อมูล ครบถ้วนตามที่ต้องการวัด	- การนำเสนอข้อมูลถูกต้องครบถ้วน วิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วน การสรุปการทดลองถูกต้อง มีการนำเหตุผล และความรู้อ้างอิงประกอบ
2	- เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง การออกแบบการทดลองและเทคนิควิธียังไม่ถูกต้อง	- การดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่ไม่มีการทำซ้ำ การเก็บข้อมูล ครบถ้วนตามที่ต้องการวัด	- การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลครบถ้วน การนำเสนอผลการทดลองถูกต้อง
1	- เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานถูกต้อง ต้องอาศัยการแนะนำในการออกแบบการทดลอง	- การดำเนินการทดลอง ไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ การเก็บข้อมูล ไม่ครบถ้วน	- การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง การวิเคราะห์ข้อมูลไม่ครบถ้วน การสรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง

ตัวอย่างแบบประเมินการปฏิบัติการ

รายงาน	ปฏิบัติ	รวม

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1. 2.
3. 4.
5. 6.

วันที่ประเมิน

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ได้				หมายเหตุ
	4	3	2	1	
วิธีดำเนินการทดลอง					
การปฏิบัติการทดลอง					
ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ					
การนำเสนอ					
รวม					
ระดับคะแนนที่ได้					

ตัวอย่างมาตรวัดการประเมินการปฏิบัติการ

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน
1. วิธีดำเนินการทดลอง - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการกำหนดวิธีการ ขั้นตอน และการใช้เครื่องมือ - กำหนดวิธีการและขั้นตอนไม่ถูกต้อง ต้องให้ความช่วยเหลือ - กำหนดวิธีการและขั้นตอนถูกต้อง การใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม - กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง เลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองเหมาะสม	1 2 3 4
2. การปฏิบัติการทดลอง - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ - ต้องให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ - ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องถ้าให้คำแนะนำ - ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	1 2 3 4
3. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ - ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้แตกหักเสียหาย - ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด เนื่องจากขาดความคล่องแคล่วในการใช้อุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง - มีความคล่องแคล่วในการทำการทดลอง และการใช้อุปกรณ์ แต่ต้องชี้แนะเรื่องการใช้งานอย่างปลอดภัย - มีความคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง และใช้อุปกรณ์ดำเนินการทดลองได้อย่างปลอดภัย เสร็จทันเวลา	1 2 3 4
4. การนำเสนอ - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง สรุปผล และการนำเสนอ - ต้องให้คำชี้แนะในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง และการนำเสนอจึงปฏิบัติได้ - บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง แต่การนำเสนอ ยังไม่เป็นขั้นตอน - บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง รัดกุม บันทึกการนำเสนอเป็นขั้นตอนชัดเจน	1 2 3 4

A colorful illustration of a weather vane with a rooster. The rooster is brown and stands on a cross-shaped arrow. The arrow points North (N), South (S), East (E), and West (W). The letters N, S, E, and W are large and colorful (purple, red, green, and yellow respectively) and are positioned around the rooster. The background is yellow with stylized clouds and a small house with a tree in the foreground.



เวลา 4 ชั่วโมง



ในการออกแบบศรลมควรนำความรู้เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตต่าง ๆ มาใช้ ศรลมควรมีพื้นที่บริเวณส่วนหางลูกศรมากกว่าบริเวณส่วนหัวลูกศร เนื่องจากเมื่อมีลมพัดผ่าน ลมจะปะทะกับหางลูกศรมากกว่าหัวลูกศรจึงทำให้ศรลมมีการหมุนจนกระทั่งศรลมลู่ขนานไปกับลม โดยหัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา ในการออกแบบศรลมควรพิจารณาถึงอัตราส่วนของพื้นที่บริเวณหัวและหาง การเลือกใช้วัสดุที่ทนต่อแรงลม หาได้ง่าย ในท้องถิ่น ต้นทุนต่ำและน้ำหนักที่เหมาะสมกับสถานการณ์และการนำไปใช้

เมื่อสร้างเสร็จแล้วควรมีการทดสอบโดยการเก็บข้อมูลแล้วนำมาประมวลผลเพื่อนำไปปรับปรุงให้ได้ผลตามที่บอกทิศทางได้ถูกต้องแม่นยำ



ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรสำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้	1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ	1. สร้างสิ่งของเครื่องใช้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ตามกระบวนการเทคโนโลยี 2. ประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ

หมายเหตุ: *ตัวชี้วัด เทคโนโลยี (T) ในที่นี้จะรวมตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี และสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในขณะที่วิศวกรรมศาสตร์ (E) ไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถเทียบเคียงได้จากกระบวนการเทคโนโลยีในตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี

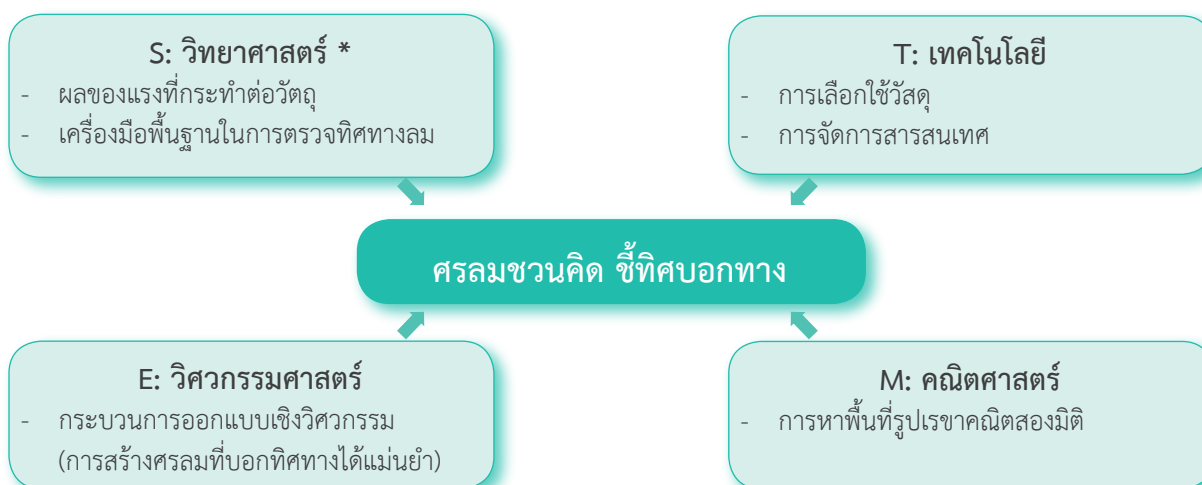


สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
- แรงกระทำต่อวัตถุอาจทำให้วัตถุเปลี่ยนการเคลื่อนที่ - เมื่อแรงกระทำต่อวัตถุต่าง ๆ วัตถุที่เปลี่ยนการเคลื่อนที่ได้ยาก วัตถุนั้นจะมีมวลมาก - เมื่อแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ถ้าวัตถุอยู่นิ่งก็จะอยู่นิ่งต่อไปหรือถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปในทิศทางเดิมด้วยอัตราเร็วคงตัว	- การหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสองมิติ <u>รูปสามเหลี่ยม</u> พื้นที่รูปสามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times \text{ความยาวฐาน} \times \text{ความสูง}$ <u>รูปสี่เหลี่ยม</u> พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง $\times$ ความยาว <u>รูปหลายเหลี่ยม</u> พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม อาจใช้วิธีสร้างส่วนของเส้นตรงให้ตั้งฉากกับแนวนอนหรือแนวตั้ง ทหาระยะตั้งฉากจากจุดยอดต่าง ๆ ของรูปที่กำหนดให้นั้นกับส่วนของเส้นตรงที่สร้างขึ้น ซึ่งมักเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แล้วหาพื้นที่ของรูปย่อยต่าง ๆ เพื่อนำมาหาพื้นที่ของรูปที่ต้องการ <u>รูปวงกลม</u> พื้นที่รูปวงกลม = πr^2 เมื่อ r แทนความยาวรัศมีของรูปวงกลม	- การเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ควรพิจารณาปัจจัยในด้านต่าง ๆ เช่น รูปร่าง สี พื้นผิว ความแข็ง ความเหนียว - การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามกระบวนการเทคโนโลยีควรมีการฝึกความคิดสร้างสรรค์ - การจัดการสารสนเทศ ประกอบด้วย การเตรียมข้อมูล การประมวลผลข้อมูล การเก็บข้อมูล การแสดงผล



กรอบแนวคิด



* เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้



จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแรงและผลของแรงที่นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างโครง
2. เลือกใช้วัสดุในการสร้างโครงอย่างเหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน
3. ออกแบบและสร้างโครงที่มีประสิทธิภาพ



วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อ กลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อ กลุ่ม
1	กระดาษแข็ง 180 แกรม ขนาด A4	3 แผ่น	10	หลอดพลาสติกขนาดยาว 30 เซนติเมตร	3 หลอด
2	พลาสติกลูกฟูก ขนาด A4	1 แผ่น	11	พดล	2-3 ตัว ต่อ ห้อง
3	แผ่นโฟมบาง ขนาด A4	1 แผ่น	12	วงเวียน	1 อัน
4	ไม้บัลซา	1 แผ่น	13	เข็มทิศ	1 อัน
5	เชือกมัด	3 ตัว	14	ไม้บรรทัด	1 อัน
6	สีเทียน หรือสีไม้	1 กล่อง	15	ไม้โปรแทรกเตอร์แบบครึ่ง วงกลม	2 อัน
7	ตะเกียบ	3 ข้าง	16	เทปใส	1 ม้วน
8	ไม้เสียบลูกชิ้น	3 อัน	17	กรรไกร หรือคัตเตอร์	1 เล่ม
9	ดินน้ำมัน	3 ก้อน	18	แผ่นรองตัด	1 แผ่น

หมายเหตุ : วัสดุหมายเลข 1-4 เป็นวัสดุที่จัดเตรียมให้นักเรียนเลือกใช้ในการสร้างโครง ครูสามารถลดหรือเพิ่มเติมตามความเหมาะสม



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ขั้นระบุปัญหา

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้นักเรียนรู้จักและเห็นความสำคัญของโครง โดยครูนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องดังตัวอย่าง

“การตากแห้งเป็นวิธีการทำให้อาหารหรือสมุนไพรบางชนิดให้เก็บรักษาได้นานขึ้นและไม่เน่าเสีย การตากแห้งโดยวิธีธรรมชาติอาศัยแสงแดดและอากาศจะช่วยถ่ายเทความชื้นออกไป การทราบทิศทางลมเพื่อกำหนดตำแหน่งในการตากแห้งเป็นการช่วยลดระยะเวลาในการตากแห้งได้รวดเร็วขึ้น หากมีอุปกรณ์ช่วยบอกทิศทางลมจะเป็นประโยชน์มากขึ้น ดังนั้น ให้นักเรียนออกแบบและสร้างอุปกรณ์ที่ใช้บอกทิศทางลมเพื่อใช้ประโยชน์ในบ้านของตนเอง โดยใช้วัสดุที่เหมาะสมและได้ประสิทธิภาพ”

2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ประเด็นคำถามดังตัวอย่าง
 - จากสถานการณ์ที่กำหนดให้มีปัญหาหรือความต้องการในเรื่องใด
ควรได้ข้อสรุปว่า ต้องการให้ของที่ตากไว้ แห้งเร็วขึ้น โดยสร้างอุปกรณ์ที่บอกทิศทางลมได้
 - ควรมีความรู้ที่เกี่ยวข้องเรื่องใดบ้าง
ควรได้ข้อสรุปว่า หลักการทำงานของครลมหรือแนวทางในการสร้างครลม การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์



ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

3. ครูแสดงครลมและการใช้งานครลมให้นักเรียนสังเกต โดยใช้ครลมจริงหรือวิดีโอเกี่ยวกับครลม หรือศึกษาจากใบความรู้ ที่ 1 เรื่อง การวัดความเร็วและทิศทางลม เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ประโยชน์และการทำงานของครลม

ควรได้ข้อสรุปว่า

- ครลมทำให้ทราบทิศทางของลม เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การระบายอากาศในบ้านในห้อง หรือการช่วยให้สิ่งของต่าง ๆ แห้งเร็วขึ้น รวมไปถึงการทราบแนวโน้มทิศทางที่ของเมฆฝนที่ตั่งเค้า หรือ กลุ่มควันที่เกิดจากไฟไหม้บริเวณข้างเคียง
 - ตัวลูกศรจะมีรูปร่างส่วนหางที่มีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัวลูกศร ซึ่งมีหลักการทำงานคือเมื่อลมพัดแรงลมจะกระทำกับหางลูกศรมากกว่าหัวลูกศร เนื่องจากพื้นที่ส่วนหางลูกศรมากกว่าพื้นที่ส่วนหัว จึงทำให้ครลมเกิดการหมุนทำให้หัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา
 - แกนหมุนของครลมจำเป็นต้องหมุนได้อย่างอิสระ เพื่อให้ครลมสามารถหมุนไปตามทิศทางของลมที่เปลี่ยนแปลงไป จึงบอกทิศทางของลมได้อย่างเที่ยงตรง แกนหมุนควรอยู่ในตำแหน่งสมดุลระหว่างส่วนหัวและส่วนหางของตัวครลม
 - ฐานของครลม ควรแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของครลม ทนทานต่อการปะทะของแรงลม สามารถตั้งได้อย่างสมดุล โดยปกติจะมีตัวบอกทิศติดบริเวณฐานด้วย
4. ครูกำหนดเงื่อนไขในการทดสอบครลมว่า ใช้แหล่งกำเนิดลมเป็นพัดลม ความแรงของลมระดับ 1 และวางครลมห่างจากพัดลมเป็นระยะ 1 เมตร
 5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างครลม เช่น ความแรงและความเร็วของลม รูปร่างและพื้นที่ของครลม และวัสดุที่ใช้สร้างครลม

ควรได้ข้อสรุปว่า

- ความเร็วหรือความแรงของลมจะมีผลต่อโครงที่สร้างโดยวัสดุต่าง ๆ เช่น ถ้ามีแรงเสียดทานที่ต้านการหมุน หากลมอ่อนอาจทำให้โครงไม่หมุน ลมที่แรงเกินไปอาจทำให้โครงที่มีฐานไม่แข็งแรงล้มลงได้
- โครงมีรูปร่างหลากหลาย เช่น สัตว์ ดอกไม้ หรือคน รวมทั้งมีพื้นที่และขนาดแตกต่างกันไป
- วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างโครงนั้นควรแข็งแรง แต่ไม่ควรมีน้ำหนักมากเกินไปเพราะอาจมีผลต่อการหมุนของโครง โดยควรพิจารณาถึงความแรงของลมที่กำหนด และรูปแบบของโครงที่ออกแบบ



ขั้นตอนการแก้ปัญหา

6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบโครงตามเงื่อนไขที่กำหนดจากการวิเคราะห์สถานการณ์ในข้อ 4 และ 5 โดยเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ บอกเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์เหล่านั้น แนวคิดในการสร้างชิ้นงานภายในกลุ่ม แล้วร่างภาพโครงลงในใบบันทึกกิจกรรม



ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

7. แต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานโดยอาจเขียนเป็นผังขั้นตอน (flow chart) แล้วสร้างโครงตามที่ได้ออกแบบไว้



ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

8. นักเรียนทดสอบการทำงานของโครงที่สร้างขึ้น และบันทึกผลการทดสอบในตารางบันทึกผลในใบบันทึกกิจกรรม
9. ในกรณีที่โครงยังไม่สามารถบอกทิศทางลมได้ ให้วิเคราะห์สาเหตุ หาแนวทางการปรับปรุงโครง และบันทึกการปรับปรุงในแต่ละครั้ง ทดสอบการทำงานซ้ำ จนกระทั่งได้ประสิทธิภาพตามต้องการ

ในขณะที่นักเรียนทำการปรับปรุงโครงครูอาจช่วยเหลือ สนับสนุนให้นักเรียนสร้างโครงจนสำเร็จ โดยคุณครูอาจใช้คำถามกระตุ้นให้คิดเพื่อให้เกิดแนวทางการแก้ปัญหานักเรียนที่เกิดขึ้น ปัญหาที่อาจพบและแนวทางปรับปรุงแสดงดังตาราง

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
• โครงหมุนไม่คล่อง • โครงไม่หมุน	• ตัวยึดโครงกับแกนหมุนไม่สามารถหมุนได้ • น้ำหนักตัวโครงมากเกินไป • แรงเสียดทานที่จุดหมุนมาก	• ออกแบบการติดโครงกับแกนใหม่ • ปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้สร้างโครง หรือ • ปรับเปลี่ยนวัสดุที่ยึดโครง หรือ • พิจารณาแกนโครงว่าอยู่ในแนวระดับหรือไม่ แล้วปรับให้อยู่ในแนวระดับ หรือ • เปลี่ยนตำแหน่งจุดหมุนใหม่
• โครงหมุนไม่หยุด • โครงไม่อยู่ในแนวระดับ	• ขนาดของหัวลูกศรกับหางลูกศรใกล้เคียงกัน • ปรับจุดหมุนไม่ถูกตำแหน่ง	• ปรับขนาดหางโครงให้มีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัว • เปลี่ยนตำแหน่งจุดหมุนใหม่

10. ครูอาจให้นักเรียนหาขนาดพื้นที่ส่วนหัวและส่วนหางของศรลม รวมทั้งอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ส่วนหัวและส่วนหางของศรลมที่มีประสิทธิภาพ



ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

11. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอศรลมที่สร้างขึ้น การปรับปรุงศรลมจนได้รูปแบบดังกล่าว รวมทั้งพื้นที่และอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ส่วนหัวและส่วนหางของศรลม แล้วอภิปรายร่วมกันถึงแนวทางการสร้างศรลมที่มีประสิทธิภาพ

ควรได้ข้อสรุปว่า

- การประดิษฐ์ศรลม ควรออกแบบให้มีพื้นที่บริเวณส่วนหางลูกศรมากกว่าบริเวณส่วนหัวลูกศร เมื่อมีลมพัดผ่าน ลมจะปะทะกับหางลูกศรมากกว่าหัวลูกศร จึงทำให้ศรลมหมุนจนกระทั่งศรลมคู่ขนานไปกับแนวลม โดยหัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา นอกจากนั้นการสร้างศรลมควรคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ ความแข็งแรงของฐานที่วางศรลม ตำแหน่งจุดหมุนของศรลม ความคล่องในการหมุนของศรลม
12. ครูอาจตั้งคำถามเพื่อขยายความรู้ต่อไปดังนี้
- ถ้านำศรลมที่นักเรียนออกแบบไว้ไปตรวจสอบทิศทางลมในสถานที่จริง เช่น ภูเขา ริมชายฝั่ง ซึ่งอาจต้องวางไว้กลางแจ้งเป็นเวลานาน ๆ นักเรียนควรจะปรับปรุงศรลมที่ออกแบบไว้อย่างไร เพราะเหตุใด

ควรได้ข้อสรุปว่า

- ควรคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างศรลมให้มีความแข็งแรงทนทานต่อความแรงของลม และกันความชื้น ฝน และทนต่อแดดเป็นเวลานาน ๆ โดยมีหลักการการสร้างเหมือนเดิม
13. ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมเพิ่มเติมโดยนำศรลมไปตรวจสอบทิศทางลมที่เกิดขึ้นจริงนอกห้องเรียน
หมายเหตุ: สามารถปรับเปลี่ยนแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม



การวัดประเมินผล

1. หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับแรงและผลของแรงที่นำมาใช้ในการสร้างศรลมที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. การออกแบบศรลมและเลือกใช้วัสดุ
3. ประสิทธิภาพของศรลม



เกณฑ์การให้คะแนน

รายการ	คะแนนเต็ม
แนวคิดในการออกแบบ การประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องสู่ชิ้นงาน	30
ประสิทธิภาพของโครงผลม	40
ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ ความสวยงาม ความประณีต ความคิดริเริ่ม	30
รวม	100

หมายเหตุ: สามารถปรับเปลี่ยนเกณฑ์การให้คะแนนได้ตามความเหมาะสม

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. โครงผลมหรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับโครงผลม
2. ใบความรู้ที่ 1
3. ใบความรู้ที่ 2 และ 3 เป็นความรู้เพิ่มเติมสำหรับกับครู

ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรม

1. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม ทั้งสิ้น 4 ชั่วโมง
 - 1.1 ข้อ 1-6 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง (เริ่มตั้งแต่สถานการณ์จนถึงนักเรียนออกแบบโครงผลม)
 - 1.2 ข้อ 7- 13 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง (เริ่มตั้งแต่การสร้าง ทดสอบ ปรับปรุงถึงการอภิปราย)
2. ครูควรย้ำเตือนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์โดยเฉพาะของมีคม

แนวคำตอบใบบันทึกกิจกรรม

1. ศรลมีหลักการทำงานอย่างไร

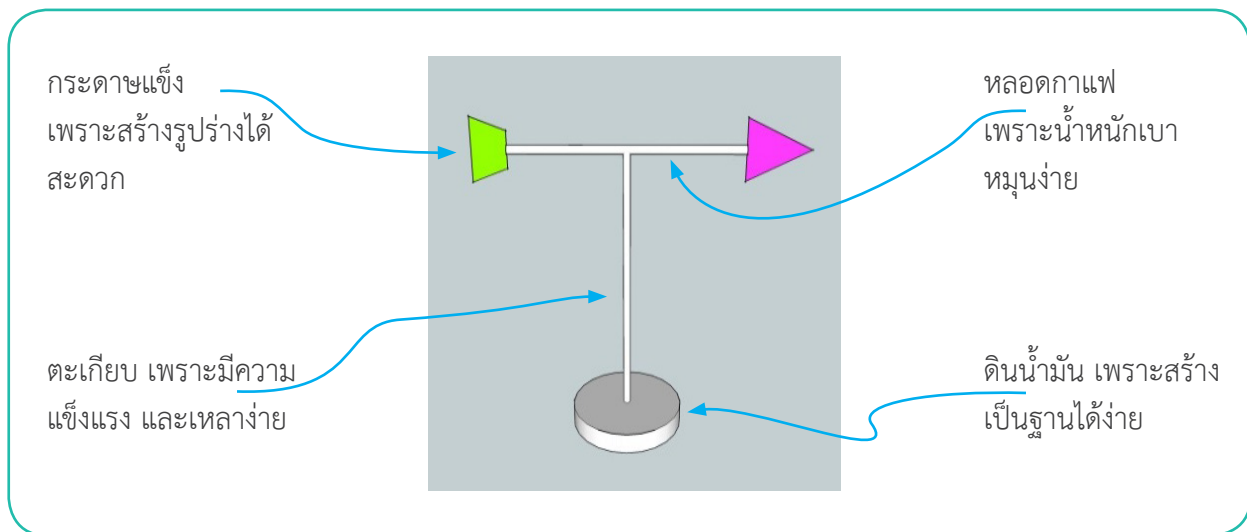
แนวคำตอบ เมื่อมีลมปะทะกับศรลจะทำให้ศรลมีการหมุนไป เนื่องจากส่วนหางของศรล มีพื้นที่มากกว่าส่วนหัว ศรลจะหมุนจนกระทั่งลู่อานไปกับทิศทางของลมที่พัดมา โดยหัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา

2. เงื่อนไขสถานการณ์ในการสร้างศรลคืออะไรบ้าง

แนวคำตอบ สร้างศรลที่สามารถบอกทิศทางลมได้ถูกต้องและแม่นยำ เมื่อพัดลมที่เปิดความแรงของลมระดับ 1 และวางศรลห่างจากพัดลมเป็นระยะ 1 เมตร

3. วาดภาพการออกแบบศรลและระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ พร้อมให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ

แนวคำตอบ



4. ระหว่างการสร้างศรลพบปัญหาอะไรบ้างและมีวิธีการแก้ไขปัญหายังไร

แนวคำตอบ ตัวอย่างเช่น

- ตัวศรลไม่สามารถตั้งให้สมดุลได้ แก้ไขโดยนำดินน้ำมันมาถ่วงที่ปลายด้านหนึ่ง
- ศรลไม่หมุนตามทิศทางลม แก้ไขโดยปรับขนาดของศรลให้ส่วนหางของศรลให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

5. ตารางบันทึกการบอกทิศของศรล

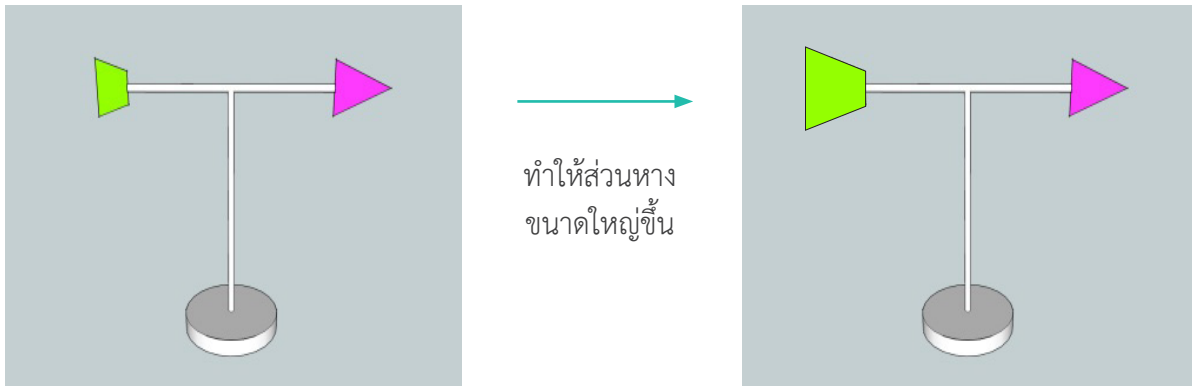
ครั้งที่	ลักษณะการวางศรลเทียบกับพัดลม	ความเที่ยงตรงของการบอกทิศของศรล
1	หันส่วนหัวศรลให้พัดลม	เที่ยงตรง
2	หันส่วนกลางศรลให้พัดลม	เที่ยงตรง
3	หันส่วนหางศรลให้พัดลม	เที่ยงตรง

6. วัสดุที่สร้างขึ้นสามารถบอกทิศทางลมได้จริงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ - วัดได้จริง ทดสอบโดยวัดทิศทางลมเมื่อวางวัสดุในลักษณะต่าง ๆ และตรวจสอบทิศทางที่วัสดุบอกทิศทางของลม ปรากฏว่าวัสดุมีความเที่ยงตรงในการบอกทิศทางลม

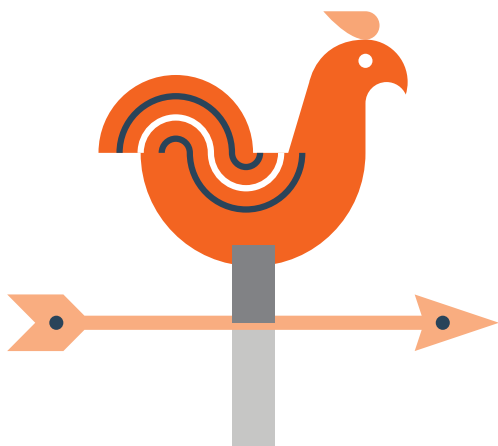
7. วาดภาพพร้อมอธิบายการปรับปรุงวัสดุตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสุดท้าย

ปรับปรุงดังนี้



8. ถ้านำวัสดุที่นักเรียนออกแบบไว้ไปตรวจสอบทิศทางลมในสถานที่จริง เช่น ภูเขา ริมชายฝั่ง ซึ่งอาจต้องวางไว้กลางแจ้งเป็นเวลานาน ๆ นักเรียนควรปรับปรุงวัสดุที่ออกแบบไว้อย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ - ควรคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างให้มีความแข็งแรงทนทานต่อความแรงของลมและกันความชื้นฝน และทนต่อแดดเป็นเวลานาน ๆ โดยมีหลักการการสร้างเหมือนเดิม



ใบความรู้ที่ 1

การวัดความเร็วและทิศทางลม

ลม คือ การเคลื่อนไหวยของอากาศ ถ้าลมแรงก็หมายความว่ามวลของอากาศเคลื่อนตัวไปมากและเร็ว ในทางอุตุนิยมวิทยา การวัดลมจำต้องวัดทั้งทิศทางของลมและอัตราหรือความเร็วของลม สำหรับการตรวจสอบทิศทางของลมนั้นเราใช้ศรลม (wind vane) ส่วนการวัดความเร็วของลม เราใช้เครื่องมือที่เรียกว่า **มาตรวัดลม** (anemometer) ซึ่งมีหลายชนิด แต่ส่วนมากใช้แบบใบพัดหรือกังหัน นอกจากมาตรวัดลมแล้วยังมีเครื่องบันทึกความเร็วและทิศทางของลมด้วย เครื่องบันทึกนี้เรียกว่า อะนิโมกราฟ (anemograph) ซึ่งสามารถบันทึกความเร็วและทิศทางของลมได้ตามที่เราต้องการ

เครื่องวัดลมที่กล่าวมานี้เป็นการวัดลมที่พื้นดิน บอกทิศทาง หรือความเร็วลมในตำแหน่งคงที่ โดยสิ่งกีดขวาง มีอิทธิพลต่อลม เช่น อาคาร ต้นไม้ ความเร็วลมจะเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความสูงของตำแหน่งที่วัดเพิ่มขึ้น ดังนั้น เครื่องมือที่ใช้วัดลมควรตั้งอยู่ในที่โล่งที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกและควรอยู่สูงกว่าหลังคาอาคาร

เมื่อ พ.ศ. 2348 พลเรือเอก เซอร์ ฟรานซิส โบฟอร์ต (Admiral Sir Francis Beaufort, ค.ศ. 1774 - 1857, ชาวอังกฤษ) แห่งราชนาวีอังกฤษได้พัฒนามาตราส่วนสำหรับคาดคะเนความเร็วของลมไว้ใช้ในการเดินเรือใบ เรียกว่า มาตราลมโบฟอร์ต (Beaufort wind scale) และแบ่งกำลังออกเป็น 13 ระดับ (0-12) โดยมีคำบรรยายเครื่องหมายและเปรียบเทียบความเร็วตามตารางแสดงคำบรรยายเครื่องหมายและเปรียบเทียบความเร็วของลม

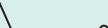
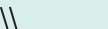
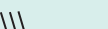
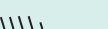
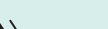
เครื่องมือสำหรับบอกทิศทางลมหรือศรลมมีหลายรูปแบบ โดยศรลมมีส่วนประกอบที่สำคัญหลายส่วน ได้แก่ ส่วนตัวลูกศร ส่วนแกนหมุน ส่วนฐาน

- รูปร่างตัวลูกศร ส่วนหางจะมีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัวลูกศร ซึ่งมีหลักการทำงานคือ เมื่อลมพัด แรงลมจะกระทำกับหางลูกศรมากกว่าหัวลูกศร เนื่องจากส่วนหางลูกศรมีพื้นที่มากกว่าส่วนหัว ศรลมจึงหมุนโดยหัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา
- แกนหมุนของศรลมต้องหมุนได้อย่างอิสระ เพื่อให้ศรลมสามารถหมุนไปตามทิศทางของลมที่เปลี่ยนแปลงไป จึงบอกทิศทางของลมได้อย่างเที่ยงตรง แกนหมุนควรอยู่ในตำแหน่งสมดุลระหว่างส่วนหัวและส่วนหางของศรลม
- ฐานของศรลม ควรแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของศรลม ทนทานต่อการปะทะของแรงลม สามารถตั้งได้อย่างสมดุล โดยทั่วไปจะมีตัวบอกทิศติดบริเวณฐานด้วย



ภาพศรลมรูปแบบต่าง ๆ

ตารางแสดงคำบรรยายเครื่องหมายและเปรียบเทียบความเร็วของลม

กำลัง โบฟอร์ต	ความเร็วลม		ลักษณะของลม	การสังเกต	สัญลักษณ์ บนแผนที่
	นอต	กม./ชม.			
๐	น้อยกว่า ๑	น้อยกว่า ๒	ลมสงบ (calm)	ลมเงียบ คว้นลอยขึ้นตรง ๆ	○
๑	๑ - ๓	๒ - ๖	ลมเบา (light air)	คว้นลอยตามลม แต่ศรลมไม่หันไปตาม ทิศลม	
๒	๔ - ๕	๗ - ๑๑	ลมเฉื่อยเบา (light breeze)	รู้สึกลมพัดที่ผิวหนัง ใโปไม้กระดิก ศรลม หันไปตามลม	
๓	๗ - ๑๐	๑๒ - ๑๙	ลมเฉื่อย (gentle breeze)	ใโปไม้และกิ่งไม้เล็ก ๆ ขยับเขยื้อน ธงปลิว	
๔	๑๑ - ๑๖	๒๐ - ๓๐	ลมเฉื่อยปานกลาง (moderate breeze)	มีฝุ่นพัดตลบ กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็ก เคลื่อนไหว	
๕	๑๗ - ๒๑	๓๑ - ๓๙	ลมเฉื่อยค่อนข้างแรง (fresh breeze)	ต้นไม้เล็ก ๆ เริ่มแกว่งไกวไปมา น้ำเป็น ระลอก	
๖	๒๒ - ๒๗	๔๐ - ๕๐	ลมแรง (strong breeze)	กิ่งไม้ใหญ่ขยับเขยื้อน ได้ยินเสียงตามสาย โทรเลข ไซรั่มไม่สะดวก	
๗	๒๘ - ๓๓	๕๑ - ๖๑	ลมค่อนข้างแรง (near gale)	ต้นไม้ใหญ่ทั้งต้นขยับเขยื้อน เดินทวนลม ไม่สะดวก	
๘	๓๔ - ๔๐	๖๒ - ๗๔	ลมจัด (gale)	กิ่งไม้หัก มีสิ่งกีดขวางเพิ่มขึ้น	
๙	๔๑ - ๔๗	๗๕ - ๘๗	ลมจัดมาก (strong gale)	สิ่งก่อสร้างที่ไม่มั่นคงหักพัง	
๑๐	๔๘ - ๕๕	๘๘ - ๑๐๒	พายุ (storm)	ต้นไม้ถอนรากถอนโคน เกิดความเสียหาย มาก	
๑๑	๕๖ - ๖๓	๑๐๓ - ๑๑๗	พายุใหญ่ (violent storm)	เกิดความเสียหายทั่วไป	
๑๒	๖๔ - ๗๐	๑๑๘ - ๑๓๒	พายุไต้ฝุ่นหรือ พายุเฮอริเคน (typhoon or hurricane)		

ที่มา

กรมอุตุนิยมวิทยา

<http://www.marine.tmd.go.th/thai/windhtml/windhtml.html>

โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

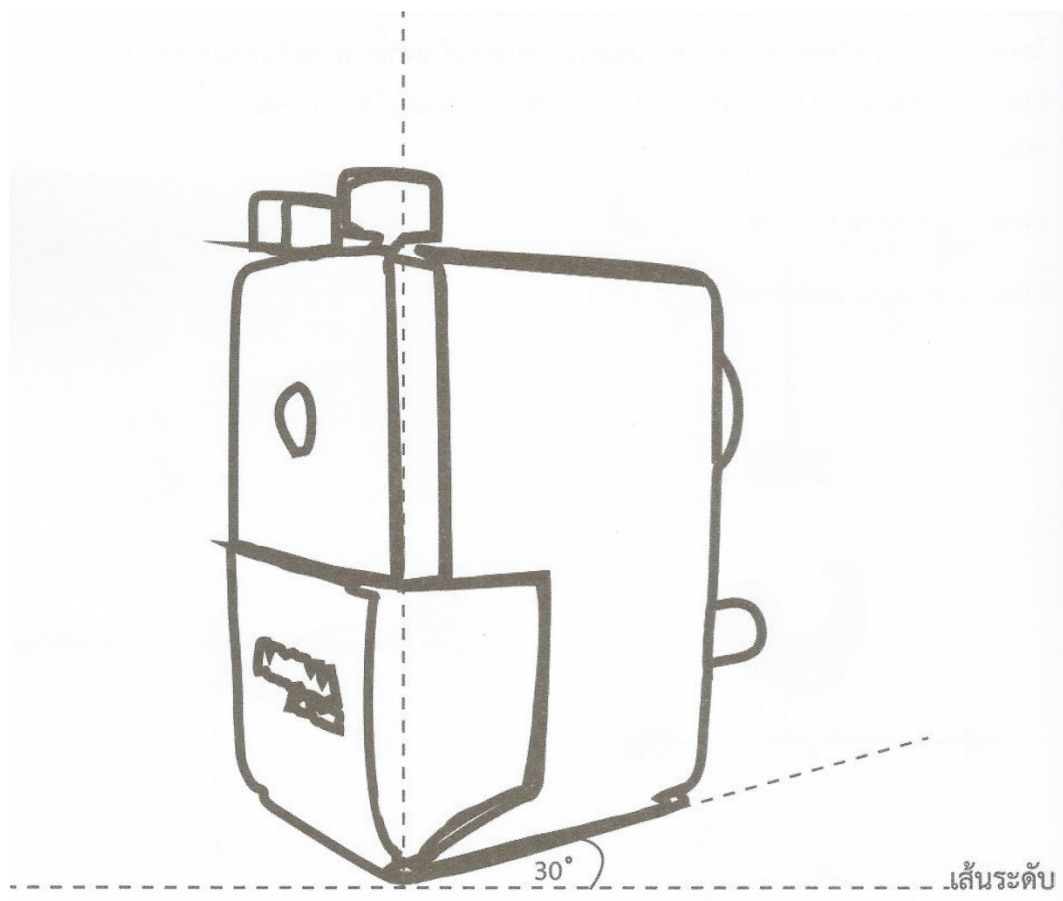
<http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=2&chap=4&page=t2-4-infodetail03.html>

ใบความรู้ที่ 2

ภาพร่าง 3 มิติ

ภาพร่าง 3 มิติ เป็นภาพที่ประกอบด้วย ด้านกว้าง ด้านยาว และความสูงหรือความลึก ใช้สำหรับแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปร่าง รูปทรง การทำงานและกลไกภายใน อีกทั้งยังแสดงให้เห็นการประกอบกันของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงาน และสามารถทำความเข้าใจลักษณะการทำงานของชิ้นงานได้ดียิ่งขึ้น

ภาพร่างที่ใช้มีหลายรูปแบบ ในที่นี้ขอนำเสนอรูปแบบที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ง่ายและพบเห็นทั่วไป คือ แบบ ไอโซเมตริก (Isometric) ที่มองเห็นรูปร่างลักษณะที่เหมือนของจริง มีแนวเส้นของวัตถุด้านหนึ่งตั้งฉากกับเส้นระดับ ส่วนด้านหน้าและด้านข้างจะทำมุม 30 องศา กับเส้นระดับ



ใบความรู้ที่ 3

ประสิทธิภาพ ความเที่ยงตรง ความแม่นยำ

ประสิทธิภาพ คือ ลักษณะการดำเนินงานที่สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ได้สำเร็จ กรณีในการใช้วัดประสิทธิภาพ คือ ศักยภาพของผลผลิตที่สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้ ถ้าผลผลิตสามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ได้ถือว่าผลผลิตนั้นมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าผลผลิตนั้นไม่สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ได้ถือว่าผลผลิตนั้นไม่มีประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ แตกต่างจาก ประสิทธิภาพ หรือ Efficiency โดยประสิทธิภาพเป็นการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างปริมาณผลลัพธ์ที่ได้ต่อปริมาณทรัพยากรที่ใช้ ยิ่งกระบวนการทำงานได้ผลลัพธ์สูงโดยใช้ทรัพยากรน้อย กระบวนการนั้นจะถือว่ามีความมีประสิทธิภาพสูง

ความเที่ยงตรง (Accuracy)

ความเที่ยงตรง คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่สามารถแสดงค่าการวัดต่าง ๆ ได้ใกล้เคียงค่าที่เป็นจริงมากที่สุด

ความแม่นยำ (Precision)

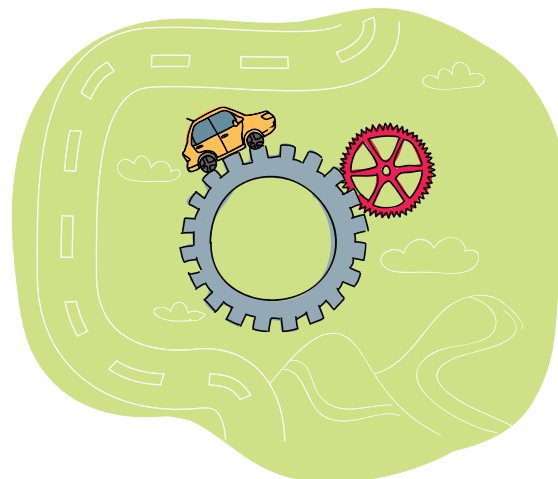
ความแม่นยำ คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่สามารถแสดงค่าการวัดหนึ่ง ๆ ภายใต้สถานการณ์และสภาพแวดล้อมเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง แล้วได้ผลลัพธ์เป็นค่าเดียวกัน

แหล่งอ้างอิง

JCGM (2008), International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms.
<http://dictionary.reference.com/browse/effectiveness> (Accessed 4 February 2014)

ลำบากแค่ไหน

กลไกช่วยได้



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เวลา 4 ชั่วโมง



สาระสำคัญ

เมื่อรถยนต์และรถจักรยานยนต์เริ่มเคลื่อนที่หรือขึ้นที่สูงขึ้นต้องใช้แรงมากในการขับเคลื่อน แต่การเพิ่มอัตราเร็วของรถในขณะที่ยังกำลังแล่นนั้นจะใช้แรงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับขณะรถเริ่มเคลื่อนที่ รถยนต์และรถจักรยานยนต์จึงต้องมีระบบเฟืองเป็นอุปกรณ์ในการปรับแรงและเปลี่ยนอัตราเร็ว

อุปกรณ์หลักของระบบเฟืองอย่างง่ายประกอบด้วยเฟืองสองอันสับกัน ทำหน้าที่เป็นเฟืองขับและเฟืองตาม หมุนในทิศทางตรงกันข้าม

ดังนั้น ในการออกแบบและสร้างรถจำลองเพื่อให้สามารถแล่นได้บนทางเรียบขึ้นเนิน จะต้องใช้ความรู้เรื่องระบบเฟือง อัตราทดของเฟือง และการเลือกใช้เฟืองที่เหมาะสมในการสร้างชิ้นงาน



ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
1. ทดลองและอธิบายระยะทางการกระจัด อัตราเร็ว และความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ	1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหา	1. สร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัย ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ หรือภาพถ่ายเพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบของสิ่งของเครื่องใช้หรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดเป็นแบบจำลองและการรายงานผล

หมายเหตุ: *ตัวชี้วัด เทคโนโลยี (T) ในที่นี้จะรวมตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี และสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในขณะที่วิศวกรรมศาสตร์ (E) ไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถเทียบเคียงได้จากกระบวนการเทคโนโลยีในตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี



สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
- การเคลื่อนที่ของวัตถุ เกี่ยวข้องกับระยะทาง อัตราเร็ว การกระจัดและความเร็ว - อัตราเร็วและระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ ความเร็วและการกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ - แรงเสียดทานเป็นแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุทั้งขณะที่วัตถุไม่มีการเคลื่อนที่ และขณะที่วัตถุมีการเคลื่อนที่ นำไปใช้อธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ - กลไกอย่างง่ายรูปแบบหนึ่งคือเฟือง โดยแรงที่เกี่ยวข้องคือแรงบิด หรือแรงที่ใช้ในการบิดหรือหมุนมวล หรือเอาชนะการหมุน	- อัตราส่วน - ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือหน่วยต่างกันได้ เรียกว่า อัตราส่วน - อัตราส่วนที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณ ถ้ามีหน่วยเดียวกัน ไม่นิยมเขียนหน่วยกำกับไว้ แต่ถ้ามีหน่วยต่างกัน จะต้องเขียนหน่วยกำกับไว้ - อัตราส่วนของจำนวนสองจำนวน - อัตราส่วนของปริมาณ a ต่อปริมาณ b เขียนแทนด้วย $a : b$ หรือ $\frac{a}{b}$ เรียก a ว่าจำนวนแรก หรือจำนวนที่หนึ่งของอัตราส่วน และเรียก b ว่าจำนวนหลังหรือจำนวนที่สองของอัตราส่วน อัตราส่วน a ต่อ b จะพิจารณาเฉพาะในกรณีที่ a และ b เป็นจำนวนบวกเท่านั้น	- การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีทำให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการสามารถย้อนกลับมาแก้ไขได้ง่าย - ความรู้ที่ใช้ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องอื่นอีก เช่น กลไกและการควบคุม ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ - การเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ควรพิจารณาปัจจัยในด้านต่างๆ เช่น รูปร่าง สี พื้นผิว ความแข็ง ความเหนียว



กรอบแนวคิด



* เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้



จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับระบบเฟืองที่นำมาใช้ในการสร้างรถจำลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. ออกแบบและสร้างรถจำลองให้สามารถวิ่งได้บนทางเรียบขึ้นเนิน



วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม
1	โครงรถจำลอง 1 ชุด	1 ชิ้น	6	รางถ่านแบบ 2 ก้อน มีสวิตช์เปิด – ปิด	1 ชุด
2	ล้อและเพลลา 1 ชุด ประกอบด้วย - แกนล้อ (เพลลา) - ล้อ - หลอดพลาสติกขนาดเล็ก	2 อัน 4 ล้อ 2 หลอด	7	ชุดสำรวจเฟืองขับ-เฟืองตามประกอบด้วย - พลาสติกลูกฟูก - ไม้จิ้มฟัน ไม้เสียบลูกชิ้นหรือหมุด	1 แผ่น 2 อัน
3	ชุดเฟืองที่มีจำนวนฟันต่างกัน	5 ชิ้น	8	ถนนจำลองเส้นทางเรียบขึ้นเนินที่ทำมุม 9 องศา กับพื้นราบ ยาว 240 เซนติเมตร (อาจทำจากแผ่นไม้อัด หรือ พลาสติกลูกฟูก)	1 ชุด (ต่อห้อง)
4	มอเตอร์ขนาด 3,000 รอบต่อ นาที 3 V	1 ตัว	9	กระดาษขาว เทปใส กาวสองหน้า	อย่างละ 1 ม้วน
5	ถ่านอัลคาไลน์ AA	2 ก้อน	10	คัตเตอร์ กรรไกร	อย่างละ 1 อัน



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยยกสถานการณ์ตัวอย่างมาสนทนากับนักเรียน ตามแนวทางต่าง ๆ ดังตัวอย่างแล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

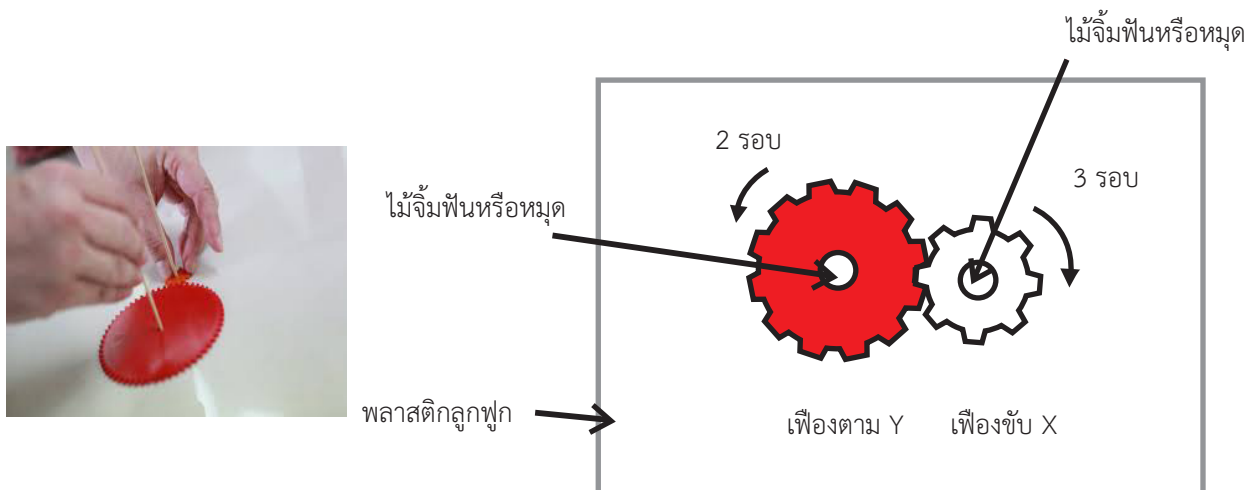
แนวทางที่ 1 ในช่วงปิดเทอม ครอบครัวของนักเรียนวางแผนจะไปท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติและสถานที่ท่องเที่ยวที่สวยงามในจังหวัดทางภาคเหนือโดยรถยนต์ส่วนตัว ซึ่งการขับรถในภาคเหนือจำเป็นต้องขับรถยนต์ให้ถูกวิธี เหมาะสมกับสภาพเส้นทาง และต้องใช้ความระมัดระวังในการขับขึ้นสูง ตลอดเส้นทางดังกล่าว นักเรียนจะสังเกตเห็นป้ายแสดงสัญลักษณ์ให้ใช้เกียร์ต่ำ เมื่อนักเรียนเดินทางผ่านเส้นทางที่เป็นเนิน เส้นทางลาดชัน หรือเส้นทางที่มีลักษณะเป็นภูเขา ดังภาพ



- แนวทางที่ 2 การเข็นรถขึ้นเนินหรือทางลาดชันจะต้องใช้แรงมากกว่าทางราบ ซึ่งในแนวทางนี้ ครูสามารถยกตัวอย่างที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันได้
2. ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เพื่อนำรู้ เพื่อให้นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบเฟือง
 3. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 สำหรับเฟืองขับ-เฟืองตาม เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฟันของเฟืองขับและจำนวนฟันของเฟืองตาม และหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบของเฟืองขับเมื่อเทียบกับจำนวนรอบของเฟืองตาม โดยจำนวนรอบที่พิจารณาจะเป็นจำนวนเต็มรอบ หลังจากทีนักเรียนได้ความสัมพันธ์แล้ว ครูสรุปเกี่ยวกับอัตราทดของเฟือง ดังนี้

$$\frac{\text{จำนวนฟันของเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันของเฟืองขับ}} = \frac{\text{จำนวนรอบของเฟืองขับ}}{\text{จำนวนรอบของเฟืองตาม}}$$

อัตราส่วนที่ได้ เรียกว่า อัตราทดของเฟือง



ภาพการใช้อุปกรณ์ชุดเฟืองขับ - เฟืองตาม



ขั้นระบุปัญหา

4. ครูกำหนดสถานการณ์ต่อไปนี้

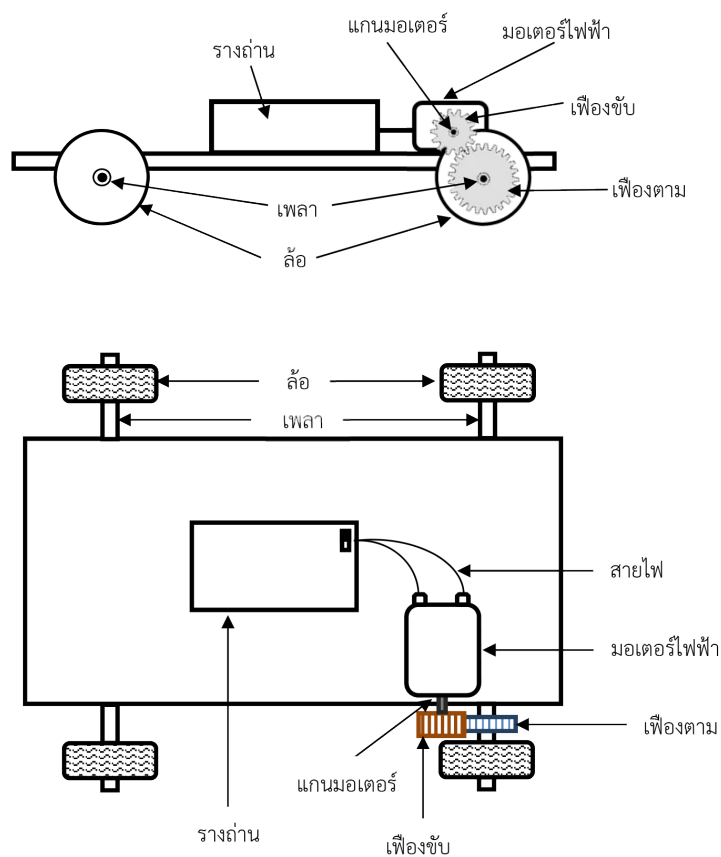
“การเดินทางจากบ้านพักไปโรงเรียนเป็นทางตรง ระยะทาง 2.4 กิโลเมตร และโรงเรียนอยู่บนเนินเขา ทำมุมกับบ้านพัก 9 องศาในแนวระดับ ให้นักเรียนสร้างรถจำลองที่สามารถวิ่งบนถนนจำลองขึ้นเนินที่เป็นทางเรียบทำมุม 9 องศากับพื้นราบเป็นระยะทาง 240 เซนติเมตรได้”



ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

5. ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 เกียร์สูง เกียร์ต่ำ เพื่อให้ได้แนวคิดในการออกแบบและสร้างรถจำลอง และให้ได้อธิบายว่า อัตราทดของเฟืองต่ำจะให้แรงบิดน้อย และอัตราทดของเฟืองสูงจะให้แรงบิดมาก

6. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับกลไกการทำงานร่วมกันระหว่าง มอเตอร์ เฟือง ล้อ และเพลลาในการขับเคลื่อนของรถจำลอง โดยการใช้คลิปวิดีโอทัศน์ หรือ รถจำลองสาธิต ครูแนะนำการประกอบชุดเฟืองและการต่อวงจรไฟฟ้า



ภาพตัวอย่างส่วนประกอบของรถจำลอง



ขั้นตอนการแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนนำแนวคิดที่ได้จากการศึกษาใบความรู้และข้อมูลเกี่ยวกับอัตราทดของเฟืองจากกิจกรรมที่ 1 มาใช้ในการออกแบบรถจำลองในใบกิจกรรมที่ 2



ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

- ครูให้นักเรียนวางแผนการทำงาน โดยอาจเขียนเป็นผังขั้นตอน (flow chart) และลงมือสร้างรถจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้



ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

- นักเรียนทดสอบการวิ่งของรถตามเงื่อนไขที่กำหนด และบันทึกผลการทดสอบ
- ในกรณีที่รถไม่สามารถขึ้นเนินได้ ให้วิเคราะห์สาเหตุ หาแนวทางการปรับปรุงรถจำลอง และบันทึกการปรับปรุงในแต่ละครั้ง ทดสอบการทำงานซ้ำ จนกระทั่งได้ประสิทธิผลตามต้องการ

ตัวอย่างปัญหาที่พบในขณะทำกิจกรรม เช่น

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
1. รถแล่นไม่เป็นเส้นตรง	- ตัวถังกับล้อแต่ละล้อ ไม่ขนานกัน	- ปรับล้อทั้งสี่ให้ขนานกัน และขนานกับตัวถัง
2. รถจำลองไม่แล่น	- เฟืองขับและเฟืองตามไม่สับกัน	- ดัดมอเตอร์กับฐานให้แน่นและตรวจสอบการวางเฟืองตามและเฟืองขับ
	- อัตราทดของเกียร์ไม่เหมาะสม	- เปลี่ยนชุดเฟือง
	- มอเตอร์ไม่หมุน	- ตรวจสอบการต่อวงจรไฟฟ้า
3. เฟืองตามหมุนแต่เพลาล้อไม่หมุน	- การประกอบเฟืองตามกับเพลาล้อไม่แน่น	- ปรับแก้โดยใช้เทปกาวพันรอบเพลาล้อเพื่อเพิ่มความหนาของแกนเพลาล้อ
4. เพลาล้อหมุนแต่ล้อไม่หมุน	- การประกอบเพลาล้อกับล้อไม่แน่น	- ดัดล้อกับเพลาล้อให้แน่นขึ้น
5. เมื่อขึ้นเนินแล้วล้อหมุนอยู่กับที่	- ล้อมีแรงเสียดทานน้อย	- เพิ่มแรงเสียดทานโดยใช้เทปกาวหรือยางพันรอบล้อ



ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอรถจำลองที่สร้างขึ้น แนวคิดในการสร้าง เหตุผลในการเลือกเฟือง รวมทั้งผลการทดสอบและการปรับปรุงแก้ไขรถจำลองจนมีประสิทธิผลที่ต้องการ
- ครูอาจจัดเป็นกิจกรรมการแข่งขันโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน
- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิผลของรถจำลอง เช่น ระบบเฟือง สมดุลของตัวรถ สภาพของล้อรถ

หมายเหตุ: ผลการทดลองจากกิจกรรมนี้ไม่ได้มุ่งหวังการแข่งขัน แต่ครูควรใช้ข้อมูลจากการทดลองของแต่ละกลุ่มมาร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพื่อให้ได้แนวคิดและหลักการว่า ในสถานการณ์จริงขณะที่รถหยุดนิ่งแล้วจะเริ่มเคลื่อนที่จะต้องใช้แรงมาก ดังนั้น จึงต้องใช้เกียร์ต่ำ แต่เมื่อรถเคลื่อนที่ไปแล้ว แรงที่ใช้ในการทำให้รถเคลื่อนที่เร็วขึ้นจะน้อยลง ดังนั้น จึงต้องเปลี่ยนเป็นเกียร์สูง เพื่อให้รถมีอัตราเร็วมากขึ้น แต่รถจำลองไม่สามารถเปลี่ยนเกียร์ได้ เมื่อใช้ชุดเฟืองที่มีอัตราทดของเกียร์ต่ำจะทำให้รถจำลองเคลื่อนที่ช้าในตอนเริ่มต้น

ตัวอย่างประเด็นอภิปราย ซึ่งขึ้นอยู่กับผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม เช่น

- จากผลการทดลองที่พบว่า รถจำลองที่มีอัตราทดของเกียร์สูงสามารถแล่นบนทางระดับได้ถึงจุดหมายก่อนรถจำลองที่มีอัตราทดของเกียร์ต่ำ นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด



การวัดประเมินผล

1. หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับระบบเฟืองที่นำมาใช้ในการสร้างรถจำลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. ประสิทธิภาพของรถจำลอง



เกณฑ์การให้คะแนน กิจกรรมที่ 2 รถจำลองขึ้นเนิน

รายการ	คะแนน
การวิ่งบนถนนของรถจำลอง	60
การนำเสนอแนวคิดในการสร้าง	40
รวม	100

รายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนรถจำลองขึ้นเนิน

ระยะทางที่รถวิ่งขึ้นถนนจำลองได้	ระยะทาง 0 - 20 เซนติเมตร	ระยะทาง 21 - 100 เซนติเมตร	ระยะทาง 101 - 160 เซนติเมตร	ระยะทาง 161 - 200 เซนติเมตร	ระยะทาง 201 - 220 เซนติเมตร	ระยะทาง 221 - 240 เซนติเมตร
คะแนนที่ได้รับ	0 คะแนน	ทุก 8 เซนติเมตร ได้รับ 1 คะแนน	ทุก 6 เซนติเมตร ได้รับ 1 คะแนน	ทุก 4 เซนติเมตร ได้รับ 1 คะแนน	ทุก 2 เซนติเมตร ได้รับ 1 คะแนน	ทุก 1 เซนติเมตร ได้รับ 1 คะแนน
คะแนนเต็ม 60 คะแนน						

หมายเหตุ

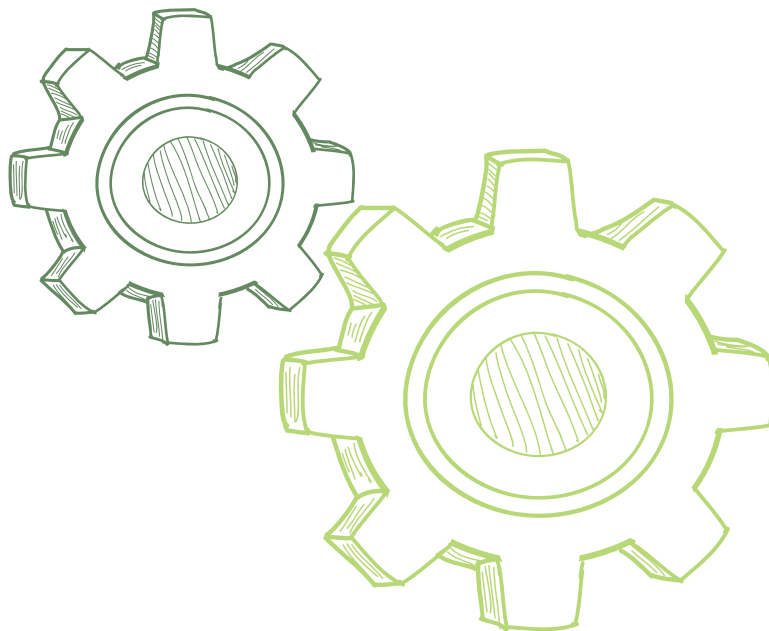
1. เศษของระยะทางในแต่ละช่วงจะไม่นำมาคิดคะแนน
2. ถ้าหากรถจำลองวิ่งแล้วตกถนน จะวัดระยะทางถึงจุดที่รถตกจากถนนเท่านั้น
3. ในกรณีที่รถของทุกกลุ่มสามารถแล่นขึ้นเนินได้ถึง 240 เซนติเมตร ให้ตัดสินที่เวลาที่ใช้ในการขึ้นเนินน้อยที่สุดเป็นกลุ่มที่ชนะการแข่งขัน

รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนการนำเสนอแนวคิด

การนำเสนอแนวคิด	คะแนน
1 .ความถูกต้องของหลักการและการนำไปใช้ของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์	20
2. การนำเสนอเหมาะสม เข้าใจง่าย และมีการใช้สื่อในการนำเสนอ	20
รวม	40

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 เพื่อนำรู้
2. ใบความรู้ที่ 2 เกียร์สูง เกียร์ต่ำ



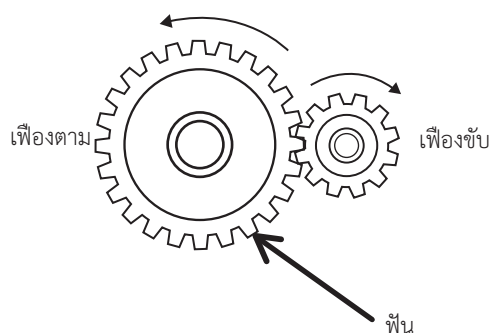
ใบความรู้ที่ 1

เฟืองนำรู้

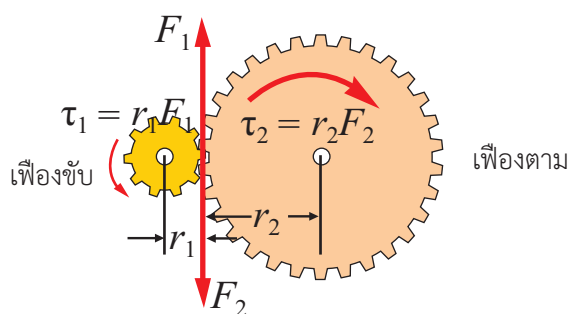
รถยนต์และจักรยานยนต์ทุกชนิดจะมีเฟืองหรือเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่าเกียร์ในการส่งกำลังจากแหล่งต้นกำลัง (เช่น เครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า) ไปยังเพลาคับเคลื่อน

เฟืองอย่างง่ายประกอบด้วย เฟือง 2 อันสับกัน เฟืองอันหนึ่งยึดติดกับแกนของแหล่งต้นกำลัง เรียกว่า **เฟืองขับ** ทำหน้าที่ขับเคลื่อนเฟืองอีกตัวหนึ่งให้หมุนในทิศทางตรงข้าม และเฟืองอันที่สองยึดติดกับเพลาคับเคลื่อน เรียกว่า **เฟืองตาม** อัตราทดของเฟืองหรือเกียร์จะมีผลต่อแรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนรถ

เฟืองมีหลายชนิด แต่ในกิจกรรมนี้จะใช้เฉพาะเฟืองตรงซึ่งเป็นเฟืองที่มีฟันขนานกับแกนหมุน



ระบบเฟืองที่มีเฟืองขับและเฟืองตามทำงานร่วมกัน หากเฟืองขับมีขนาดเล็กกว่าเฟืองตามจะทำให้ได้แรงบิดมากขึ้นซึ่งอธิบายได้ด้วยหลักการของ ทอร์ก (Torque) หรือแรงบิด ทำให้วัตถุเกิดการหมุน เช่น ถ้ากำหนดให้ r_1 แทนรัศมีของเฟืองขับ r_2 แทนรัศมีของเฟืองตาม และ F_1 และ F_2 แทนแรงที่เฟืองทั้งสองอันกระทำต่อกันในแนวตั้งฉากดังรูป



ซึ่งแรงทั้งสองนี้มีขนาดเท่ากันตามกฎข้อที่ 3 ของนิวตัน จะได้ว่า

$$\tau_1 = r_1 F_1 \text{ และ } \tau_2 = r_2 F_2 \quad \text{โดยที่ } F_1 = F_2$$

ดังนั้น จึงได้ว่า ทอร์ก (Torque) ของเฟืองตามมีค่ามากกว่าเฟืองขับ ซึ่งมีผลทำให้ระบบเฟืองนี้ได้แรงบิดมากขึ้นนั่นเอง

ใบความรู้ที่ 2

เกียร์สูง เกียร์ต่ำ

เกียร์สูง – เกียร์ต่ำ สำคัญอย่างไร

เกียร์ที่มีอัตราทดสูงจะให้แรงบิดมาก เช่น เกียร์ 1 เกียร์ 2 ในรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ เรานิยมเรียกว่า “เกียร์ต่ำ” และเกียร์ที่มีอัตราทดของเฟืองต่ำจะให้แรงบิดน้อย เช่น เกียร์ 4 และเกียร์ 5 เรานิยมเรียกว่า “เกียร์สูง” เราจะใช้เกียร์ต่ำ เมื่อเวลาารถออกตัวหรือขึ้นที่ลาดชัน และจะใช้เกียร์สูงเมื่อเวลาที่เราขับรถด้วยอัตราเร็วพอสมควรอยู่แล้วและต้องการเพิ่มอัตราเร็วให้สูงขึ้น เนื่องจากการทำให้รถเริ่มเคลื่อนที่ต้องอาศัยแรงมากกว่าการทำให้รถเล่นต่อไปหลังจากออกรถแล้ว รวมทั้งการขับรถขึ้นที่ลาดชันก็ต้องใช้แรงมากกว่าการขับรถบนพื้นราบนั่นเอง

จากรถยนต์เกียร์ธรรมดาสู่รถยนต์เกียร์อัตโนมัติได้อย่างไร

รถยนต์ในปัจจุบันใช้ระบบเกียร์หลัก 2 แบบ คือ เกียร์ธรรมดา (Manual Transmission) และ เกียร์อัตโนมัติ (Automatic Transmission) ซึ่งแต่เดิมรถยนต์รุ่นแรก ๆ ของโลกถูกผลิตขึ้นโดยใช้ระบบเกียร์ธรรมดาเท่านั้น แต่เนื่องจากเกียร์ธรรมดามีความซับซ้อนในการใช้งานหลายอย่าง เช่น การใช้เวลาในการเปลี่ยนเกียร์ การผ่อนคันเร่ง การเหยียบคลัตช์ วิศวกรจึงคิดค้นระบบเกียร์อัตโนมัติขึ้นและพัฒนามาจนถึงปัจจุบัน

รถยนต์เกียร์อัตโนมัติในปัจจุบันเป็นรถที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยควบคุมการทำงานของเกียร์ นั่นคือรถจะมีการเปลี่ยนเกียร์เองในขณะที่ยังถูกขับเคลื่อนไปข้างหน้าโดยที่ผู้ขับขี่เข้าเกียร์เพียงครั้งเดียวเท่านั้น การเปลี่ยนตำแหน่งเกียร์จะมีการตั้งโปรแกรมการทำงานให้เหมาะสมกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และมีการใช้แรงดันในระบบน้ำมันเกียร์ซึ่งมีปั๊มสร้างแรงดันเช่นเดียวกับระบบไฮดรอลิกซึ่งแรงดันที่เพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบเครื่องยนต์จะถูกนำมาใช้ในการเปลี่ยนตำแหน่ง

สว่างใส่ว ด้วยลำยหน้า



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เวลา 4 ชั่วโมง



สาระสำคัญ

พลังงานน้ำสามารถทำให้วัตถุต่าง ๆ เคลื่อนที่หรือหมุนได้ จึงมีการนำพลังงานน้ำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยใช้หลักการถ่ายโอนพลังงานน้ำจากแหล่งกักเก็บน้ำไปยังกังหันน้ำที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ในระดับต่ำกว่าแหล่งน้ำ เพื่อเปลี่ยนพลังงานศักย์ของน้ำให้เป็นพลังงานจลน์โดยการหมุนของใบกังหัน จากนั้นนำไปหมุนแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

การออกแบบกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รูปแบบและจำนวนของใบพัดแรงของน้ำที่กระทำกับใบพัด รวมถึงวัสดุที่ใช้สร้างใบพัด

ในการสร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปพลังงาน และการออกแบบและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม การวัดความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าของกังหันน้ำสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์และการแปลความหมายเพื่อจะนำไปใช้งานต่อไป



ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
1. อธิบายพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านี้ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม 2. อ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการนำเสนอ	1. สร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัย ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพฉายเพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบและแบบจำลองของสิ่งของเครื่องใช้ หรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและการรายงานผล

หมายเหตุ: *ตัวชี้วัด เทคโนโลยี (T) ในที่นี้จะรวมตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี และสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในขณะที่วิศวกรรมศาสตร์ (E) ไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถเทียบเคียงได้จากกระบวนการเทคโนโลยีในตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี

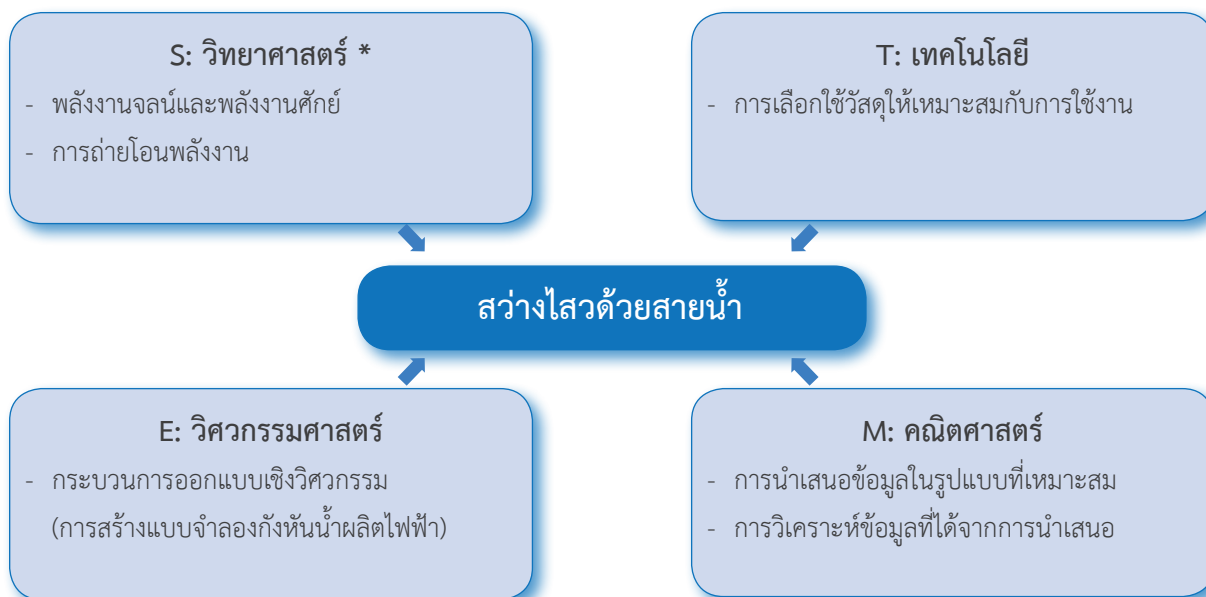


สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
- พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่เคลื่อนที่ ขึ้นกับมวลและอัตราเร็ว ส่วนพลังงานศักย์เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ ขึ้นกับตำแหน่งของวัตถุ - กฎการอนุรักษ์พลังงานกล่าวว่าพลังงานรวมของวัตถุไม่สูญหาย แต่สามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ พลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของวัตถุมีการถ่ายโอนพลังงานระหว่างกัน การถ่ายโอนพลังงานระหว่างกันได้ในทำนองเดียวกัน พลังงานรวมของระบบอาจเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่งได้ เช่น พลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน พลังงานเคมีเป็นพลังงานแสง - พลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน ซึ่งได้มาจากแหล่งพลังงานในธรรมชาติหลายแห่ง เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ ปิโตรเลียม พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น - พลังงานที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ จะต้องมีความเหมาะสมเพียงพอ จึงสามารถใช้พลังงานนั้นทำงานได้ เช่น พลังงานน้ำเหนือเขื่อนจะถ่ายโอนพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานจลน์ไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า	- การนำเสนอข้อมูลในรูปตารางเป็นวิธีการนำเสนอข้อมูลที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เพราะมีความละเอียด เป็นระเบียบ สามารถแสดงข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก และแบ่งประเภทของข้อมูลได้หลายประเภทอย่างเป็นระบบ มีความชัดเจนสะดวกต่อการคำนวณค่าต่าง ๆ ทางสถิติ - การนำเสนอข้อมูลแบบแผนภูมิแท่งเป็นการนำเสนอที่ใช้แผนภูมิที่แสดงด้วยแท่งสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความสูงหรือความยาวของแท่งแทนปริมาณของข้อมูล แผนภูมิแท่งนิยมใช้ในการนำเสนอเพื่อเปรียบเทียบข้อมูล แผนภูมิแท่งมีหลายแบบ เช่น แผนภูมิแท่งเชิงเดี่ยว และแผนภูมิแท่งเชิงซ้อน - การนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิรูปวงกลมเป็นการนำเสนอข้อมูลที่ใช้พื้นที่รูปวงกลมหนึ่งวงแทนปริมาณข้อมูลทั้งหมด และแบ่งพื้นที่ในวงกลมจากจุดศูนย์กลางออกเป็นส่วนของวงกลมน้อย ๆ ตามส่วนของปริมาณข้อมูลที่นำเสนอ แล้วเขียนตัวเลขแสดงข้อมูลกำกับไว้ในทางปฏิบัติถ้าข้อมูลที่ต้องการนำเสนอเป็นปริมาณที่มาก เรานิยมแสดงปริมาณข้อมูลเหล่านั้นเป็นรูปร้อยละของปริมาณข้อมูลทั้งหมด - การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟเส้นเป็นการนำเสนอข้อมูลเพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลตามลำดับก่อนหลังของเวลาที่ข้อมูลนั้น ๆ เกิดขึ้น ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับข้อมูล และช่วยให้เห็นแนวโน้มตลอดจนความสัมพันธ์ต่าง ๆ ระหว่างข้อมูลซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์เกี่ยวกับข้อมูลนั้น	- การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีเพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการ สามารถย้อนกลับมาแก้ไขได้ง่าย - การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องอื่นอีก เช่น กลไกและการควบคุมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ - การเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ควรพิจารณาปัจจัยในด้านต่าง ๆ เช่น รูปร่าง สี พื้นผิว ความแข็ง ความเหนียว



กรอบแนวคิด



* เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้



จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า
2. ออกแบบและสร้างแบบจำลองกังหันน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า



วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม
1	ฝาขวดน้ำพลาสติก	15 อัน	9	ชุดถังน้ำสำเร็จรูป	1 ชุด
2	ซีลอนพลาสติก	10 อัน	10	โวลต์มิเตอร์ หรือมัลติมิเตอร์	1 ชุด
3	พลาสติกลูกฟูกหนา 3 มิลลิเมตร ขนาด 60 เซนติเมตร x 120 เซนติเมตร	1 แผ่น	11	ปืนกาว	1 อัน
4	ไม้เสียบลูกชิ้น	10 อัน	12	กรรไกร	1 เล่ม
5	พลาสติกเจาะรูสำหรับเสียบ ใบพัด แบบ 6 รู และ 8 รู	อย่างละ 1 อัน	13	คัตเตอร์	1 อัน
6	ฐานกั้นน้ำสำเร็จรูป	1 ชุด	14	เทปกาว	1 ม้วน
7	เจเนอเรเตอร์ขนาดเล็ก	1 ตัว	15	ไม้บรรทัด	1 อัน
8	หลอด LED	1 ดวง			



แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ขั้นระบุปัญหา

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนดูภาพหรือวิดีโอที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพลังงานน้ำในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งการผลิตไฟฟ้าโดยพลังงานน้ำที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น เขื่อนผลิตไฟฟ้าลำน้ําคลอง เขื่อนภูมิพล
2. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการนำพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานน้ำ ซึ่งศึกษาเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ที่ 1

ควรได้ข้อสรุปว่า

การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะใช้หลักการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนซึ่งอยู่ในระดับที่สูงกว่า มีพลังงานศักย์สะสมมากกว่าเมื่อเทียบกับน้ำท้ายเขื่อนโดยให้น้ำไหลไปตามอุโมงค์ส่งน้ำไปยังกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า เกิดการเปลี่ยนรูปพลังงานศักย์ไปเป็นพลังงานจลน์ เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่กับแกนของกังหันหมุนตามไปด้วย เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้าและส่งออกไปตามสายส่งไฟฟ้า โดยกำลังไฟฟ้าที่ได้จะแปรตามความเร็วรอบการหมุนของกังหันและขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3. ครูสมมติสถานการณ์ที่ท้าทาย
“นักเรียนอาศัยอยู่ในหมู่บ้านที่ห่างไกล ระบบสายส่งไฟฟ้ายังไม่ถึง ทำให้ไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้ แต่ใกล้หมู่บ้านนั้นมีน้ำตกไหลตลอดทั้งปี ให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดว่าจะนำพลังงานจากน้ำมาผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอต่อการใช้งานในหมู่บ้านได้อย่างไร”
4. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ประเด็นคำถามดังตัวอย่าง
 - จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ สามารถสรุปเป็นปัญหาหรือความต้องการได้อย่างไร

ควรได้ข้อสรุปว่า

ต้องการผลิตไฟฟ้าใช้ในหมู่บ้าน โดยใช้ประโยชน์จากน้ำตกที่ไหลตลอดทั้งปี โดยสร้างเป็นแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดจากวัสดุที่กำหนดให้

- ในการสร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า ควรมีความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้าง

ควรได้ข้อสรุปว่า

ความรู้ที่เกี่ยวข้องต่อการสร้าง เช่น หลักการผลิตกระแสไฟฟ้า หลักการทำงานของกังหันน้ำ รูปแบบของกังหันน้ำ วัสดุอุปกรณ์



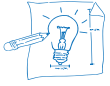
ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

5. ครูให้นักเรียนดูภาพหรือวิดีโอของกังหันน้ำรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น แบงกี (Bangki) เพลตัน (Pelton) ฟรานซิส (Francis) แล้วร่วมกันอภิปรายถึงรูปแบบของกังหันน้ำ โดยศึกษาเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ที่ 2

ควรได้ข้อสรุปว่า

กังหันน้ำจะถูกออกแบบให้มีลักษณะแตกต่างกันตามลักษณะของไหลของกระแสน้ำ เช่น ความสูงของหัวน้ำ ทิศทางการรับน้ำ พื้นที่รับน้ำ ลักษณะและจำนวนใบพัด ดังนั้น การออกแบบกังหันน้ำของนักเรียนจึงควรคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ด้วย

6. ครูกำหนดเงื่อนไขให้นักเรียนเพิ่มเติมว่าใช้ชุดถังน้ำสำเร็จรูปในการจำลองการไหลของน้ำ โดยกำหนดความสูงของระดับน้ำจากผิวน้ำในถังถึงจุดที่น้ำกระทบกับกังหันที่ระยะ 0.6 เมตร, 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร
7. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มสำรวจอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้เพื่อนำมาใช้สร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า
8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า เพื่อให้ผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ เช่น รูปแบบของกังหันน้ำ จำนวนแกนใบพัด วัสดุที่ใช้ทำใบพัด ความแข็งแรงของกังหันน้ำ ความสูงของระดับน้ำที่ปล่อยลงมากกระทบกังหันน้ำ และให้แต่ละกลุ่มเลือกวิธีการสร้างกังหันน้ำที่ต้องการจากข้อมูลที่รวบรวมได้โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่ เช่น วัสดุที่เลือกใช้มีความเหมาะสม วิธีการสร้างไม่ยากเกินไปและสามารถสร้างได้ในเวลาที่กำหนด



ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าจากการข้อมูลและแนวคิดที่ได้จากการวิเคราะห์



ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

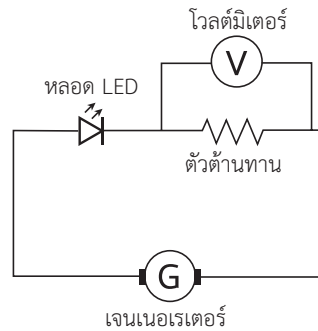
- ครูให้นักเรียนวางแผนและลงมือสร้างกังหันน้ำตามทีออกแบบไว้ ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถสร้างกังหันน้ำให้สมบูรณ์ได้ภายในเวลาที่กำหนด ให้นักเรียนทำนอกเวลาเรียนเพื่อให้มีกังหันน้ำที่พร้อมสำหรับทดสอบประสิทธิภาพกังหันน้ำในตอนต่อไป



ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบการทำงานของกังหันน้ำว่าสามารถผลิตไฟฟ้าได้หรือไม่ โดยใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากเจนเนอเรเตอร์ พร้อมกับบันทึกข้อมูลการทดสอบ

หมายเหตุ ในการวัดค่าความต่างศักย์ที่ถูกต้องควรนำตัวต้านทานไปต่ออนุกรมกับหลอด LED แล้ววัดค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อมกับตัวต้านทาน



ภาพการต่อวงจรกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า เพื่อวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า

- ครูให้นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานโดยใช้ผลการทดสอบตามข้อ 10 เป็นข้อมูลในการหาแนวทางการปรับปรุงเพื่อให้ผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น แล้วนำไปทดสอบการทำงานอีกครั้งพร้อมบันทึกข้อมูล ในกรณีที่นักเรียนไม่พบแนวทางปรับปรุงชิ้นงาน ครูอาจใช้คำถามกระตุ้นให้เห็นถึงแนวทางในการปรับปรุง ซึ่งปัญหาที่อาจพบและแนวทางปรับปรุงแก้ไขแสดง ดังตารางต่อไปนี้

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
1. กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าไม่ได้	- ความเร็วในการหมุนน้อย - สายไฟที่ต่อกับขั้วบวกและขั้วลบจากโวลต์มิเตอร์เกิดการลัดวงจร - ปริมาณโวลต์มิเตอร์ไปยังหน่วยวัดที่ไม่ถูกต้อง	- พิจารณาจำนวนใบพัดที่ทำให้กังหันน้ำหมุนได้เร็วมากที่สุด - ปรับระยะห่างระหว่างจุดที่วัดค่าความต่างศักย์ของขั้วบวกและขั้วลบให้มากขึ้น

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
2. กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าได้น้อย	- กังหันน้ำมีอัตราเร็วในการหมุนน้อย	- ปรับเปลี่ยนความยาวของแกนใบพัด - ปรับเปลี่ยนวัสดุสำหรับทำใบพัดให้มีพื้นที่ในการรับน้ำมากที่สุด - พิจารณามุมของใบพัดที่รองรับแรงจากการตกกระทบของน้ำให้เป็นมุมที่ทำให้กังหันน้ำหมุนได้เร็วที่สุด
3. ค่าความต่างศักย์ที่วัดได้แต่ละครั้งแตกต่างกันมาก	- ปริมาณของน้ำที่ตกกระทบกับกังหันน้ำไม่คงที่ และมีตำแหน่งไม่แน่นอน - ระยะเวลาสูงของการปล่อยน้ำแต่ละครั้งไม่เท่ากัน	- พิจารณาชุดถังน้ำว่าสามารถปล่อยน้ำในปริมาณที่เท่ากันและตกกระทบกับใบพัดของกังหันน้ำในตำแหน่งเดิมทุกครั้งหรือไม่ - กำหนดระยะเวลาความสูงของถังน้ำให้เท่ากันทุกครั้ง

13. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทดสอบตามข้อ 11 พร้อมทั้งอ่าน แปลความหมายและวิเคราะห์ข้อมูล โดยอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์และความสูงแล้วอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม



ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

14. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่สร้างขึ้น โดยนำเสนอแนวคิดในการสร้าง รูปแบบของกังหัน เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ รวมทั้งผลการทดสอบและการปรับปรุงแก้ไขกังหันน้ำจนมีประสิทธิผลมากที่สุด
15. ครูและนักเรียนประเมินผลและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างกังหันน้ำเพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด และแนวทางการสร้างกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้งานจริง

ควรได้ข้อสรุปว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า เช่น

1) จำนวนแกนของใบพัด จะมีผลต่อการหมุนที่ต่อเนื่อง เนื่องจากหากต้องการให้ได้ค่าความต่างศักย์ได้สูงนั้น ต้องทำให้กังหันหมุนได้เร็วและต่อเนื่องมากที่สุด ซึ่งหากจำนวนแกนของใบพัดน้อยเกินไป เช่น 4 แกน เมื่อน้ำตกกระทบกับแกนที่ 1 แล้วเกิดการหมุนด้วยแรงของน้ำและความเฉื่อยของแกน อาจไม่มีแรงในการหมุนมากพอที่ทำให้แกนที่ 2 หมุนมาตรงกับตำแหน่งที่น้ำตกกระทบ เพราะระยะห่างระหว่างสองแกนนี้มากเกินไป (90 องศา) ดังนั้นจึงต้องเพิ่มจำนวนของแกนใบพัดให้มากขึ้น แต่ไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนว่าต้องเป็นจำนวนเท่าใด เพราะต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการหมุนของกังหันด้วย เช่น น้ำหนักของกังหัน ความยาวแกนของกังหัน การมีใบพัดจำนวนมากขึ้นจะทำให้กังหันมีโมเมนต์ของความเฉื่อยมากขึ้นด้วย หากแรงจากน้ำที่ไหลมีค่าน้อยลงบางช่วงก็仍将ทำให้ใบพัดหมุนต่อไปได้เล็กน้อยด้วยความเฉื่อยนั่นเอง

2) ความยาวแกนของใบพัด ถ้าแกนใบพัดยาวมากขึ้นจะทำให้ใบพัดหมุนได้ง่ายขึ้น ซึ่งอธิบายได้ด้วยหลักการของคาน เราจะพบว่าเมื่อแกนมีใบพัดยาว แม้น้ำปริมาณน้อยและไหลไม่เร็ว ก็สามารถทำให้ใบพัดหมุนได้ง่าย แต่ถ้าใบพัดสั้นลง แรงจากน้ำจะต้องมากขึ้นใบพัดจึงจะหมุนได้ และในการออกแบบควรพิจารณาดำแหน่งและวิธีการติดตั้งกังหันด้วย เพราะถ้าใบพัดยาวอาจจะไม่สะดวกในการติดตั้ง

3) วัสดุที่ใช้ทำใบพัด จะมีผลต่อน้ำหนักของตัวกังหัน หากใช้วัสดุที่มีน้ำหนักมากเกินไป หรือมวลมากเกินไป ก็จะทำให้กังหันเริ่มหมุนได้ยากและหมุนช้าเพราะมีความเฉื่อยมาก แต่ถ้าใช้วัสดุที่เบาเกินไป ก็จะมีผลต่อความแข็งแรงของกังหัน

4) มุมของใบพัดที่รองรับการตกกระทบของน้ำ ควรเอียงทำมุมกับแนวระดับเล็กน้อยเพื่อให้ น้ำสามารถไหลผ่านใบพัดไปได้ และเกิดแรงผลักดันให้กังหันหมุน

5) ลักษณะของใบพัด ควรมีลักษณะโค้งงอ คล้ายถ้วย ซึ่งจะช่วยให้เกิดแรงในการหมุนกังหันมากกว่าเมื่อเทียบกับใบพัดแบบเรียบ และควรให้มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของใบพัดใกล้เคียงกับพื้นที่ที่น้ำตกกระทบเพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียพลังงาน

16. ครูและนักเรียนอภิปรายเพิ่มเติมร่วมกันเกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

ควรได้ข้อสรุปว่า

1) นอกจากปัจจัยเรื่องความสูงของระดับน้ำที่ปล่อยลงมาให้กระทบกับกังหันน้ำแล้ว ปริมาณและความเร็วของน้ำก็มีผลต่อการความเร็วในการหมุนของกังหันน้ำด้วย ซึ่งอาจทำได้โดยการเปลี่ยนขนาดท่อปล่อยน้ำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

2) ในการใช้งานจริงนั้น จะวัดประสิทธิภาพการทำงานของกังหันน้ำด้วยกำลังไฟฟ้า (P) ซึ่งจากการทดลองนี้ เมื่อได้ค่าความต่างศักย์ (V) และทราบค่าความต้านทาน (R) ในวงจร ก็สามารถคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าได้จากสมการ $P = V^2/R$

17. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน

ควรได้ข้อสรุปว่า

หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเริ่มตั้งแต่เมื่อปล่อยน้ำออกจากถังที่อยู่ระดับสูงกว่า ลงมากระทบกับกังหันที่อยู่ระดับต่ำกว่า พลังงานศักย์ของน้ำในถังจะถ่ายโอนให้กับกังหันน้ำทำให้กังหันน้ำเคลื่อนที่โดยการหมุนรอบแกน เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่กับกังหันหมุนตาม เกิดการเปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้า



การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	คะแนน
1. การออกแบบกังหันน้ำเพื่อแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนด	ใบบันทึกกิจกรรมและแบบประเมินชิ้นงาน	20
2. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า	ใบบันทึกกิจกรรม	20
3. การทดสอบและการนำเสนอผลการทำงานของกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า	ใบบันทึกกิจกรรมและแบบประเมินชิ้นงาน	20
4. ความสำเร็จของชิ้นงาน	แบบประเมินชิ้นงาน	15
5. การนำเสนอผลงาน	แบบประเมินชิ้นงาน	15
6. การทำงานเป็นกลุ่ม	แบบประเมินชิ้นงาน	10

รายการประเมิน	ระดับ		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
1. การออกแบบกังหันน้ำเพื่อแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนด	แบบร่างกังหันน้ำมีความชัดเจน สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และแสดงเหตุผลในการเลือกสร้างชิ้นงานและการเลือกใช้วัสดุได้อย่างสมเหตุสมผล และครบถ้วน	แบบร่างกังหันน้ำสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ แต่แสดงเหตุผลในการเลือกสร้างชิ้นงานและเลือกใช้วัสดุได้ไม่ครบถ้วน	แบบร่างกังหันน้ำไม่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และไม่สามารถแสดงเหตุผลในการเลือกสร้างชิ้นงานและการเลือกใช้วัสดุได้
2. การทดสอบและการนำเสนอผลการทำงานของกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า	นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม และสามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์และความสูงได้ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม แต่ไม่สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์และความสูงได้ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่ไม่เหมาะสม

รายการประเมิน	ระดับ		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
3. ความสำเร็จของชิ้นงาน	สร้างกังหันน้ำตามที่ออกแบบไว้ได้สำเร็จ และสามารถแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	สร้างกังหันน้ำตามที่ออกแบบไว้ได้สำเร็จ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	ไม่สามารถสร้างกังหันน้ำตามที่ออกแบบไว้ได้สำเร็จ
4. การนำเสนอผลงาน	นำเสนอผลงานได้น่าสนใจ สื่อสารได้อย่างชัดเจนและเป็นขั้นตอน ให้ข้อมูลครบถ้วน	นำเสนอผลงานได้น่าสนใจ แต่อาจให้ข้อมูลไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน	การนำเสนอผลงานขาดความน่าสนใจ ให้ข้อมูลไม่ครบถ้วนหรือไม่ชัดเจน
5. การทำงานเป็นกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม และแต่ละคนปฏิบัติตามบทบาทของตนเอง สมาชิกกลุ่มทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการแก้ปัญหา	มีการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม แต่สมาชิกบางส่วนอาจละเลยการปฏิบัติตามบทบาทของตนเอง และ/หรือไม่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการแก้ปัญหา	ไม่มีการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม และ/หรือสมาชิกกลุ่มไม่ร่วมมือกันในการทำกิจกรรม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการแก้ปัญหา

หมายเหตุ: สามารถปรับเปลี่ยนเกณฑ์การให้คะแนนได้ตามความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรม

- วัสดุทดแทนในการสร้างกังหันน้ำ มีดังนี้

วัสดุ	วัสดุทดแทน
ชุดเจนเนอเรเตอร์ขนาดเล็กพร้อมหลอด LED	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 3 โวลต์
พลาสติกเจาะรูสำหรับเสียบใบพัด	ไม้

2. ครูอาจจัดกิจกรรมแข่งขันในห้องเรียนได้โดยตัดสินจากค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้สูงที่สุด
3. ครูอาจเพิ่มเติมประเด็นการวัดและประเมินผลด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนทั้งห้องร่วมกันให้คะแนนว่ากังหันน้ำผลิตไฟฟ้าของกลุ่มใดที่ทำงานได้และมีรูปแบบที่แปลกใหม่ หรือมีความสวยงาม ประณีตมากที่สุด
4. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมอาจมากกว่า 4 ชั่วโมง และสามารถจัดในกิจกรรมชุมนุม หรือรายวิชาเพิ่มเติมได้



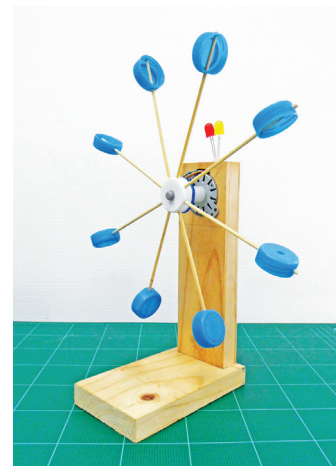
ใบพัดที่ทำจากช้อนพลาสติก



ใบพัดที่ทำจากฝาขวดน้ำพลาสติก



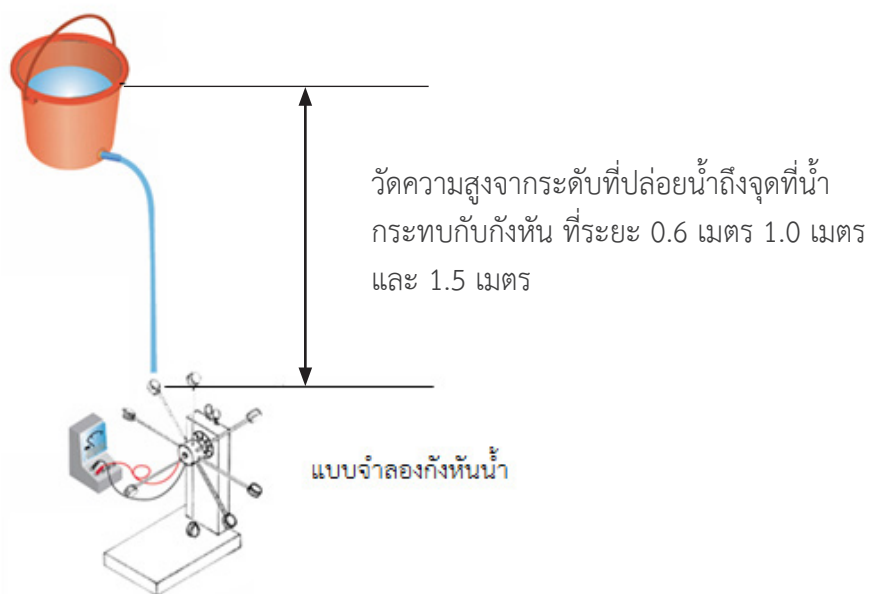
ใบพัดที่ทำจากพลาสติกลูกฟูก



ใบพัดที่ทำจากฝาขวดน้ำพลาสติก
และฐานจากไม้

แบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าจากวัสดุต่าง ๆ

5. ครูควรเน้นย้ำเรื่องความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์มีคมของนักเรียน
6. จัดชุดทดสอบการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าดังภาพต่อไปนี้

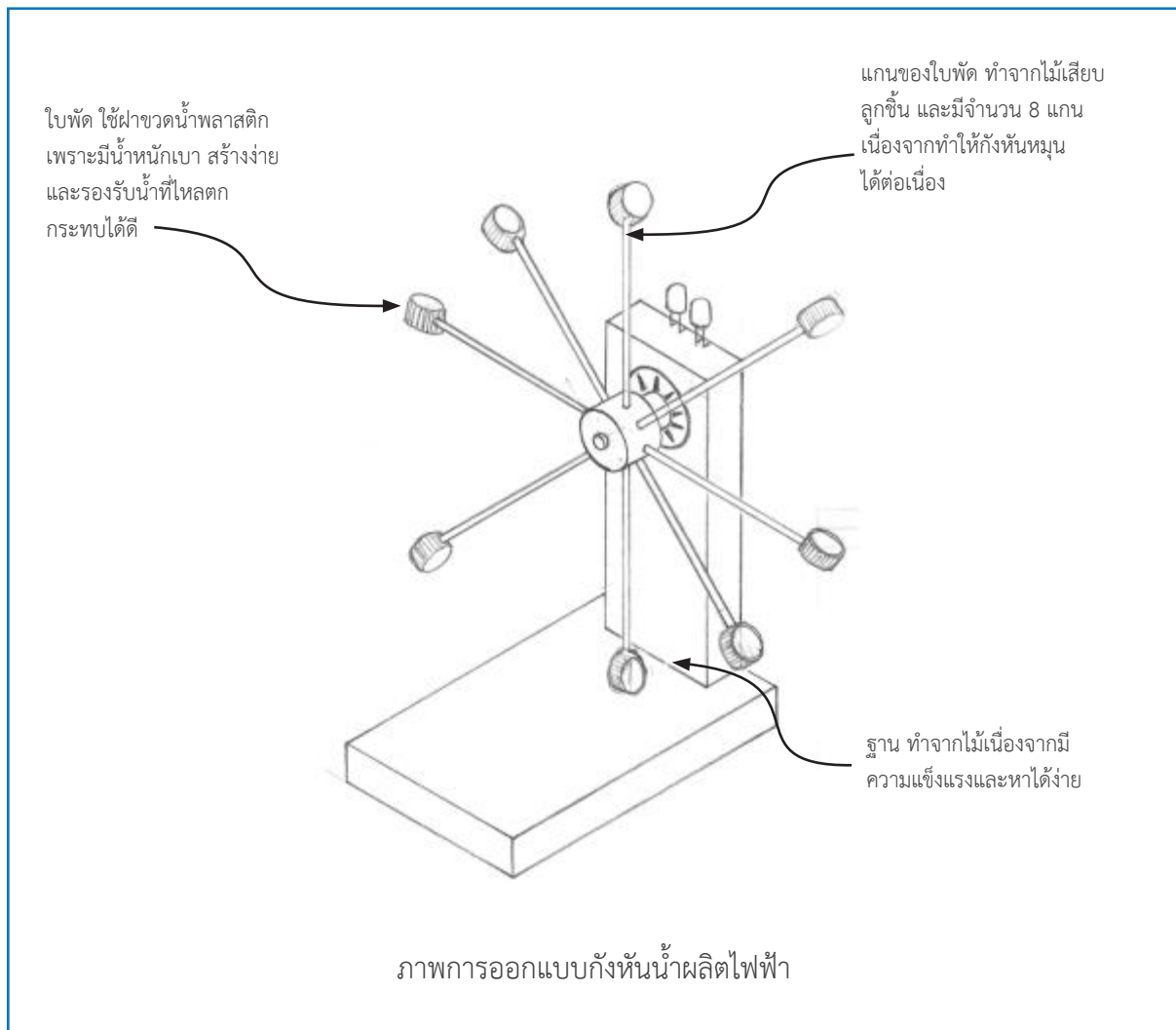


สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ใบความรู้ เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ
4. ภาพน้ำตกซึ่งมีความสูงต่างกัน
5. ภาพหรือวีดิทัศน์การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

แนวคำตอบใบบันทึกกิจกรรม

1. จากการวิเคราะห์สถานการณ์ สรุปเป็นปัญหาหรือความต้องการได้ดังนี้
แนวคำตอบ ต้องการผลิตไฟฟ้าใช้ในหมู่บ้าน โดยใช้ประโยชน์จากน้ำตกที่ไหลตลอดทั้งปี โดยสร้างเป็นแบบจำลอง
กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดจากวัสดุที่กำหนดให้
2. บันทึกแนวคิดในการสร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าเป็นภาพและบรรยายละเอียด เช่น รูปร่างของใบพัด จำนวน
ใบพัด วัสดุที่เลือกใช้สร้างใบพัด พร้อมให้เหตุผลประกอบ



3. บันทึกผลการทดสอบการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

ลักษณะกังหัน

ทดสอบครั้งที่	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)		
	ความสูง 0.6 เมตร	ความสูง 1.0 เมตร	ความสูง 1.5 เมตร
1			
2			
3			
4			
5			
เฉลี่ย			

4. บันทึกผลการทดสอบการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าหลังจากที่ได้ปรับปรุงแล้ว

ลักษณะกังหัน

ทดสอบครั้งที่	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)		
	ความสูง 0.6 เมตร	ความสูง 1.0 เมตร	ความสูง 1.5 เมตร
1			
2			
3			
4			
5			
เฉลี่ย			

5. บันทึกแนวทางการปรับปรุงแก้ไขกังหันน้ำเพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด มีดังนี้

แนวคำตอบ

1. สร้างกังหันน้ำที่มีจำนวนใบพัดที่เหมาะสมกับการหมุนที่ต่อเนื่อง
2. ปรับมุมของใบพัดให้เหมาะสมกับการรับแรงจากน้ำ
3. ใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเหมาะสมในการสร้างใบพัด
4. ใช้วัสดุสำหรับทำใบพัดให้มีพื้นที่ในการรับน้ำมากที่สุด

6. สรุปหลักการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า และปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างกังหันน้ำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด

แนวคำตอบ หลักการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า คือ เมื่อปล่อยน้ำจากถังซึ่งอยู่ระดับสูงกว่ากังหันน้ำให้ไหลมาตกกระทบกับใบพัดจะทำให้กังหันน้ำหมุน เมื่อกังหันน้ำหมุนจะทำให้แกนของเจนเนอเรเตอร์ที่ติดอยู่กับกังหันหมุนตาม ทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของกังหันน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณและความเร็วของน้ำไหลตกกระทบกับใบพัดของกังหันน้ำ จำนวนใบพัด วัสดุที่ใช้ทำใบพัด มุมของใบพัดที่ทำกับน้ำที่ตกกระทบ พื้นที่ที่รองรับการตกกระทบของน้ำ

ใบความรู้ที่ 1

โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

หลายคนคงเคยได้ยินคำว่า “ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว” กันมาบ้าง คำนี้พบได้ที่ประเทศไทยของเรา เพราะประเทศไทยเป็นประเทศที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยแหล่งน้ำและแม่น้ำที่สำคัญมากมาย และในแหล่งน้ำก็มีทรัพยากรหลากหลายที่สามารถให้คนในท้องถิ่นประกอบอาชีพได้ และเพื่อเป็นการนำน้ำในแหล่งต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์มากขึ้น ปัจจุบันจึงมีการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ ซึ่งมีจุดประสงค์หลักเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในการเกษตร นอกจากนั้นก็มีจุดประสงค์ในด้านอื่น ๆ เช่น เพื่อการอุปโภคบริโภค เพื่อการประกอบอาชีพ ใช้เป็นเส้นทางคมนาคม เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลา ใช้ป้องกันหรือบรรเทาอุทกภัย ใช้แก้ปัญหาภัยแล้ง ช่วยผลักดันน้ำเค็มในฤดูแล้ง รวมถึงใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ

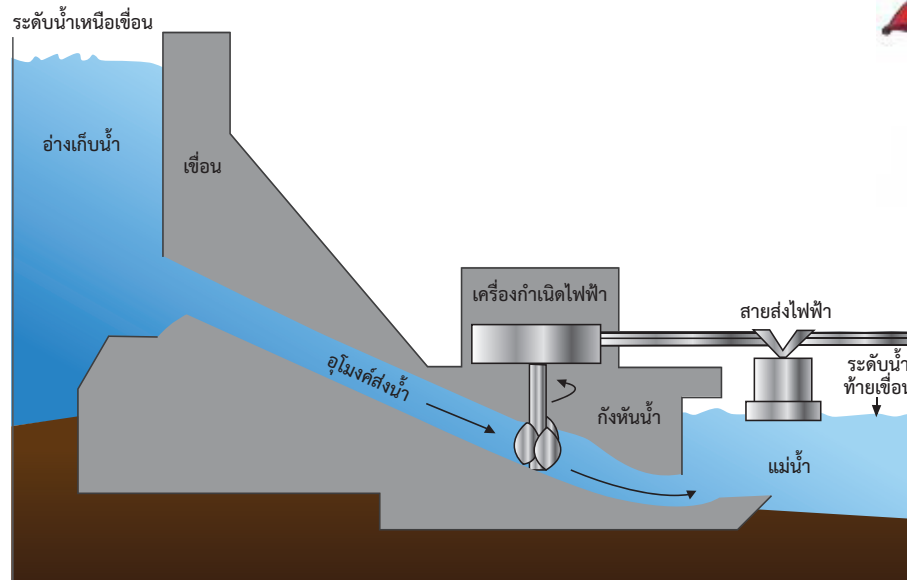
ประโยชน์ของการกักเก็บน้ำไว้ในเขื่อนที่สำคัญอีกประการหนึ่งและเป็นเรื่องใกล้ตัวของทุก ๆ คน คือ การนำน้ำในเขื่อนมาผลิตไฟฟ้า จากภาพเขื่อนกักเก็บน้ำด้านล่าง เรามีวิธีการนำน้ำในเขื่อนมาผลิตไฟฟ้าได้อย่างไร



โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก
(ภาพจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะใช้หลักการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนซึ่งอยู่ในระดับสูงกว่าให้ไหลลงมาตามอุโมงค์ส่งน้ำไปที่กังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่หมุนตามไปด้วย เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้าและส่งออกไปตามสายส่งไฟฟ้านั่นเอง



ภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ



ชุดจำลองการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

จากภาพด้านขวามือ ถ้าเราปล่อยน้ำจากที่สูงลงไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า พลังงานศักย์ของน้ำจะถ่ายโอนให้กับกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้กังหันเคลื่อนที่โดยการหมุนรอบแกน เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่กับกังหันหมุนตาม เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งถ้ามีการติดตั้งโวลต์มิเตอร์ที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะสังเกตได้ว่าค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าไป ซึ่งก็คือมีพลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นนั่นเอง



โรงไฟฟ้าพลังน้ำในปัจจุบันมีทั้งโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่และขนาดเล็ก โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่มีกำลังผลิตไฟฟ้ามากกว่า 15 เมกะวัตต์ ส่วนโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก มีกำลังผลิตไฟฟ้าตั้งแต่ 200 กิโลวัตต์ จนถึง 15 เมกะวัตต์

จุดประสงค์หลักของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก คือ ช่วยให้ชุมชนที่อยู่ห่างไกลระบบสายส่งไฟฟ้ามีพลังงานไฟฟ้าใช้ในครัวเรือน และช่วยแก้ปัญหาข้อจำกัดของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ ที่ต้องใช้พื้นที่ในการกักเก็บน้ำเป็นบริเวณกว้าง โดยโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กจะใช้น้ำในลำน้ำมาเป็นแหล่งในการผลิตไฟฟ้า โดยจะกั้นน้ำไว้ในลักษณะของฝายกั้นน้ำให้อยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับของโรงไฟฟ้า และจะปล่อยน้ำจากฝายกั้นน้ำให้ไหลไปที่โรงไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้า



ข้อดีของการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่สำคัญ คือ สามารถเดินเครื่องผลิตและจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ในระยะเวลารวดเร็ว จึงเหมาะกับช่วงที่ประชาชนมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด คือ ช่วงเวลา 09.00-22.00 น. นั้นเอง

เอกสารอ้างอิง:

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, สถาบัน.หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. 2556.

ภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ ดัดแปลงภาพจาก Intermediate Energy Infobook, The NEED Project, www.NEED.org

ภาพโรงไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

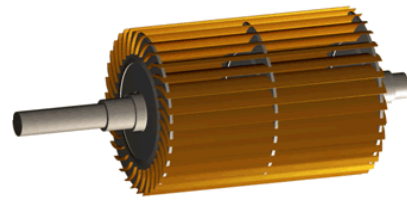
ใบความรู้ที่ 2

รูปแบบของกังหันน้ำ

กังหันน้ำ เป็นส่วนประกอบสำคัญของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานจลน์ให้เป็นพลังงานกลในการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบ เช่น แบบแบงกี (Bangi) แบบเพลตัน (Pelton) แบบฟรานซิส (Francis)

กังหันน้ำแบบแบงกี (Bangi turbine)

สามารถรับการไหลของน้ำได้ทั้งทิศทางแนวตั้งและแนวนอน โดยน้ำที่ผ่านมาตามท่อจะไหลผ่านลิ้นบังคับทิศทาง จากนั้นจะไหลปะทะกับใบพัด ทำให้ใบพัดหมุนและส่งกำลังไปยังเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับใบพัด



กังหันน้ำแบบเพลตัน (Pelton turbine)



สามารถรับการไหลของน้ำได้ทั้งทิศทางแนวตั้งและแนวนอน โดยน้ำจะไหลผ่านท่อส่งน้ำมาถึงหัวฉีดที่มีขนาดท่อเล็กลง น้ำจะถูกบีบอัดให้มีความเร็วและแรงดันมาก แล้วฉีดไปยังใบพัดทำให้ใบพัดหมุน เชื่อนในประเทศไทยที่ใช้กังหันรูปแบบนี้ เช่น เชื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ เชื่อนบ้านขุนกลาง จังหวัดเชียงใหม่

กังหันน้ำแบบฟรานซิส (Francis turbine)

ใบพัดของกังหันจะเชื่อมต่อกับท่อรูปก้นหอยเพื่อเพิ่มความเร็วและแรงดันของน้ำให้สูงขึ้น แล้วใช้แรงดันของน้ำไปหมุนใบพัดเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า เชื่อนผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้กังหันรูปแบบนี้ เช่น เชื่อนภูมิพล จังหวัดตาก เชื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์



ที่มาของภาพ :

ภาพกังหันน้ำแบบแบงกี <http://williamson.us.com>

ภาพกังหันน้ำแบบเพลตัน www.thingiverse.com/thing:88969

ภาพกังหันน้ำแบบฟรานซิส <http://www.hydroquebec.com/learning/hydroelectricite/types-turbines.html>

สนุกกับ บันจี้จัมป์



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เวลา 3-4 ชั่วโมง



สาระสำคัญ

บันจี้จัมป์ (bungee jump) หรือการกระโดดบันจี้เป็นกิจกรรมท้าทายชนิดหนึ่งที่ต้องกระโดดลงจากที่สูง เช่น สะพาน อาคาร โดยผูกเชือกที่มีความยืดหยุ่นไว้ที่ข้อเท้า ดังนั้น การออกแบบเชือกสำหรับบันจี้จัมป์จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทำเชือก เช่น ความแข็งแรงทนทาน และสภาพยืดหยุ่นของเชือก และยังต้องใช้ความรู้ด้านการเปลี่ยนรูปพลังงาน กล่าวคือ ในการกระโดดจากจุดปล่อย พลังงานศักย์โน้มถ่วงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ และจะเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์ยืดหยุ่นในที่สุด ทำให้เกิดแรงกระทำต่อเชือกและตัวผู้กระโดดซึ่งส่งผลต่อการยืดและการขาดของเชือก ดังนั้น ก่อนการกระโดดจึงต้องรู้ความสูงจากจุดกระโดดถึงพื้น และต้องชั่งน้ำหนักตัวของผู้กระโดดเพื่อคำนวณแรงที่เกิดขึ้นและระยะที่เชือกยืดออกขณะกระโดดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและไม่เกิดอันตรายต่อผู้กระโดด



ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน/ผลการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
1. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมในการคาดคะเนระยะทางและความสูง	1. สร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัย

หมายเหตุ: *ตัวชี้วัด เทคโนโลยี (T) ในที่นี้จะรวมตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี และสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในขณะที่วิศวกรรมศาสตร์ (E) ไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถเทียบเคียงได้จากกระบวนการเทคโนโลยีในตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี



กรอบแนวคิด





จุดประสงค์ของกิจกรรม

ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องแรง การเปลี่ยนรูปพลังงาน สภาพยืดหยุ่น และกฎของฮุค ในการออกแบบและสร้างแบบจำลองบันจีจัมป์



วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	วัสดุประเภทเชือกที่ยึดได้ เช่น สายรัดของ ยางยืด ยาว 2 เมตร	ชนิดละ 1 เส้น
2	วัสดุประเภทเชือกที่ยึดไม่ได้ เช่น เชือกป่าน เชือกปอ เชือกฟาง ยาว 3 เมตร	ชนิดละ 1 เส้น
3	ไคลโนมิเตอร์	1 อัน
4	เครื่องชั่งสปริง 0-50 นิวตัน	1 เครื่อง
5	ไม้บรรทัด ไม้เมตร หรือ สายวัด	1 อัน/เส้น
6	ถุงทรายมวล 500 กรัม	2 ถุง



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นระบุปัญหา

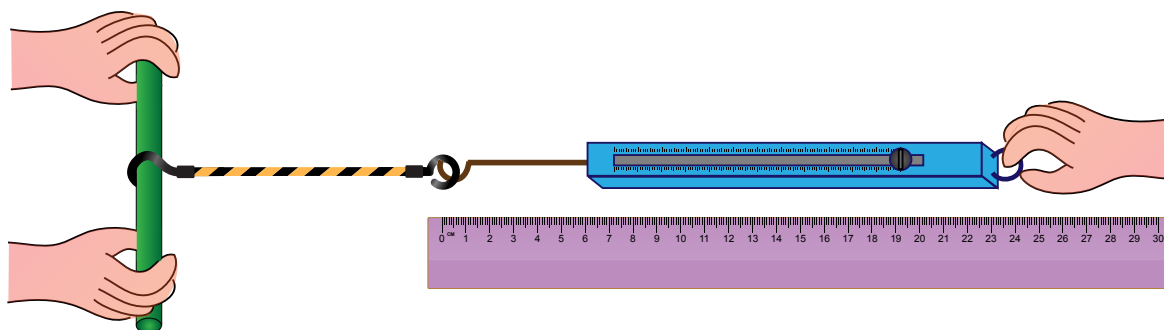
- ครูตั้งคำถามหรือให้นักเรียนอภิปรายเพื่อสำรวจความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับบันจีจัมป์ เช่น นักเรียนรู้จักกิจกรรมบันจีจัมป์หรือไม่ มีลักษณะอย่างไร
- ครูให้นักเรียนศึกษาวิดีโอที่เกี่ยวกับบันจีจัมป์ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็น ดังนี้
 - ความรู้วิทยาศาสตร์ด้านใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับบันจีจัมป์
แนวคำตอบ สมบัติของวัสดุ การเปลี่ยนรูปพลังงาน แรงโน้มถ่วงของโลก
 - นักเรียนต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรบ้าง เพื่อให้เล่นบันจีจัมป์สนุกและปลอดภัย
แนวคำตอบ ความยืดหยุ่นของเชือก น้ำหนักของเชือก น้ำหนักของผู้กระโดด ความยาวเชือก และ ความสูงของจุดปล่อยบันจีจัมป์)
- ครูกำหนดสถานการณ์ต่อไปนี้
 “นักเรียนเป็นวิศวกรในบริษัทแห่งหนึ่งที่ถูกมอบธุรกิจบันจีจัมป์ว่าจ้างให้ออกแบบเชือกสำหรับกิจกรรมบันจีจัมป์ให้มีความยาวเหมาะสมกับความสูงของหอกระโดดและน้ำหนักของผู้กระโดด บริษัทจึงทำการคัดเลือกกลุ่มวิศวกรที่มีความรู้ความสามารถเพื่อทำงานนี้ โดยจัดให้มีการแข่งขันภายในบริษัทเพื่อสร้างแบบจำลองบันจีจัมป์ที่ทำให้ถุงทรายมวล 1,000 กรัม (ถุงทราย 2 ถุง ที่มัดติดกัน) ตกจากระดับความสูงที่กำหนด โดยให้ถุงทรายอยู่ใกล้พื้นมากที่สุดและไม่กระทบพื้น และจำลองว่าพื้นบริเวณที่ถุงทรายตกนั้นเป็นพื้นน้ำทำให้ไม่สามารถวัดความสูงจากจุดปล่อยได้โดยตรง ซึ่งการแข่งขันครั้งนี้กำหนดให้ใช้เชือกที่เป็นวัสดุที่ยึดได้และยึดไม่ได้อย่างละ 1 เส้น”

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

4. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล ร่วมกันศึกษาและอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้
 - การเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก
 - การเปลี่ยนรูปพลังงานและการเชื่อมโยงความรู้นี้กับบันจิจัมป์ (ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนรูปพลังงาน)
 - การทดสอบความยืดหยุ่นของวัสดุพอลิเมอร์ต่าง ๆ เช่น ยาง เชือก ที่มีความเหมาะสมเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบและเลือกใช้เชือกสำหรับบันจิจัมป์ (ใบความรู้ที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนรูปพลังงาน เรื่อง สภาพยืดหยุ่น)
 - การหาความสูงโดยใช้ไคลโนมิเตอร์และกฎของไซน์ (ใบความรู้ที่ 2 เรื่องกฎของไซน์)
5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองเพื่อหาค่าคงตัวสปริงของเชือก (วัสดุที่ยืดได้) ที่จะนำมาใช้อุปกรณ์
 1. เครื่องชั่งสปริง
 2. วัสดุที่ต้องการหาค่าคงตัวสปริง
 3. ไม้บรรทัด ไม้เมตร หรือ สายวัด

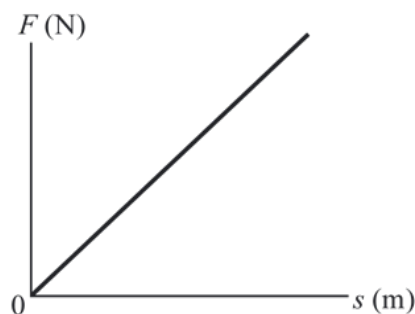
แนวทางการทดลอง

- 5.1 ปรับเครื่องชั่งสปริงให้เริ่มต้นที่สเกลศูนย์ ยึดปลายข้างหนึ่งของเชือกไว้แล้วใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวปลายอีกข้างหนึ่ง วางเชือกและเครื่องชั่งสปริงในแนวนานกับไม้บรรทัด ดังแสดงในภาพให้ปลายสุดของเชือกด้านที่เกี่ยวกับเครื่องชั่งสปริงอยู่ตรงขีดศูนย์ของไม้บรรทัด



- 5.2 ออกแรงดึงเชือกให้ยืดออกครั้งละ 1 เซนติเมตร บันทึกระยะที่เชือกยืดออกจากตำแหน่งสมดุลกับขนาดของแรงดึง
- 5.3 เขียนกราฟระหว่างระยะที่เชือกยืดออกกับขนาดของแรงดึง โดยให้ขนาดของแรงดึง F (หน่วยนิวตัน) อยู่ในแกนตั้ง และระยะที่เชือกยืดออก s (หน่วยเมตร) อยู่ในแกนนอน โดยครูอาจมีแนวคำถามเพื่อให้นักเรียนอภิปรายดังนี้
 - กราฟที่ได้จากการทดลองมีลักษณะอย่างไร
 - ความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่เชือกยืดออกกับขนาดของแรงดึงเป็นอย่างไร
 - ความชันของกราฟมีค่าเท่าใดและค่านี้แทนปริมาณอะไร

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนได้ข้อสรุปดังนี้
- กราฟที่ได้จากการทดลองมีลักษณะเป็นแนวตรงผ่านจุดกำเนิด ดังภาพ



กราฟระหว่างระยะยืดจากตำแหน่งสมดุลกับแรงดึง

- แรงดึงแปรผันตรงกับระยะที่เชือกยืดออก หรือ $F \propto s$
 - ความชันของกราฟระหว่างระยะที่เชือกยืดออกกับขนาดของแรงดึงเป็นค่าคงตัว เรียกว่า ค่าคงตัวสปริงของเชือก (k)
7. ครูให้นักเรียนหาความสูงของจุดปล่อยบันจีจัมป์โดยใช้โคลโนมิเตอร์และกฎของไซน์

ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา

8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบบันจีจัมป์ที่จะทำให้ถุงทรายตกลงใกล้พื้นให้มากที่สุดและไม่กระทบพื้นตามแนวคิด ข้อมูลที่ได้สืบค้น และจากการคำนวณและทดลอง โดยต้องเลือกใช้เชือกที่ยืดได้และยืดไม่ได้อย่างละ 1 เส้น

ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

9. แต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานและดำเนินการสร้างบันจีจัมป์ ตามที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

10. ครูให้นักเรียนทดสอบโดยทำการแข่งขันบันจีจัมป์
11. ครูให้นักเรียนประเมินว่าสามารถออกแบบแบบจำลองบันจีจัมป์ได้ใกล้เคียงมากน้อยเพียงใด และเสนอแนะวิธีการปรับปรุง

ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

12. ครูให้นักเรียนนำเสนอและร่วมกันอภิปรายแนวคิดและวิธีการออกแบบจำลองบันจีจัมป์ ตลอดจนวิธีการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน
13. ครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองบันจีจัมป์

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการสืบค้น

- ประวัติความเป็นมาของการกระโดดจากที่สูงของคนในชนเผ่าต่าง ๆ จนกลายมาเป็นบันจีจัมป์ในปัจจุบัน
- การเปลี่ยนแปลงทางสภาพร่างกายและจิตใจขณะกระโดดบันจีจัมป์
- การเลือกใช้เชือกประเภทต่าง ๆ และความยาวที่แตกต่างกัน มีผลต่อบันจีจัมป์หรือไม่



การวัดประเมินผล

ตัวอย่างตารางบันทึกคะแนน

กลุ่ม	ระดับคะแนนของรายการที่ประเมิน				คะแนนรวม (100 คะแนน)
	ผลงาน (40 คะแนน)	การนำเสนอผลงาน (20 คะแนน)	การใช้กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม (20 คะแนน)	การบูรณาการความรู้ (STEM) (20 คะแนน)	
1					
2					
3					
4					
5					

เกณฑ์การให้คะแนน (100 คะแนน)

รายการ ประเมิน	ระดับ	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
ผลงาน		บันจี้จัมป์ที่สร้างขึ้น เป็นไปตามเงื่อนไขที่ กำหนด และสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์ โดย ระยะที่ถูกรายตกนั้น วัดจากพื้นได้ไม่เกิน 30 เซนติเมตร	บันจี้จัมป์ที่สร้างขึ้นเป็น ไปตามเงื่อนไขที่กำหนด และสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ โดยระยะ ที่ถูกรายตกนั้นวัดจาก พื้นได้ระหว่าง 30-50 เซนติเมตร	บันจี้จัมป์ที่สร้างขึ้น เป็นไปตามเงื่อนไขที่ กำหนด และสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์ โดย ระยะที่ถูกรายตกนั้น วัดจากพื้นได้เกินกว่า 50 เซนติเมตร	ถูกรายกระทบพื้น
การนำเสนอ ผลงาน		รูปแบบการนำเสนอ สื่อความหมายให้ผู้อื่น เข้าใจถูกต้อง ชัดเจน อธิบายเหตุผลของ แนวคิดได้	รูปแบบการนำเสนอ สื่อความหมายให้ผู้อื่น เข้าใจได้ชัดเจน อธิบาย เหตุผลของแนวคิดได้ถูก ต้องบางส่วน	รูปแบบการนำเสนอสื่อ ความหมายให้ผู้อื่น เข้าใจได้ไม่ชัดเจน อธิบายเหตุผลของ แนวคิดได้ถูกต้อง บางส่วน	รูปแบบการนำเสนอสื่อ ความหมายไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน อธิบายเหตุผล ของแนวคิดไม่ได้

รายการประเมิน	ระดับ	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม		มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีการสืบค้นข้อมูล และแสดงถึงการใช้ข้อมูลมาเป็นพื้นฐานการตัดสินใจในการออกแบบ	มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีการสืบค้นข้อมูล แต่ไม่ได้นำมาใช้เป็นพื้นฐานการตัดสินใจในการออกแบบ	มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แต่ไม่มีการสืบค้นข้อมูล	ขาดการใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม
การบูรณาการความรู้ (STEM)		สามารถอธิบายความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ ชัดเจนและถูกต้องครบทั้ง 3 ด้าน	สามารถอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลงานได้ ชัดเจนและถูกต้อง 2 ด้าน	สามารถอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลงานได้ ชัดเจนและถูกต้องเพียงด้านเดียว	ไม่สามารถอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลงานได้

หมายเหตุ

1. การประเมิน “การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม” จะประเมินจากข้อมูลที่นักเรียนตอบในใบกิจกรรม ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นไปตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
2. การประเมินในส่วนของ “การบูรณาการความรู้ (STEM)” จะประเมินจากข้อมูลการตอบคำถามในใบกิจกรรม กรณีที่นักเรียนไม่ได้ตอบคำถาม ผู้สอนอาจพิจารณาให้คะแนนจากข้อมูลที่นักเรียนอธิบายเหตุผลในการออกแบบและเลือกวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างบันจี้จัมป์ได้

ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรม

1. ก่อนทำกิจกรรมนี้ นักเรียนควรจะมีความรู้พื้นฐานในเรื่องสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ การเปลี่ยนรูปพลังงาน โดยครูสามารถจัดกิจกรรมได้โดยใช้ใบความรู้ที่ 1 และ 2 โดยให้นักเรียนศึกษาและอภิปรายก่อนทำกิจกรรมนี้
2. ครูควรแนะนำให้ให้นักเรียนศึกษาหรือทบทวนเนื้อหาจากใบความรู้ล่วงหน้าเพื่อให้กิจกรรมสามารถดำเนินการเสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเวลา 3-4 ชั่วโมง ตามที่กำหนดนั้นเป็นเวลาสำหรับการทำกิจกรรมเท่านั้น

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. วิดีทัศน์เรื่องบันจี้จัมป์
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนรูปพลังงาน
3. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง กฎของฮุค

แนวคำตอบใบกิจกรรม

1. ระบุปัญหาหรือสถานการณ์

แนวคำตอบ สร้างแบบจำลองบันจีจัมป์ โดยทำให้ถุงทรายมวล 1000 กรัม ถูกปล่อยที่ระดับความสูงที่กำหนดให้ ตกลงมาให้ใกล้พื้นมากที่สุดโดยที่ถุงทรายไม่กระทบพื้น โดยใช้วัสดุที่ยึดได้และไม่ยืดอย่างละ 1 เส้น และไม่สามารถวัดความสูงจากจุดปล่อยได้โดยตรงเนื่องจากบริเวณจุดตกเป็นพื้นน้ำ

2. ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

แนวคำตอบ ความรู้เรื่องสมบัติของวัสดุ สภาพยืดหยุ่น หลักการของแรง การเปลี่ยนรูปพลังงาน และกฎของฮุคเพื่อการออกแบบและสร้างแบบจำลองบันจีจัมป์

3. การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่เชือกยืดออกกับขนาดของแรงที่ใช้ดึงเชือก

ให้นักเรียนศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่เชือกยืดออก (s) มีหน่วยเป็นเมตร กับแรงที่ใช้ดึงเชือก (F) มีหน่วยเป็นนิวตัน โดยให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และหาค่าคงตัวสปริง (k) ของเชือก จากกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าว

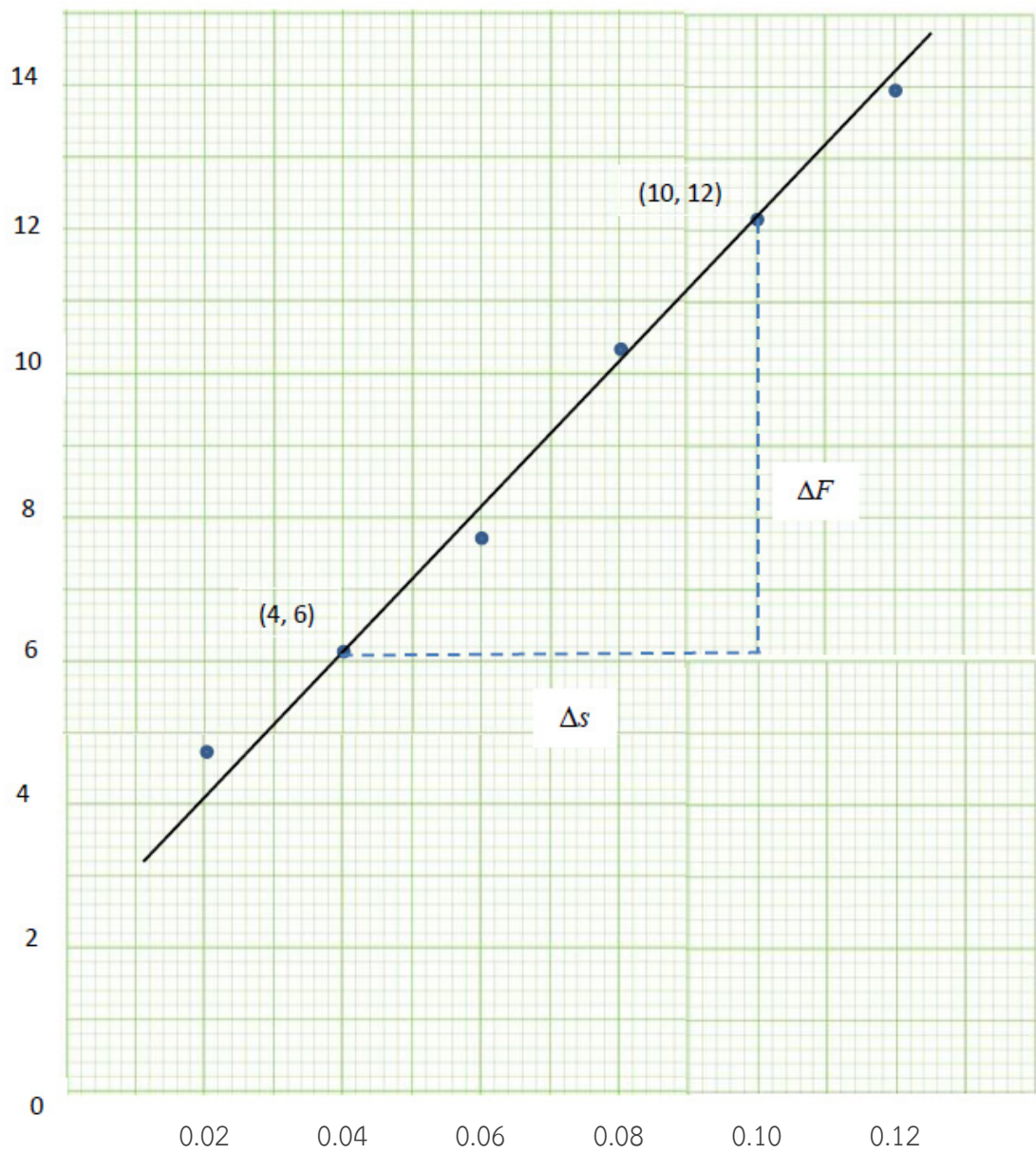
แนวคำตอบ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ระยะที่เชือกยืดออก s (cm)	แรงที่ใช้ดึงเชือก F (N)
2	4.6
4	6.0
6	7.6
8	10.2
10	12.0
12	13.8

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่เชือกยืดออก (s) กับขนาดของแรงที่ใช้ดึง (F)

แรงดึงเชือก (นิวตัน)



ระยะที่เชือกยืดออก (เมตร)

วิธีการคำนวณหาค่าคงตัวสปริงในเส้นเชือก (k)

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta s} = \frac{12 \text{ N} - 6 \text{ N}}{0.10 \text{ m} - 0.04 \text{ m}} = 100 \text{ N/m}$$

4. การหาความสูงของจุดปล่อยบันจีจัมป์

แนวคำตอบ

ให้ CD เป็นความสูงของจุดปล่อยบันจีจัมป์ส่วนที่เหนือระดับสายตา

จุด A เป็นจุดที่ผู้วัดมองจุดปล่อยบันจีจัมป์ในครั้งแรก

จุด B เป็นจุดที่ผู้วัดมองจุดปล่อยบันจีจัมป์ในครั้งหลัง

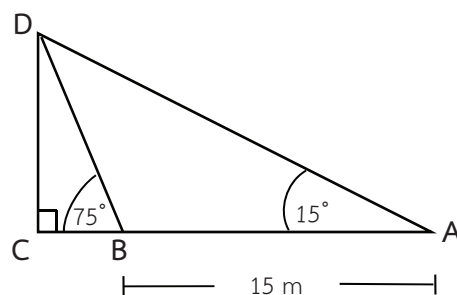
และระยะ AB เท่ากับ 15 เมตร

เนื่องจาก $\angle CAD = 15^\circ$ และ $\angle CBD = 75^\circ$

จะได้ $\angle ADB = 60^\circ$

พิจารณา $\triangle ABD$ จากกฎของไซน์

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } \frac{\sin 15^\circ}{BD} &= \frac{\sin 60^\circ}{AB} \\ BD &= (15\text{m}) \frac{\sin 15^\circ}{\sin 60^\circ} \end{aligned}$$



พิจารณา $\triangle BCD$ จากกฎของไซน์

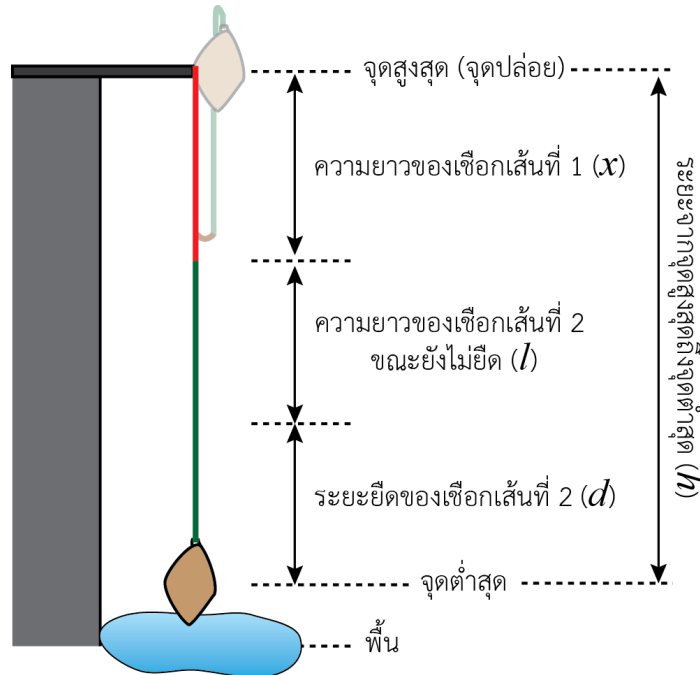
$$\begin{aligned} \text{จะได้ } \frac{\sin 75^\circ}{CD} &= \frac{\sin 90^\circ}{BD} \\ CD &= BD \sin 75^\circ \\ CD &= (15\text{m}) \frac{\sin 15^\circ}{\sin 60^\circ} \sin 75^\circ \\ &= (15\text{m}) \frac{(0.2588)}{(0.8660)} (0.9659) \approx 4.33\text{m} \end{aligned}$$

เนื่องจากความสูงจากพื้นถึงระดับสายตาของผู้วัดเป็น 1.50 เมตร

ดังนั้นจุดปล่อยบันจีจัมป์สูงจากพื้นประมาณ 4.33 เมตร + 1.50 เมตร หรือประมาณ 5.83 เมตร

หมายเหตุ ในกรณีที่ผู้เรียนใช้ความสูงของผู้วัดมมมาคำนวณอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน ดังนั้นผู้สอนอาจจะแนะนำให้ผู้เรียนวัดความสูงจากปลายเท้าถึงระดับสายตาแล้วนำมาใช้ในการคำนวณ เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

5. การคำนวณหาความยาวของเชือกที่ใช้
แนวคำตอบ



จากกฎการอนุรักษ์พลังงานกล

พลังงานศักย์โน้มถ่วงที่จุดสูงสุด = พลังงานศักย์ยืดหยุ่นที่จุดต่ำสุด

$$mgh = \frac{1}{2}kd^2$$

กำหนดให้ m คือ มวลของถุงทราย มีค่าเท่ากับ 1.0 กิโลกรัม

g คือ ขนาดความเร่งโน้มถ่วง มีค่าเท่ากับ 9.8 เมตรต่อวินาที²

h คือ ระยะจากจุดปล่อยจนถึงปลายสุดของเส้นเชือก

d คือ ระยะยืดของเชือกเส้นที่ยืดได้

กำหนดระยะจากจุดต่ำสุดถึงพื้น เท่ากับ 0.30 เมตร และความสูงจากพื้นถึงจุดปล่อยที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 5.83 เมตร

จะได้ระยะ เท่ากับ 5.83 เมตร – 0.30 เมตร = 5.53 เมตร

แทนค่าในสมการ

$$mgh = \frac{1}{2}kd^2$$

$$(1.0 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(5.53 \text{ m}) = \frac{1}{2}(100 \text{ N/m})d^2$$

$$d = 1.04 \text{ m}$$

ดังนั้น ระยะยืดของเชือกเส้นที่ยืดได้เท่ากับ 1.04 เมตร และระยะจากจุดปล่อยถึงปลายสุดของเส้นเชือกซึ่งเป็นจุดต่ำสุด มีค่าเท่ากับ $h = x + l + d$

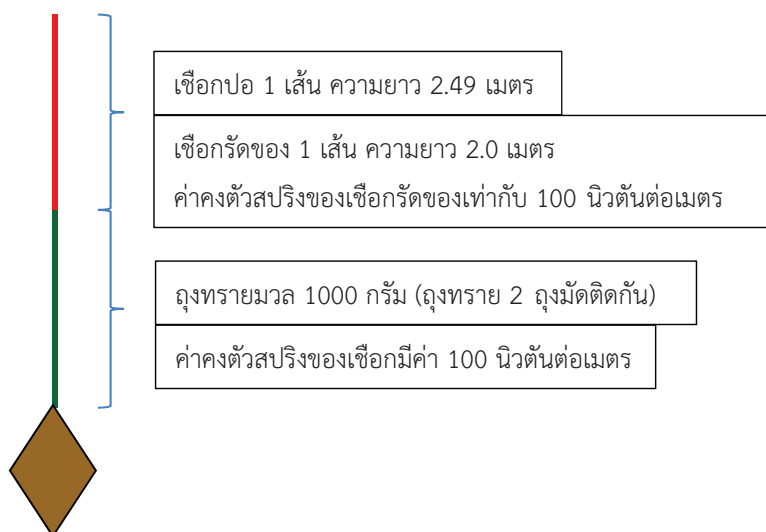
เมื่อ x คือ ความยาวของเชือกเส้นที่ไม่ยึด
 l คือ ความยาวเชือกเส้นที่ยึดได้ขณะที่ยังไม่ยึด มีค่าเท่ากับ 2.0 เมตร
 d คือ ระยะยึดของเชือกเส้นที่ยึดได้ มีค่าเท่ากับ 1.04 เมตร

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสมการ} \quad h &= x + l + d \\ 5.53 \text{ m} &= x + 2.0 \text{ m} + 1.04 \text{ m} \\ x &= 2.49 \text{ m} \end{aligned}$$

ดังนั้น ความยาวของเชือกเส้นที่ไม่ยึดเท่ากับ 2.49 เมตร

6. ภาพร่างการออกแบบชิ้นงาน

(ให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานพร้อมระบุประเภทของเชือกที่เลือกใช้ ความยาว และค่าคงตัวสปริงของเชือก)



7. ผลการทดสอบแบบจำลองบันจีจัมป์คะแนน

8. วิธีการปรับปรุงชิ้นงาน

แนวคำตอบ เวลาปล่อยถุงทรายจะต้องยึดแขวนให้ตรง และอยู่ในระดับเดียวกับจุดวัดความสูงเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อน

9. ประเมินผลชิ้นงาน

แนวคำตอบ บันจีจัมป์ที่สร้างขึ้นเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด สามารถทำให้ถุงทรายตกลงมาใกล้พื้นมากที่สุดโดยไม่กระทบพื้น

แนวคำตอบคำถามท้ายกิจกรรม

1. จากการทดลอง ปัจจัยใดบ้างที่มีผลให้ถุงทรายตกลงมาใกล้พื้นที่สุดโดยไม่กระทบพื้น

แนวคำตอบ เงื่อนไขของการทำกิจกรรมนี้คือ การทำให้ถุงทรายตกลงมาใกล้พื้นที่สุดโดยไม่กระทบพื้น ดังนั้น ปัจจัยที่นักเรียนต้องคำนึงถึงคือ ชนิดและความยาวของวัสดุทั้งเส้นที่ยึดได้และไม่ยึด โดยความยาวนั้นต้องเหมาะสมกับน้ำหนักของถุงทรายและความสูงของจุดปล่อย

2. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมนี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องนี้ไปประยุกต์ใช้ในการเล่นกีฬาบันจี้จัมป์ โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น ความยาวเชือก น้ำหนักของผู้เล่น ความสูงของจุดปล่อยบันจี้จัมป์ เพื่อให้การเล่นบันจี้จัมป์สนุกและปลอดภัย นอกจากนี้ยังรู้จักวิธีการหาความสูงของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้โคลิโนมิเตอร์ ซึ่งสามารถวัดความสูงได้จากจุดวัด 2 จุดในแนวระดับ โดยไม่จำเป็นต้องเข้าไปถึงสิ่งที่ต้องการวัดความสูง

3. นักเรียนได้บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมในการออกแบบและสร้างแบบจำลองบันจี้จัมป์อย่างไร

แนวคำตอบ สิ่งสำคัญที่สุดของการเล่นบันจี้จัมป์ก็คือความปลอดภัย การออกแบบและสร้างแบบจำลองเชือกสำหรับบันจี้จัมป์โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพลังงานและสภาพยืดหยุ่นนั้นไม่เพียงพอ จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับฟังก์ชันตรีโกณมิติในการหาความสูงที่แน่นอนของตำแหน่งที่จะปล่อยถุงทราย รวมทั้งการออกแบบและเทคโนโลยีในการเลือกวัสดุที่เหมาะสม เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผลในการสร้างเชือกเพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง การเปลี่ยนรูปพลังงาน

พลังงาน (energy) คือ ความสามารถในการทำงาน เราไม่สามารถมองเห็นหรือจับต้องพลังงานได้ แต่สามารถรับรู้ได้จากผลของพลังงานนั้น ๆ พลังงานจลน์ (kinetic energy) เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ส่วนพลังงานศักย์ (potential energy) เป็นพลังงานของวัตถุที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่างอันเป็นผลมาจากแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น ทั้งพลังงานจลน์และพลังงานศักย์รวมเรียกว่า พลังงานกล (mechanical energy)

1. พลังงานจลน์

พลังงานจลน์เป็นพลังงานในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่หรือมีความเร็ว กำหนดสัญลักษณ์ E_k แทนพลังงานจลน์ v แทนความเร็ว และ m แทนมวลของวัตถุ จะได้ว่า

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

หน่วยของพลังงานจลน์คือ กิโลกรัม เมตร² ต่อวินาที² ($\text{kg m}^2/\text{s}^2$) ซึ่งเท่ากับ นิวตัน เมตร (Nm) หรือ จูล (J)

2. พลังงานศักย์

พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่ถูกเก็บสะสมไว้ในวัตถุต่าง ๆ เนื่องจากตำแหน่งหรือภาวะของวัตถุ พลังงานศักย์ของวัตถุซึ่งอยู่ในที่สูงจากระดับอ้างอิง ซึ่งเกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ เรียกว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วง (gravitational potential energy) ส่วนพลังงานศักย์ของสปริงที่ถูกอัดหรือดึงซึ่งเกิดจากแรงยืดหยุ่นของสปริง เรียกว่า พลังงานศักย์ยืดหยุ่น (elastic potential energy)

ก. พลังงานศักย์โน้มถ่วง

กำหนดสัญลักษณ์ E_p แทนพลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุซึ่งอยู่สูงจากระดับอ้างอิงเป็นระยะ h จะมีค่าเป็น

$$E_p = mgh$$

หน่วยของพลังงานศักย์โน้มถ่วงในระบบเอสไอ คือ จูล (J) และเป็นปริมาณสเกลาร์เช่นเดียวกับงานและพลังงานจลน์ จะเห็นว่า ค่าของพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุเมื่อเทียบกับระดับอ้างอิง

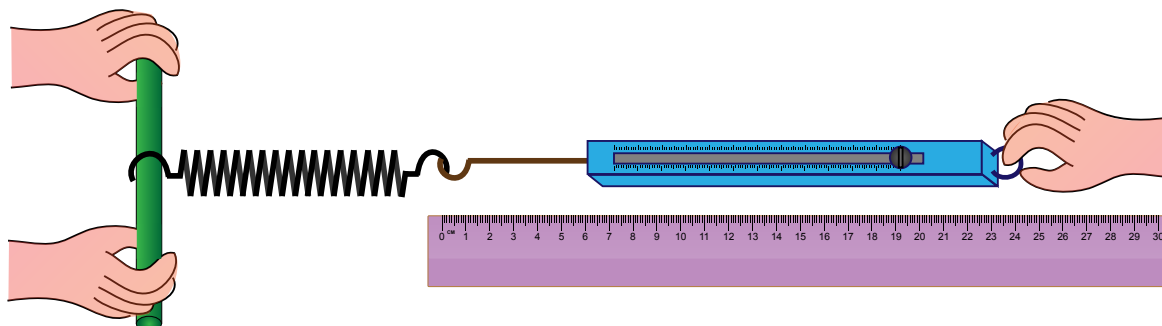
ข. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

ถ้าออกแรงดึงสปริงหรือสิ่งที่คล้ายกับสปริงให้ยืดออกจากตำแหน่งเริ่มต้น จะมีความรู้สึกว่ามีแรงจากสปริงดึงมือ การออกแรงอัดสปริงให้หดเข้าจากตำแหน่งเริ่มต้นก็เช่นเดียวกัน จะรู้สึกว่ามีแรงจากสปริงดันมือ แรงที่มือดึงสปริงกับแรงที่สปริงดึงมือเป็นแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา แรงที่สปริงดึงหรือดันมือทำให้สปริงเคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น เรียกตำแหน่งเริ่มต้นนี้ว่า ตำแหน่งสมดุล

จากกฎของฮุก (Hooke's law) เมื่อออกแรงดึงสปริงด้วยแรง F จะมีความสัมพันธ์กับ s ซึ่งเป็นระยะที่สปริงยืดออกหรือหดจากตำแหน่งสมดุล ดังสมการ

$$F = ks$$

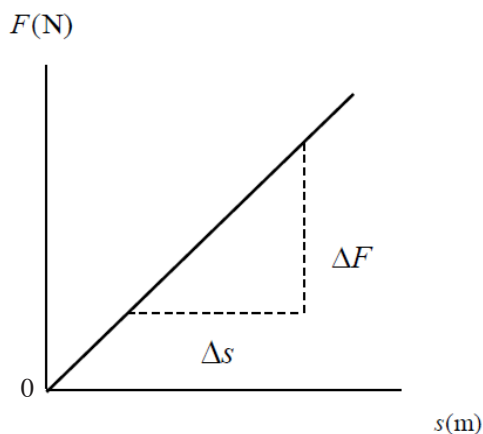
k คือ ค่าคงตัวสปริง (spring constant) หรือค่าคงตัวของแรง (force constant) ซึ่งหมายถึงแรงที่ทำให้สปริงยืดหรือหดต่อความยาวหนึ่งหน่วย มีหน่วย นิวตันต่อเมตร (N/m) โดยค่าคงตัวสปริงของสปริงแต่ละอันจะไม่เท่ากันขึ้นกับความแข็งของสปริง และเป็นค่าคงตัวในช่วงจำกัดช่วงหนึ่ง



ภาพการหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่สปริงยืดออกกับขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริง

ทั้งนี้ เราสามารถหาค่าคงตัวสปริง (k) ได้จากความชันของกราฟระหว่างระยะทางที่สปริงยืดออกกับ ขนาดของแรงที่ใช้ดึง หรือ

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta s}$$



ภาพ การหาความชันของกราฟระหว่างระยะยืดจากตำแหน่งสมดุลกับแรงดึงสปริง

กำหนดสัญลักษณ์ E_p แทนพลังงานศักย์ในสปริง ซึ่งเรียกว่า พลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง งานของแรงที่ดึงหรือกดสปริงให้มีระยะเปลี่ยนไป s จากตำแหน่งสมดุลมีค่าดังสมการ

$$E_p = \frac{1}{2}ks^2$$

หน่วยของพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คือ จูล (J) เช่นเดียวกับหน่วยของงาน

3. สภาพยืดหยุ่น

สภาพยืดหยุ่น (elasticity) เป็นสมบัติของวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เมื่อมีแรงมากระทำและสามารถคืนตัวกลับสู่รูปร่างเดิมเมื่อหยุดออกแรงกระทำ เมื่อดึงสปริงให้ยืดออกจะพบว่าความยาวที่สปริงยืดออกแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง แต่ถ้าเพิ่มแรงดึงสปริงให้ยืดออกไปเรื่อย ๆ อีก เมื่อถึงระยะหนึ่ง จะพบว่าความยาวที่สปริงยืดออกไม่แปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง



ก. ก่อนสปริงถูกดึง

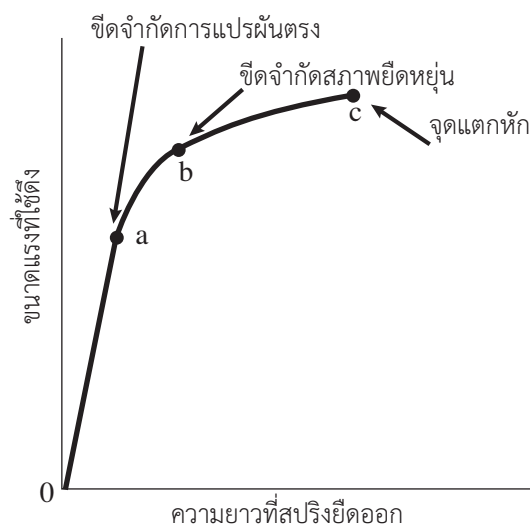


ข. สปริงถูกยืดจนใกล้ขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น



ค. สปริงถูกยืดจนเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น

ภาพ รูปร่างของสปริงเมื่อถูกแรงกระทำ



กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวที่สปริงยืดออกกับขนาดของแรงดึง

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวที่สปริงยืดออกกับขนาดของแรงดึงแสดงให้เห็นว่า ความยาวที่สปริงยืดออกแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึงอยู่ในช่วงแรกเท่านั้น คือ ในช่วง 0a ของเส้นกราฟ ซึ่งการยืดของสปริงจะเป็นไปตามกฎของฮุค หลังจากนั้นความยาวที่สปริงยืดออกจะไม่แปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง จุด a ซึ่งเป็นตำแหน่งสุดท้ายที่ความยาวที่สปริงยืดออกแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง เรียกว่า ขีดจำกัดการแปรผันตรง (proportional limit) ถ้าออกแรงดึงสปริงให้ยืดอีกเล็กน้อยจนถึงจุด b เมื่อหยุดออกแรงกระทำ พบว่าสปริงจะกลับไปอยู่ในสภาพเดิม ตำแหน่งสุดท้าย (จุด b) ที่สปริงยืดออกแล้วยังสามารถคืนตัวกลับสู่สภาพเดิมได้เรียกว่า ขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น (elastic limit) จะเห็นว่าเส้นกราฟช่วง 0b เป็นช่วงที่สปริงสามารถคืนตัวสู่รูปร่างเดิมได้ สภาพของวัสดุในช่วง 0b ก็คือสภาพยืดหยุ่น ส่วนช่วงของกราฟตั้งแต่จุด b เป็นต้นไป สปริงเปลี่ยนรูปร่างไปอย่างถาวร ไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิม และถ้าดึงต่อไปก็จะถึงจุด c ซึ่งเป็นจุดที่เส้นวัสดุขาด จุดนี้เรียกว่า จุดแตกหัก (breaking point) สภาพของวัสดุในช่วง bc ก็คือ สภาพพลาสติก

4. กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

พลังงานกลรวมของระบบจะไม่สูญหาย แต่อาจเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกพลังงานหนึ่ง โดยผลรวมของพลังงานยังคงเดิม ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล (law of conservation of mechanical energy) การอนุรักษ์พลังงานกลจะเกิดขึ้นเมื่อไม่มีแรงภายนอกกระทำต่อวัตถุ ทำให้ผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ทุกตำแหน่งมีค่าคงตัว

5. การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

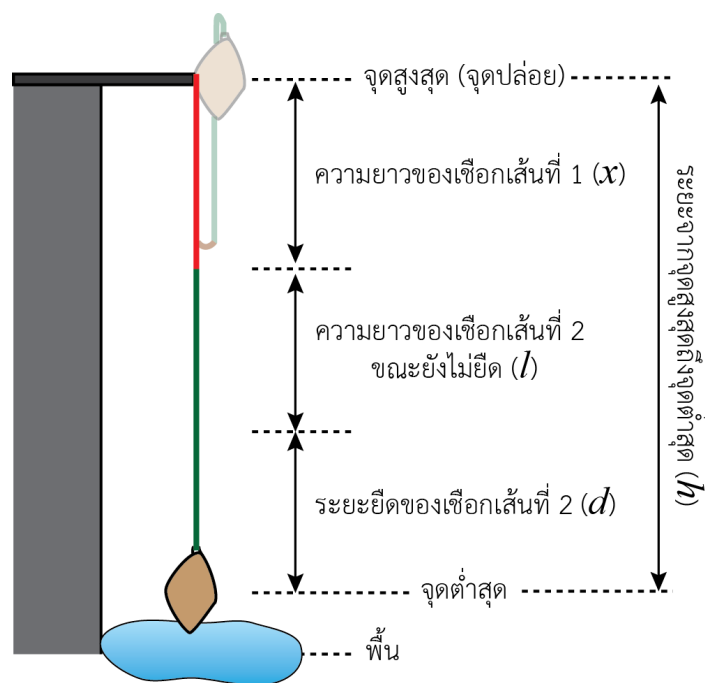
กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้ในการอธิบายและบรรยายการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น การเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบตั้ง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วง

เมื่อพิจารณابันจี้จัมป์จำลอง ซึ่งเป็นการปล่อยถุงทรายที่ผูกเข้ากับปลายเชือกจากที่สูง ถ้ากำหนดว่าเชือกที่ใช้เป็นเชือกเบาและไม่มีมวล จะมีพลังงานที่เกี่ยวข้อง คือ พลังงานจลน์และพลังงานศักย์อธิบายได้ ดังนี้ ก่อนปล่อยถุงทรายจะมีเพียงพลังงานศักย์โน้มถ่วงของถุงทรายและเมื่อกระโดดแล้ว ช่วงที่เชือกยังไม่ยืด พลังงานศักย์โน้มถ่วงลดลง และพลังงานจลน์ของถุงทรายเพิ่มขึ้น ช่วงที่เชือกยืดออก จะมีทั้งพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของเชือก พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของถุงทราย ขณะเชือกยืดออกมากที่สุด จะมีแต่พลังงานศักย์โน้มถ่วงของผู้กระโดดและพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของเชือก ส่วนพลังงานจลน์ของผู้กระโดดเป็นศูนย์ การเปลี่ยนรูปพลังงานเหล่านี้เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล นั่นคือ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ พลังงานกลจะมีค่าคงตัว

จากกฎการอนุรักษ์พลังงานกล

พลังงานศักย์โน้มถ่วงที่จุดสูงสุด = พลังงานศักย์ยืดหยุ่นที่จุดต่ำสุด

$$mgh = \frac{1}{2}kd^2$$



ภาพบันจี้จัมป์จำลองและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

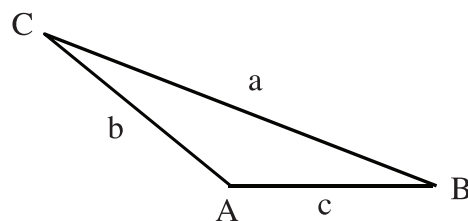
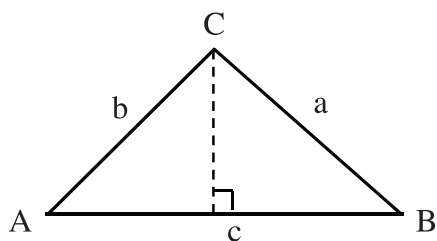
ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง กฎของไซน์

ในชีวิตประจำวันเราต้องเกี่ยวข้องกับปริมาณต่าง ๆ มากมาย ความยาวเป็นปริมาณชนิดหนึ่งที่ใช้บ่อยมาก โดยเรียกในชื่อต่าง ๆ เช่น ความสูง ระยะทาง รัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง การหาความยาวข้างต้น อาจทำได้โดยตรงโดยใช้เครื่องมือวัด เช่น ไม้เมตร สายวัด แต่บางครั้งการวัดโดยตรงอาจทำได้ยาก ดังนั้นเราจึงต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

ฟังก์ชันตรีโกณมิติเป็นฟังก์ชันของจำนวนจริงหรือของมุม สามารถนำมาใช้ในการหาความยาวของด้านและขนาดของมุมของรูปสามเหลี่ยมได้ โดยกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างด้านและมุมของรูปสามเหลี่ยมและฟังก์ชันตรีโกณมิติดังนี้

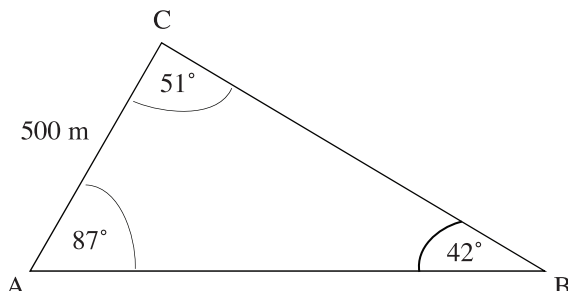
กฎของไซน์ ในรูปสามเหลี่ยม ABC ใด ๆ ถ้า a, b และ c เป็นความยาวของด้านตรงข้ามมุม A, B และ C ตามลำดับ



$$\text{จะได้ } \frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c}$$

กฎของไซน์ใช้หาความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 สวนสาธารณะแห่งหนึ่งมีทางเดินโดยรอบเป็นรูปสามเหลี่ยม กำหนดให้เป็น ABC โดย A, B และ C เป็นมุมที่มีค่า 87, 42 และ 51 องศา ตามลำดับ ถ้าทางเดิน AC มีความยาว 500 เมตร ทางเดิน AB และ BC มีความยาวเท่าใด
วิธีทำ เขียนแผนภาพทางเดินรอบสวนสาธารณะได้ดังนี้



จากกฎของไซน์ จะได้ $\frac{\sin A}{BC} = \frac{\sin B}{AC} = \frac{\sin C}{AB}$

แทนค่า $\frac{\sin 87^\circ}{BC} = \frac{\sin 42^\circ}{500\text{m}} = \frac{\sin 51^\circ}{AB}$

จะได้

$$BC = \frac{(500\text{m})(0.9986)}{(0.6691)} \approx 746\text{m}$$

$$AB = \frac{(500\text{m})(0.7771)}{(0.6691)} \approx 581\text{m}$$

คำตอบ ทางเดิน AB มีความยาวประมาณ 581 เมตร และทางเดิน BC มีความยาวประมาณ 746 เมตร

ตัวอย่างที่ 2 เนตรยี่นอยู่บนสนามแห่งหนึ่งมองเห็นยอดเสาธงเป็นมุมเงย 15° องศา แต่เมื่อเดินตรงเข้าไปหาเสาธงอีก 60 เมตร เขามองเห็นยอดเสาธงเป็นมุมเงย 75° องศา ถ้าความสูงจากพื้นถึงระดับสายตาของเนตรมีค่าเป็น 150 เซนติเมตร จงหาความสูงของเสาธง

วิธีทำ ให้ CD เป็นความสูงของเสาธงส่วนที่เหนือระดับสายตา

จุด A เป็นจุดที่เนตรมองยอดเสาธงในครั้งแรก

จุด B เป็นจุดที่เนตรมองยอดเสาธงในครั้งหลัง

และระยะ AB เท่ากับ 60 เมตร

เนื่องจาก $\angle CAD = 15^\circ$ และ $\angle CBD = 75^\circ$

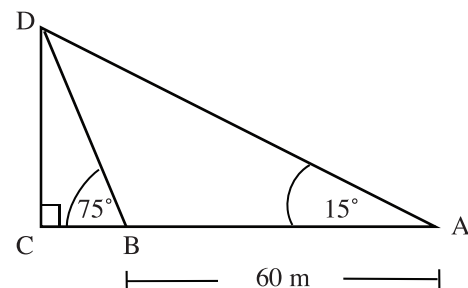
จะได้ $\angle ADB = 60^\circ$

พิจารณา $\triangle ABD$ จากกฎของไซน์

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } \frac{\sin 15^\circ}{BD} &= \frac{\sin 60^\circ}{AB} \\ BD &= (60\text{m}) \frac{\sin 15^\circ}{\sin 60^\circ} \end{aligned}$$

พิจารณา $\triangle BCD$ จากกฎของไซน์

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } \frac{\sin 75^\circ}{CD} &= \frac{\sin 90^\circ}{BD} \\ CD &= BD \sin 75^\circ \\ CD &= (60\text{m}) \frac{\sin 15^\circ}{\sin 60^\circ} \sin 75^\circ \\ &= (60\text{m}) \frac{(0.2588)}{(0.8660)} (0.9659) \approx 17.32\text{m} \end{aligned}$$



เนื่องจากความสูงจากพื้นถึงระดับสายตาของเนตรเป็น 1.50 เมตร

ดังนั้นเสาธงสูงประมาณ 17.32 เมตร + 1.50 เมตร หรือประมาณ 18.82 เมตร

คำตอบ ความสูงของเสาธงเท่ากับ 18.82 เมตร

ถุงประคบ ร้อน



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



เวลา 3-4 ชั่วโมง



สาระสำคัญ

การประคบร้อน เป็นการใช้ความร้อนที่ถ่ายโอนออกมาจากวัสดุไปยังบริเวณที่มีอาการปวด โดยความร้อนจะส่งผ่านไปใต้ชั้นผิวหนังทำให้หลอดเลือดขยายตัว แล้วเกิดการคลายกล้ามเนื้อ จึงช่วยบรรเทาอาการปวดได้ การประคบร้อนจะให้ประโยชน์สูงสุดเมื่อใช้ในกรณีที่ถูกต้องเท่านั้น หากใช้ในระยะเวลาที่ไม่เหมาะสมก็จะทำให้อาการบาดเจ็บนั้นรุนแรงมากขึ้น เช่น อาการปวดเมื่อยทั่วไปสามารถใช้การประคบร้อนเวลาใดก็ได้ แต่ถ้าเป็นกรณีเกิดอุบัติเหตุ เช่น ข้อแพลง เคล็ด ฟกช้ำ จะต้องประคบเย็นเพื่อบรรเทาอาการดังกล่าวก่อน เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมงหรืออาการอักเสบนั้นลดลง จึงประคบร้อนได้

การประคบร้อนโดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที โดยใช้ระดับความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 50-60 °C วัสดุที่นิยมใช้นำมาใช้ในการประคบร้อน เช่น กระเป๋าน้ำร้อน ลูกประคบ นอกจากนี้ อาจประยุกต์ใช้วัสดุอื่นที่สามารถค่อย ๆ คายความร้อนทดแทนได้ เช่น ไข่ต้มสุก ข้าวสุกห่อผ้า

โดยทั่วไปแหล่งให้ความร้อนในถุงประคบร้อนจะนิยมใช้น้ำร้อนหรือวัสดุอื่นที่ต้องทำให้ร้อนก่อนนำมาใช้ นอกจากนี้วิธีการดังกล่าวแล้ว อาจใช้แหล่งให้ความร้อนที่ได้จากปฏิกิริยาของสารเคมีในบ้านบางชนิด เช่น ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับกรด ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสได้เช่นเดียวกัน

การทำถุงประคบร้อนสำหรับใช้เอง นอกจากต้องคำนึงถึงแหล่งที่ใช้ในการให้ความร้อนแล้วยังต้องคำนึงถึงการเลือกชนิดของวัสดุหรืออุปกรณ์ รวมทั้งขนาดและรูปร่างของถุงประคบร้อนให้มีสมบัติในการเก็บหรือคายความร้อน เพื่อการใช้งานได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย



ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน/ผลการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
- สังเกตและอธิบายการถ่ายโอนพลังงานโดยการนำความร้อนและการพาความร้อน ซึ่งอาศัยตัวกลางและการแผ่รังสีความร้อนซึ่งไม่อาศัยตัวกลาง - สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่ให้พลังงานและการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์	นำความรู้เรื่องการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในศิลปะและการออกแบบ	- สร้างหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือวิธีการอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ตามกระบวนการเทคโนโลยี โดยถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เป็นภาพร่างอย่างง่ายหรือภาพร่าง 3 มิติและภาพฉาย - เลือกใช้วัสดุโดยวิเคราะห์สมบัติของวัสดุและเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับการสร้างชิ้นงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัย

หมายเหตุ *ตัวชี้วัด เทคโนโลยี (T) ในที่นี้จะรวมตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี และสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในขณะที่วิศวกรรมศาสตร์ (E) ไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถเทียบเคียงได้จากกระบวนการเทคโนโลยีในตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี

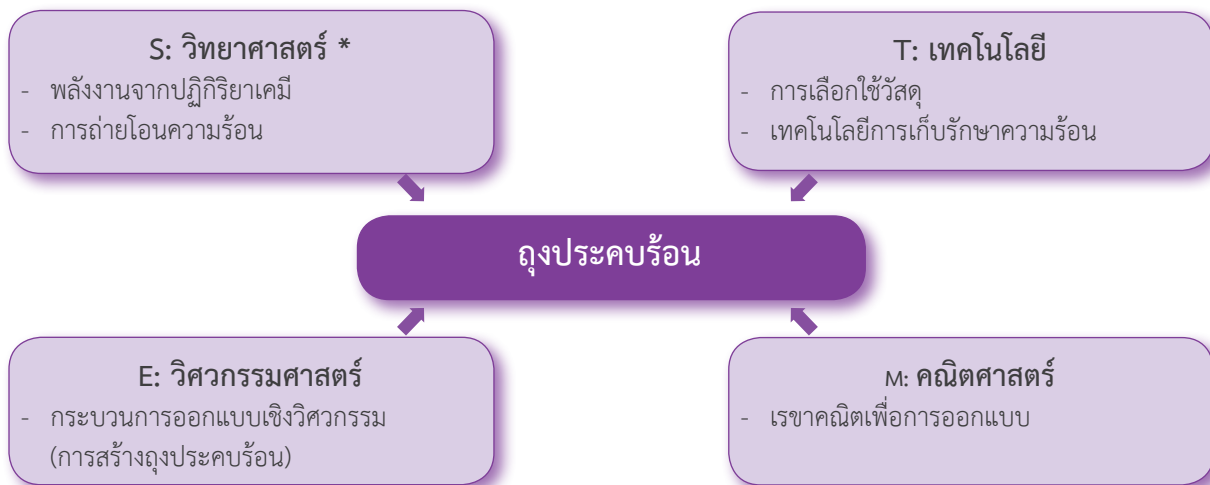


สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
- การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน โดยการถ่ายโอนความร้อนแบบการนำความร้อนและการพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนที่อาศัยตัวกลาง - ปฏิกิริยาเคมีบางปฏิกิริยาจะให้พลังงานออกมาในรูปต่าง ๆ เช่น พลังงานความร้อน ซึ่งพลังงานที่เกิดขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้	ออกแบบแบบจำลอง ตกแต่งภายใน แผ่นผัง กราฟิกดีไซน์ และบรรจุภัณฑ์	- การสร้างหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยี โดยถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เป็นภาพร่างอย่างง่ายหรือภาพร่าง 3 มิติ และภาพฉาย อาจสร้างแบบ จำลองก่อนสร้างชิ้นงานหรือถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับวิธีการเป็นผังงาน ทำให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการ - การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาผลิตชิ้นงาน ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น วัสดุที่เหมาะสมต่อการสร้าง แต่ละองค์ประกอบของชิ้นงาน วิธีการผลิต ราคา และควรคำนึงถึงผลกระทบต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม



กรอบแนวคิด



* เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้ (เคมี)



จุดประสงค์ของกิจกรรม

ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี การถ่ายโอนความร้อนของวัสดุและเรขาคณิตเพื่อออกแบบและทำฤๅงประคบร้อน



อุปกรณ์และสารเคมี

1. สำหรับการทดลองเพื่อทดสอบอุณหภูมิของปฏิกิริยาเคมี

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	น้ำยาล้างห้องน้ำที่มี HCl 8 – 10%	30 cm ³
2	โซดาไฟ	4 g
3	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 18%	30 cm ³
4	น้ำส้มสายชูกลั่น 5%	30 cm ³
5	ด่างทับทิม	0.1 g (½ ช้อนเบอร์ 1)
6	ปิ๊งเกอร์ ขนาด 100 cm ³	3 ใบ
7	แท่งแก้วคนสาร	3 อัน
8	เทอร์มอมิเตอร์	1 อัน
9	ถาดรอง ขนาด 30 เซนติเมตร × 30 เซนติเมตร	1 อัน

หมายเหตุ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่พบในชีวิตประจำวัน จะมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นส่วนผสมอยู่ในปริมาณน้อย เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ล้างแผลมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นส่วนผสมเพียง 3%v/v แต่การทดลองนี้จะใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 18%v/v เพื่อให้มีความร้อนมากพอที่จะนำมาพิจารณาเลือกใช้เป็นแหล่งให้ความร้อนในฤๅงประคบร้อนได้

2. สำหรับสร้างถุงประคบร้อน

ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม
1	บีกเกอร์ ขนาด 100 cm ³	1 ใบ	13	กระดาษสี ขนาด A4	-
2	แท่งแก้วคนสาร	1 อัน	14	กระดาษหนังสือพิมพ์	-
3	เทอร์มอมิเตอร์	1 อัน	15	หนังยาง	-
4	ถาดรอง ขนาด 30 เซนติเมตร × 30 เซนติเมตร	1 ใบ	16	เชือกฟาง	-
5	ถุงร้อนใส ขนาด 5 นิ้ว × 8 นิ้ว	-	17	เทปใส	-
6	ถุงพลาสติกมีหูหิ้ว ขนาด 6 นิ้ว × 14 นิ้ว	-	18	กรรไกร	-
7	ถุงซิปล ขนาด 5 นิ้ว × 8 นิ้ว	-	19	น้ำยาล้างห้องน้ำที่มี HCl 8 – 10%	-
8	ลูกโป่ง เบอร์ 4 (ขนาด 5 นิ้ว)	-	20	โซดาไฟ	-
9	ผ้าฝ้าย ขนาด 20 เซนติเมตร × 20 เซนติเมตร	-	21	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 18%	-
10	ผ้าพอลิเอสเตอร์ ขนาด 20 เซนติเมตร × 20 เซนติเมตร	-	22	น้ำส้มสายชูกลั่น 5%	-
11	โฟม ขนาด 5 นิ้ว × 5 นิ้ว	-	23	ด่างทับทิม	-
12	ฟอยล์ ขนาด 20 เซนติเมตร × 20 เซนติเมตร	-			

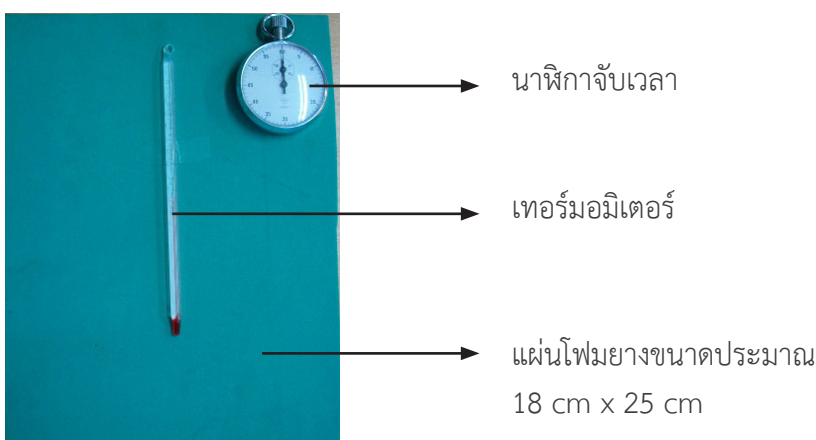
หมายเหตุ

1. เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนเลือกใช้อุปกรณ์ที่จะใช้ทำถุงประคบร้อนเอง ดังนั้นควรเตรียมอุปกรณ์ให้มีปริมาณที่เพียงพอสำหรับนักเรียนทุกกลุ่ม
2. ในการทำถุงประคบร้อนจะให้นักเรียนเลือกใช้สารเคมีเพื่อนำมาทำเป็นแหล่งให้ความร้อนในถุงประคบร้อนเอง ดังนั้นควรเตรียมสารเคมีให้มีปริมาณที่เพียงพอสำหรับนักเรียนทุกกลุ่ม ทั้งนี้ส่วนใหญ่ นักเรียนจะเลือกปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำกับโซดาไฟ จึงอาจเตรียมสารสองชนิดนี้ในปริมาณที่มากกว่าสารชนิดอื่น

3. สำหรับสถานีตรวจวัดอุณหภูมิ

ที่	รายการ	จำนวนต่อห้อง
1	แผ่นโฟมยางขนาด ขนาด 18 เซนติเมตร × 25 เซนติเมตร	5 แผ่น
2	นาฬิกาจับเวลา	5 อัน
3	เทอร์มอมิเตอร์	5 อัน
4	เทปใส	1 ม้วน

สถานีตรวจวัดอุณหภูมิ มีลักษณะดังแสดง



หมายเหตุ

1. ผู้สอนสามารถปรับรูปแบบของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิได้ตามความเหมาะสม
2. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของถุงประคบร้อนควรมีอย่างน้อย 5 ชุด เพื่อความรวดเร็วในการตรวจวัดอุณหภูมิ



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นระบุปัญหา

1. ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ซึ่งต้องบรรเทาอาการปวดด้วยการประคบร้อน จากนั้นให้นักเรียนยกตัวอย่างอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการประคบร้อน ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้กระเป๋าน้ำร้อนหรือลูกประคบ อุปกรณ์ที่ใช้ประคบส่วนใหญ่จะมีการให้ความร้อนกับแหล่งที่ให้ความร้อนในอุปกรณ์นั้นก่อนการนำมาใช้ เช่น ต้องต้มน้ำให้ร้อนก่อนบรรจุในกระเป๋าน้ำร้อน ต้องนึ่งลูกประคบก่อนนำมาใช้ จากนั้นให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ไม่ปกติและไม่สามารถจัดเตรียมกระเป๋าน้ำร้อนหรือลูกประคบได้ จึงต้องทำถุงประคบร้อนขึ้นเอง โดยเลือกใช้สารเคมีต่าง ๆ ที่มีที่บ้าน โดยที่ถุงประคบร้อนที่ทำขึ้นต้องมีอุณหภูมิประมาณ 50-60 °C และสามารถคงความร้อนได้นานอย่างน้อย 15 นาที

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

- แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลในใบความรู้ที่ 1 ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีของสารเคมีในบ้านบางชนิดที่ให้พลังงานความร้อน จากนั้นให้ร่วมกันทำการทดลองเพื่อวัดอุณหภูมิของปฏิกิริยาเคมีของสารคู่ต่อไปนี้
 - น้ำยาล้างห้องน้ำ 30 cm^3 ผสมกับ โซดาไฟ 2 g
 - น้ำส้มสายชู 30 cm^3 ผสมกับ โซดาไฟ 2 g
 - ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30 cm^3 ผสมกับ ด่างทับทิม ปริมาณประมาณ $\frac{1}{2}$ ช้อนเบอร์ 1
- ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง และนำข้อมูลมาเขียนกราฟ แล้วให้วิเคราะห์ข้อมูลร่วมกันในกลุ่มเพื่อตัดสินใจเลือกปฏิกิริยาเคมีที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งให้ความร้อนในการทำถุงประคบร้อน

หมายเหตุ

- สารเคมีที่ใช้มีฤทธิ์กัดกร่อน ควรให้นักเรียนทำการทดลองด้วยความระมัดระวัง
 - ขณะทำการทดลองควรให้นักเรียนใส่อุปกรณ์สำหรับป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากการผสมสารเคมี ได้แก่ ถุงมือ ยาง แว่นตา และผ้าปิดปาก
 - ไม่ควรให้นักเรียนผสมสารนอกเหนือจากปฏิกิริยาที่กำหนดให้
 - ปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับด่างทับทิมเป็นปฏิกิริยาที่รุนแรงอาจมีฟองฟู่ล้นออกมานอกบีกเกอร์ จึงควรให้นักเรียนค่อย ๆ ผสมสารและคนสารผสมด้วยความระมัดระวัง
 - การผสมสารแต่ละคู่ให้ทำการทดลองบนถาดรอง
-
- ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 สมบัติของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์บางชนิด และใบความรู้ที่ 3 ขนาดและรูปร่างของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการเก็บความร้อนและคายความร้อน จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับทำถุงประคบร้อนด้วยตนเองแล้วให้วิเคราะห์เลือกผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ทำเป็นถุงประคบร้อน รวมถึงให้พิจารณาถึงรูปทรงของถุงประคบร้อนที่จะทำขึ้นด้วย

ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนออกแบบวิธีการที่ทำให้ถุงประคบร้อนที่จะทำขึ้นให้มีอุณหภูมิและคงความร้อนได้ในระยะเวลาที่กำหนด
- ให้นักเรียนวาดภาพร่างของถุงประคบร้อนที่ออกแบบไว้ โดยให้ระบุส่วนประกอบต่าง ๆ ของถุงประคบร้อนว่าทำมาจากสิ่งใด

ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนวางแผนการทำงานและลงมือทำถุงประคบร้อนตามแนวคิดและวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ โดยที่กิจกรรมตั้งแต่ข้อ 1-5 จะใช้เวลาในการทำกิจกรรม 60 นาที

ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

- นำถุงประคบร้อนมาทำการวัดอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนของถุงประคบร้อนที่สถานีตรวจคุณภาพถุงประคบร้อน โดยจับเวลาเมื่อถุงประคบร้อนอยู่ในช่วงอุณหภูมิ $50\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$ เท่านั้น

หมายเหตุ

1. แจ้งเกณฑ์การประเมินให้นักเรียนทราบล่วงหน้า ก่อนลงมือทำถุงประคบร้อน
2. การใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ แสดงดังภาพขวามือ



ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

9. ให้นักเรียนนำเสนอถุงประคบร้อนที่สร้างขึ้นโดยอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้สารเคมี การเลือกผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่ใช้ทำถุงประคบร้อน การเลือกรูปทรงของถุงประคบร้อน วิธีการที่ทำให้ถุงประคบร้อนมีอุณหภูมิและคงความร้อนได้ในระยะเวลาที่กำหนด รวมทั้งแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขถุงประคบร้อน โดยให้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ
10. ครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพลังงานที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมี จากนั้นขยายความรู้เพื่อเชื่อมโยงไปถึงถุงประคบร้อนทางการค้า เช่น ถุงประคบร้อนจากโซเดียมแอซีเตต จากนั้นขยายความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพลังงานที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีอื่น ๆ ทั้งในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม



การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	ร้อยละของคะแนน
ผลงาน	30
เวลาที่ใช้	10
ต้นทุนการผลิต	10
การนำเสนอผลงาน	15
การออกแบบเชิงวิศวกรรม	15
การบูรณาการความรู้	20

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับ รายการประเมิน	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
ผลงาน (ร้อยละ 30)	ให้ความร้อนอยู่ในช่วง 50 - 60 °C และสามารถคงอุณหภูมิได้นานกว่า 15 นาที	ให้ความร้อนอยู่ในช่วง 50 - 60 °C และสามารถคงอุณหภูมิได้นาน 10 - 15 นาที	ให้ความร้อนอยู่ในช่วง 50 - 60 °C และสามารถคงอุณหภูมิได้นานกว่า 5 - 9 นาที	ให้ความร้อนน้อยกว่า 50 °C หรือให้ความร้อนอยู่ในช่วง 50 - 60 °C และสามารถคงอุณหภูมิได้น้อยกว่า 5 นาที

ระดับ รายการประเมิน	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
เวลาที่ใช้ (ร้อยละ 10)	ไม่เกิน 60 นาที	61 - 70 นาที	71 - 80 นาที	มากกว่า 80 นาที
ต้นทุนการผลิต (ร้อยละ 10)	ไม่เกิน 100 บาท	101-110 บาท	111-120 บาท	มากกว่า 120 บาท
การนำเสนอผลงาน (ร้อยละ 15)	สามารถนำเสนอผลงานได้อย่างน่าสนใจ มีการอธิบายขั้นตอนการทำถุงประคบร้อนและอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ หรือเลือกรูปทรงชัดเจนทำให้เข้าใจง่าย	สามารถนำเสนอผลงานได้อย่างน่าสนใจ มีการอธิบายขั้นตอนการทำถุงประคบร้อนที่เข้าใจง่าย แต่อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ หรือเลือกรูปทรง ไม่ชัดเจน	สามารถนำเสนอผลงานได้อย่างน่าสนใจ แต่การอธิบายขั้นตอนการทำถุงประคบร้อนและการอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ หรือเลือกรูปทรง ไม่ชัดเจน เข้าใจยาก	นำเสนอผลงานได้ไม่น่าสนใจ รวมทั้งอธิบายขั้นตอนการทำถุงประคบร้อนและอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ หรือเลือกรูปทรง ไม่ชัดเจน เข้าใจยาก
การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (ร้อยละ 15)	มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีการสืบค้นข้อมูล และแสดงถึงการใช้ข้อมูลมาเป็นพื้นฐานการตัดสินใจในการออกแบบ	มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีการสืบค้นข้อมูล แต่ไม่ได้นำมาใช้เป็นพื้นฐานการตัดสินใจในการออกแบบ	มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แต่ขาดการสืบค้นข้อมูล	ขาดการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
การบูรณาการความรู้ (ร้อยละ 20)	สามารถอธิบายความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี ที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้องครบทั้ง 3 ด้าน	สามารถอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้อง 2 ด้าน	สามารถอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้องเพียงด้านเดียว	ไม่สามารถอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลงานได้

หมายเหตุ

- การประเมินในส่วนของ “การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม” จะประเมินจากข้อมูลที่นักเรียนตอบในใบกิจกรรม (ข้อ 1 – 7) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นไปตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- การประเมินในส่วนของ “การบูรณาการความรู้” จะประเมินจากข้อมูลการตอบคำถามในใบกิจกรรม กรณีที่นักเรียนไม่ได้ตอบคำถาม ผู้สอนอาจพิจารณาให้คะแนนจากข้อมูลที่นักเรียนอธิบายเหตุผลในการออกแบบและเลือกวัสดุอุปกรณ์และรูปทรงในการทำถุงประคบร้อนในตอนที่นำเสนอได้



สื่อและแหล่งเรียนรู้

- ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีของสารบางชนิด
- ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์บางชนิด
- ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ขนาดและรูปร่างที่มีผลต่อการเก็บความร้อนและคายความร้อน
- ใบความรู้ขั้นขยายความรู้ เรื่อง ถุงประคบร้อนโซเดียมแอซิเตต

แนวคำตอบใบกิจกรรม

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไรและมีเงื่อนไขอย่างไร

ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ เพื่อนเกิดอาการปวดท้องซึ่งต้องบรรเทาอาการปวดด้วยการประคบร้อน แต่ไม่สามารถจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการประคบร้อนได้ตามปกติเนื่องจากไม่มีไฟฟ้า จึงต้องหาวิธีทำถุงประคบร้อนขึ้นเอง

เงื่อนไข คือ ถุงประคบร้อนที่ทำขึ้นต้องมีอุณหภูมิประมาณ $50 - 60^{\circ}\text{C}$ และสามารถคงความร้อนได้นานอย่างน้อย 15 นาที

2. จากใบความรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมีของสารเคมีบางชนิดสรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ สารเคมีที่มีที่บ้านบางชนิดสามารถทำปฏิกิริยากันและให้พลังงานความร้อนออกมา เช่น ปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำ กับ โซดาไฟ ปฏิกิริยาระหว่างโซดาไฟ กับ น้ำส้มสายชู ปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ล้างแผล กับ ด่างทับทิม ซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

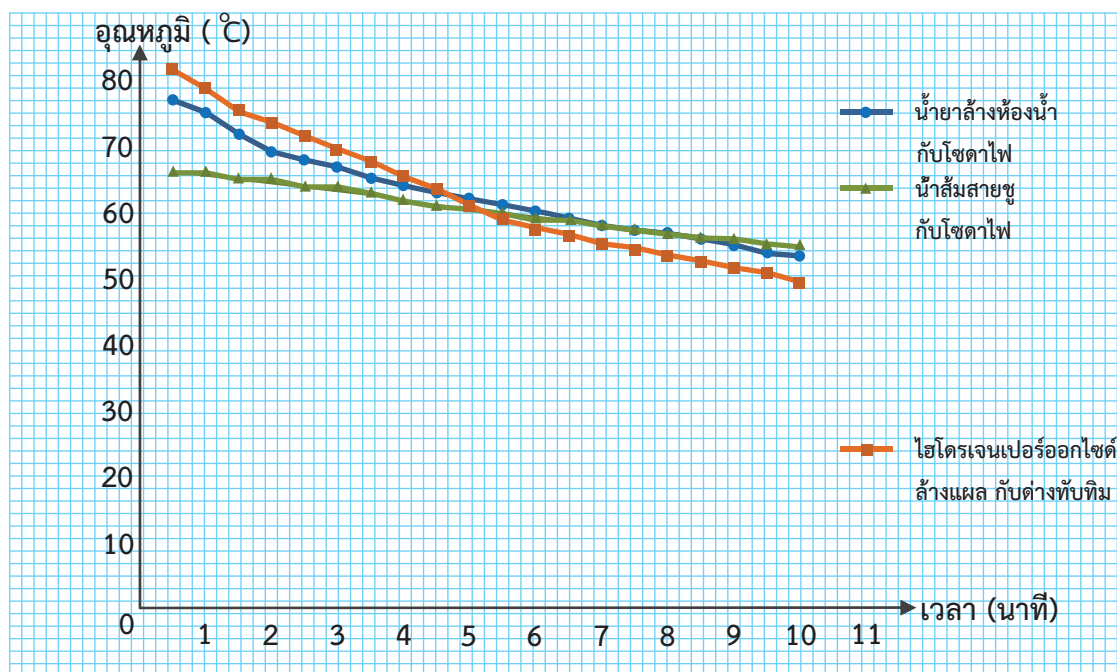
3. การทดสอบปฏิกิริยาเคมีของสารเคมีบางชนิด

3.1 ผลการทดลอง

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°C) ที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีระหว่าง		
	น้ำยาล้างห้องน้ำ กับ โซดาไฟ	น้ำส้มสายชู กับ โซดาไฟ	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับ ด่างทับทิม
0.5	72	56	79
1.0	70	56	76
1.5	67	55	73
2.0	64	55	71
2.5	63	54	69
3.0	62	54	67
3.5	60	53	65
4.0	59	52	63
4.5	58	51	61
5.0	57	50.5	58.5
5.5	56	50	56
6.0	55.5	49	55
6.5	54	49	54
7.0	53.5	48	53
7.5	52.5	47.5	52
8.0	52	47	51
8.5	51	46.5	50
9.0	50	46	49
9.5	49	45.5	48.5
10.0	48.5	45	47.5

หมายเหตุ การบันทึกผลการทดลองจะบันทึกข้อมูลจนถึง ณ เวลาที่แต่ละปฏิกิริยามีอุณหภูมิลดลงจนไม่อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ต้องการแล้ว

3.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของแต่ละปฏิกิริยา



3.3 นักเรียนเลือกใช้ปฏิกิริยาใด เป็นแหล่งให้ความร้อนในถุงประคบร้อน เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เลือกใช้ปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำ กับ โซดาไฟ เป็นแหล่งให้ความร้อนในถุงประคบร้อน เพราะเมื่อพิจารณาข้อมูลจากกราฟโดยเปรียบเทียบกับปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ล้างแผลกับด่างทับทิมพบว่า ปฏิกิริยานี้ถึงแม้ความร้อนตอนเริ่มต้นจะน้อยกว่า แต่อัตราการคายความร้อนนั้นต่ำกว่าหรือมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่ต้องการนานที่สุด นอกจากนี้ปฏิกิริยายังรุนแรงน้อยกว่าอีกด้วย สำหรับปฏิกิริยาระหว่างน้ำส้มสายชูกับโซดาไฟให้ความร้อนต่ำจึงไม่เลือกใช้

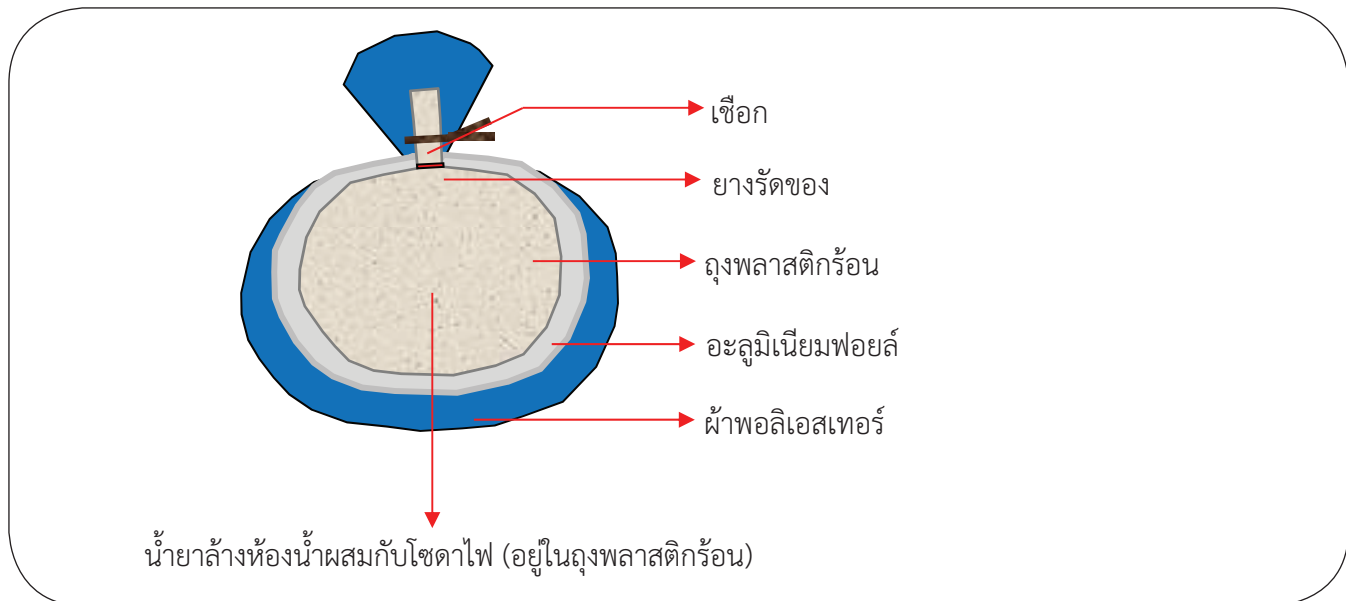
4. นักเรียนเลือกวัสดุและรูปทรงใดในการทำถุงประคบร้อน เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ วัสดุ เลือกใช้ถุงพลาสติกร้อนสำหรับใส่สารเคมีสำหรับทำปฏิกิริยา เนื่องจากทนต่อสารเคมีและความร้อนได้ดี รวมทั้งปรับแต่งรูปทรงให้เป็นไปตามที่ต้องการได้ง่าย และใช้อะลูมิเนียมฟอยล์หุ้มเพื่อให้ความร้อนส่งผ่านจากถุงพลาสติกร้อนไปยังผ้าที่ใช้หุ้มได้ ซึ่งผ้าที่ใช้หุ้มคือ ผ้าพอลิเอสเตอร์ เนื่องจากระบายความร้อนได้ไม่ดีจึงทำให้กักเก็บความร้อนได้นานขึ้น

รูปทรง รูปทรงถุงประคบร้อนจะทำให้เป็นทรงกลม เนื่องจากเป็นรูปทรงที่สามารถกักเก็บความร้อนได้ดีรองลงมาจากรูปพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมซึ่งกักเก็บความร้อนได้ดีที่สุด แต่ทรงกลมทำได้ง่ายกว่า

หมายเหตุ นักเรียนอาจเลือกคู่ปฏิกิริยาที่ใช้เป็นแหล่งให้ความร้อน วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือรูปทรงของถุงประคบร้อนที่แตกต่างจากแนวคำตอบนี้ได้ ทั้งนี้ผู้สอนควรพิจารณาความถูกต้องจากการอธิบายเหตุผลที่มีความสอดคล้องกันกับข้อมูลที่นักเรียนมีอยู่

5. ภาพร่างของถุงประคบร้อน พร้อมระบุส่วนประกอบที่ใช้ในการทำถุงประคบร้อน



6. ถุงประคบร้อนสามารถคงความร้อนที่อุณหภูมิ 50 – 60 °C ได้นาน 15 นาที

7. แนวทางการพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขถุงประคบร้อน

แนวคำตอบ การตอบคำถามข้อนี้ต้องอยู่บนพื้นฐานของปัญหาที่พบจริง หลังการทดสอบถุงประคบร้อนว่าเป็นไปตามเงื่อนไขหรือไม่ โดยเสนอแนวทางที่เป็นไปได้ที่สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น

ปัญหา อุณหภูมิของถุงประคบร้อน (ตรงผิวสัมผัสภายนอก) มีอุณหภูมิน้อยกว่าช่วงอุณหภูมิที่กำหนด

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข เปลี่ยนจากผ้าพอลิเอสเตอร์ เป็นผ้าฝ้าย เพื่อช่วยให้ระบายความร้อนออกมาจากภายในได้มากขึ้น

แนวคำตอบคำถามท้ายกิจกรรม

1. นักเรียนได้บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการออกแบบและทำถุงประคบร้อนอย่างไร

แนวคำตอบ ในการทำถุงประคบร้อน ต้องใช้ความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ในเรื่องของพลังงานความร้อนที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีเพื่อเลือกสารเคมีที่จะใช้เป็นแหล่งให้ความร้อนในถุงประคบร้อน รวมทั้งใช้ความรู้เรื่องสมบัติและการถ่ายโอนความร้อนของวัสดุ ในการพิจารณาเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการทำถุงประคบร้อนต้องใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ในเรื่องของขนาดและรูปร่างที่มีผลต่อการเก็บความร้อนและคายความร้อน เพื่อวิเคราะห์เลือกรูปทรงของถุงประคบร้อน และใช้กระบวนการเทคโนโลยีในการวิเคราะห์เลือกวัสดุที่เหมาะสมต่อการสร้างแต่ละองค์ประกอบของถุงประคบร้อน โดยคำนึงถึงสมบัติของวัสดุ วิธีการผลิตและราคา รวมทั้งถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับการทำถุงประคบร้อนออกมาในรูปของภาพร่าง

2. ยกตัวอย่างการนำความรู้ที่ได้จากการทำถุงประคบร้อน ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

แนวคำตอบ ความรู้เกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาเคมี ช่วยให้สามารถเลือกใช้ปฏิกิริยาที่เหมาะสมกับความต้องการได้ เช่น การบ่มผลไม้ที่ใช้ปฏิกิริยาระหว่างแคลเซียมคาร์ไบด์กับน้ำ ซึ่งเกิดแก๊สอะเซทิลีน และมีความร้อนเกิดขึ้น จะช่วยให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น นอกจากนี้อาจใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรที่มีผลต่อการเก็บและคายความร้อน ในการจัดเรียงผลไม้ที่ต้องการบ่มให้อยู่ในภาชนะโดยให้เหลือพื้นที่ว่างภายในภาชนะน้อยที่สุด ซึ่งจะช่วยให้สูญเสียความร้อนช้าลง ทำให้ความร้อนกักเก็บอยู่ภายในภาชนะได้

ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและการถ่ายโอนความร้อนของวัสดุ ช่วยให้สามารถเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น ใช้โลหะอะลูมิเนียม เหล็ก ซึ่งนำความร้อนได้ดี มาทำภาชนะในการประกอบอาหาร ใช้ผ้าช่วยในการหีบจับภาชนะที่ร้อน ใช้ผ้าห่มช่วยป้องกันการถ่ายโอนความร้อนจากร่างกายไปสู่สิ่งแวดล้อมทำให้ร่างกายอบอุ่น ใช้ภาชนะกระเบื้องแทนภาชนะโลหะเพื่อช่วยให้ความร้อนจากอาหารถ่ายโอนไปสู่สิ่งแวดล้อมช้า อาหารจึงร้อนอยู่ได้นาน

ใบความรู้ที่ 1

ปฏิกิริยาเคมีของสารบางชนิด

ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันประกอบด้วยสารเคมีหลากหลายชนิด ตัวอย่างองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์บางชนิด เป็นดังตาราง

ผลิตภัณฑ์	สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบ
น้ำยาล้างห้องน้ำ	HCl
โซดาไฟ	NaOH
น้ำส้มสายชู	CH ₃ COOH
ต่างทับทิม	KMnO ₄
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	H ₂ O ₂

สารเคมีบางชนิดเมื่อทำปฏิกิริยากันจะให้พลังงานความร้อนออกมา เรียกปฏิกิริยาประเภทนี้ว่า ปฏิกิริยาคายความร้อน การศึกษาเกี่ยวกับพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น รวมทั้งสมบัติบางประการของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมี จะช่วยให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีเป็นดังนี้

- ปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีในน้ำยาล้างห้องน้ำกับโซดาไฟ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นโซเดียมคลอไรด์และน้ำ ดังสมการ

$$\text{HCl(aq)} + \text{NaOH(s)} \rightarrow \text{NaCl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$$
 โซเดียมคลอไรด์ที่เกิดขึ้นสามารถละลายน้ำได้ และมีสมบัติเป็นกลาง
- ปฏิกิริยาระหว่างโซดาไฟ กับน้ำส้มสายชูได้ผลิตภัณฑ์เป็นโซเดียมแอสีเตตและน้ำ ดังสมการ

$$\text{NaOH(s)} + \text{CH}_3\text{COOH(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$$
 โซเดียมแอสีเตตที่เกิดขึ้นละลายน้ำได้ดี และมีสมบัติเป็นเบสเล็กน้อย
- ปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับต่างทับทิม ซึ่งเกิดปฏิกิริยาได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สออกซิเจน น้ำ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์ ดังสมการ

$$3\text{H}_2\text{O}_2\text{(aq)} + 2\text{KMnO}_4\text{(s)} \rightarrow 3\text{O}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} + 2\text{KOH(aq)} + 2\text{MnO}_2\text{(s)}$$
 แมงกานีสไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเป็นตะกอนสีดำ ส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์แตกตัวในน้ำให้ไฮดรอกไซด์ไอออนที่มีสมบัติเป็นเบส

ใบความรู้ที่ 2

สมบัติของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์บางชนิด

พอลิเมอร์ถูกนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันมากมาย เช่น ถังพลาสติก เส้นใย ทั้งธรรมชาติและสังเคราะห์ นำมาทำเสื้อผ้าหรือของใช้ ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ นำมาทำเป็นล้อรถยนต์หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์แต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน สมบัติของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์บางชนิดเป็นดังตาราง

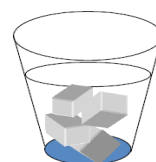
ผลิตภัณฑ์	สมบัติ
ถังมียาง	ผลิตมาจากยางพารา ทนความร้อนได้ที่อุณหภูมิประมาณ 70 °C
ถังพลาสติกเย็น	ผลิตจากพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene: LDPE) ซึ่งมีสมบัติป้องกันของเหลวซึมผ่านเข้าออก นิยมทำเป็นถังที่ใช้บรรจุสิ่งของที่มีอุณหภูมิปกติหรือมีความเย็น
ถังพลาสติกร้อน	ผลิตจากพอลิโพรพิลีน (polypropylene : PP) เนื้อถังมีลักษณะใสใช้บรรจุอาหารหรือของร้อน เนื่องจากทนต่อไขมันและทนความร้อนจนถึงช่วงอุณหภูมิ 110 - 120 °C
ถังซีปไส และถังพลาสติกชนิดมีหูหิ้ว	ผลิตจากพอลิเอทิลีน (polyethylene: PE) นิยมนำมาทำเป็นถังที่ใช้บรรจุสิ่งของทั่วไป ไม่เหมาะกับการใช้บรรจุอาหารและของร้อน
ลูกโป่ง	ลูกโป่งที่ทำมาจากน้ำยางหรือยางธรรมชาติ มีสมบัติยืดหยุ่นสามารถใช้บรรจุแก๊สหรือน้ำได้ และทนความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 70 °C ได้
ผ้าฝ้าย	ทำจากเส้นใยธรรมชาติซึ่งประกอบด้วยกลูโคสต่อกันเป็นสายยาว ระบายความร้อนได้ดี ทนต่อความร้อนและแสงแดด สามารถทนความร้อนได้ถึงอุณหภูมิ 218 °C แต่ไม่ทนต่อการด่าง
ผ้าพอลิเอสเตอร์	ทำมาจากเส้นใยสังเคราะห์ ทนความร้อนจนถึงช่วงอุณหภูมิ 145 – 165 °C ทนต่อสารเคมีและแสงแดด แต่ระบายความร้อนได้ไม่ดี

ใบความรู้ที่ 3

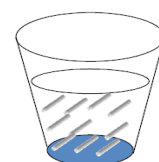
ขนาดและรูปร่างที่มีผลต่อการเก็บความร้อนและคายความร้อน

การศึกษาเรื่องขนาดและรูปร่างที่มีผลต่อการเก็บความร้อนและคายความร้อนมีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์หรือโครงสร้างอาคารต่าง ๆ เพื่อให้เก็บความร้อนไว้ได้นาน ๆ หรือแม้กระทั่งพืชและสัตว์ซึ่งต้องมีการปรับตัวและวิวัฒนาการขนาดและรูปร่างให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ เพื่อประโยชน์ในการเก็บความร้อนและการคายความร้อนซึ่งสิ่งเหล่านี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้

พื้นที่ผิวมีผลต่อการเก็บความร้อนและการคายความร้อนอย่างไร สังเกตได้ง่าย ๆ เมื่อนำน้ำแข็งเป็นก้อนใส่ไปในแก้วน้ำ และอีกแก้วหนึ่ง ใส่ น้ำแข็งที่ทุบละเอียด ตั้งทิ้งไว้สักพักจะเห็นว่าแก้วที่มีน้ำแข็งทุบละเอียดจะหลอมเหลวเร็วกว่า นั่นเพราะว่า วัตถุที่มีพื้นที่ผิวมากกว่าจะถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าวัตถุชนิดเดียวกันที่มีพื้นที่ผิวน้อยกว่า

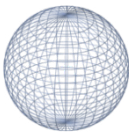
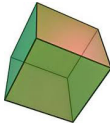


หลอมเหลวช้า



หลอมเหลวเร็ว

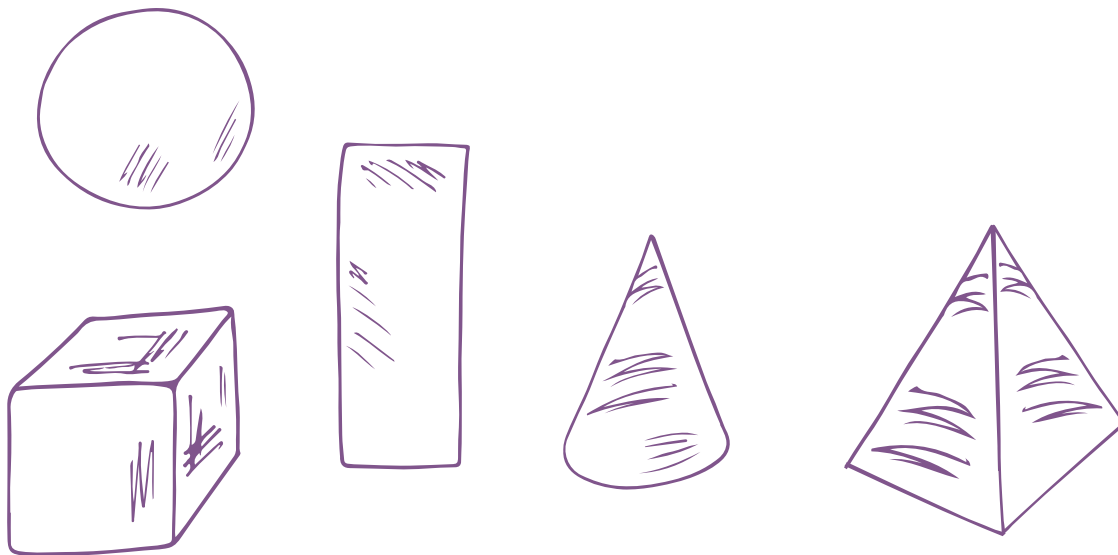
ดังนั้นในการออกแบบรูปร่างและรูปทรงของภาชนะบรรจุภัณฑ์เพื่อให้เก็บความร้อนไว้ได้นาน ๆ ควรต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวของบรรจุภัณฑ์นั้น ๆ ว่ามีพื้นที่ผิวเปิดมากน้อยเพียงใด ในทางคณิตศาสตร์ ทรงเรขาคณิตที่มีปริมาตรเท่ากัน แต่อาจมีพื้นที่ผิวแตกต่างกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ทรงเรขาคณิต	ชื่อ	ปริมาตร (ลูกบาศก์หน่วย)	ตัวอย่างพื้นที่ผิวที่เป็นไปได้ (ตารางหน่วย)
	ทรงกระบอก	25	47.34
	ทรงกลม	25	41.35
	กรวย	25	52.84
	พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม	25	27.08
	ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	25	42.36

นอกจากพื้นที่ผิวที่มีผลต่อการเก็บความร้อนแล้ว ปริมาตรก็มีผลต่อการเก็บความร้อนเช่นกัน มีการศึกษาเกี่ยวกับอัตราส่วนของปริมาตรกับพื้นที่ผิวว่ามีผลต่อการเก็บความร้อนได้อย่างไร ดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบสิ่งของ 2 สิ่ง อัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตร (area : volume) ที่มีค่ามากกว่า จะได้รับหรือสูญเสียความร้อนได้เร็วกว่า ทั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่ผิวที่มากขึ้นทำให้สิ่งของได้รับหรือสูญเสียความร้อนได้เร็วขึ้น ส่วนปริมาตรที่มากขึ้นทำให้สิ่งของได้รับหรือสูญเสียความร้อนช้าลง เมื่อพื้นที่ผิวมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาตร (นั่นคือสิ่งของที่พิจารณา มีขนาดเล็ก เช่น คนผอม) การรับหรือถ่ายเทความร้อนจะเป็นไปอย่างรวดเร็วเพราะพื้นที่ผิวที่มากทำให้สิ่งของได้รับหรือสูญเสียความร้อนเร็วขึ้น ในขณะเดียวกันสิ่งของดังกล่าวก็มีปริมาตรที่จะใช้ในการเก็บรักษาความร้อนไว้ได้ไม่มากนัก

ตัวอย่างเช่น ถ้ามีลูกบาศก์ 2 ลูก ที่ทำจากวัสดุชนิดเดียวกันโดยลูกแรกมีความกว้าง 1 หน่วย ยาว 1 หน่วย และสูง 1 หน่วย และลูกที่สองมีความกว้าง 2 หน่วย ยาว 2 หน่วย และสูง 2 หน่วย ลูกบาศก์ลูกที่ 1 จะมีพื้นที่ผิว 6 ตารางหน่วย ซึ่งน้อยกว่าลูกที่ 2 ที่มีพื้นที่ผิว 24 ตารางหน่วย ในขณะเดียวกัน ลูกบาศก์ลูกแรกก็จะมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย น้อยกว่าลูกที่ 2 ที่มีปริมาตร 8 ลูกบาศก์หน่วย ทำให้ลูกบาศก์ลูกที่ 1 มีค่าของอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตร ($6/1 = 6$) มากกว่าลูกบาศก์ลูกที่ 2 ($24/8 = 3$) ถึง 2 เท่า ลูกบาศก์ลูกแรกจึงได้รับหรือสูญเสียความร้อนได้เร็วกว่าลูกที่ 2



ใบความรู้ขั้นขยายความรู้

เรื่อง ถุงประคบร้อนโซเดียมแอซิเตต

ถุงประคบร้อนที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดบางประเภทบรรจุด้วยสารละลายโซเดียมแอซิเตต (sodium acetate) ซึ่งสารละลายนี้มีจุดเยือกแข็ง (freezing point) ที่ 54°C แต่สารละลายโซเดียมแอซิเตตในถุงประคบร้อนจะอยู่ในสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง โดยอยู่ในสถานะที่เรียกว่า ของเหลวเย็นยิ่งยวด (supercooled liquid) นอกจากนี้ยังบรรจุแผ่นโลหะชิ้นเล็ก ๆ ภายในด้วย ดังรูป



เมื่อหักหรือบิดแผ่นโลหะที่อยู่ในถุงประคบร้อนจะทำให้สารละลายโซเดียมแอซิเตตจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งทันที และคายความร้อนออกมาในช่วงอุณหภูมิประมาณ 54°C เนื่องจากเป็นจุดเยือกแข็งของสารละลายนั่นเอง



ภาพการเปลี่ยนสถานะของสารละลายโซเดียมแอซิเตตในถุงประคบร้อน

ถุงประคบร้อนที่แข็งเป็นก้อนแล้วสามารถนำกลับมาใช้งานได้ใหม่โดยนำไปต้มหรือแช่ในน้ำร้อน เพื่อให้สารละลายโซเดียมแอซิเตตที่แข็งตัวอยู่นั้นหลอมเหลวหมดอย่างสมบูรณ์ หลังจากที่ยกของเหลวเย็นตัวลง อุณหภูมิจะลดต่ำลงจนผ่านจุดเยือกแข็งและลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิห้อง เป็นการกลับไปอยู่ในสภาพของเหลวเย็นยิ่งยวดอีกครั้งซึ่งเป็นสถานะที่พร้อมใช้งานต่อไป

ใบรายการวัสดุอุปกรณ์ทำถุงประคบร้อน กลุ่มที่ _____

รายการ	รายละเอียดสินค้า		ต้องการสั่งซื้อ	
	จำนวน	ราคา/หน่วย	จำนวน	เป็นเงิน
โซดาไฟ	1 แพ็ค	10		
น้ำยาล้างห้องน้ำ	30 cm ³	15		
น้ำส้มสายชู	30 cm ³	12		
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	30 cm ³	10		
ต่างทับทิม	1 แพ็ค	5		
ถุงร้อนใส	1 ใบ	2		
ถุงพลาสติกมีหูหิ้ว	1 ใบ	2		
ถุงซิปป	1 ใบ	3		
ลูกโป่ง	1 ลูก	3		
ผ้าฝ้าย 20 เซนติเมตร × 20 เซนติเมตร	1 ผืน	15		
ผ้าพอลิเอสเตอร์ 20 เซนติเมตร × 20 เซนติเมตร	1 ผืน	15		
โฟม 5 นิ้ว × 5 นิ้ว	1 แผ่น	8		
ฟอยล์ 20 เซนติเมตร × 20 เซนติเมตร	1 แผ่น	12		
กระดาษสี ขนาด A4	1 แผ่น	5		
กระดาษหนังสือพิมพ์ ขนาด A4	1 แผ่น	2		
			รวม	

สัญญาณ

กันขโมย



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



เวลา 3 ชั่วโมง



สาระสำคัญ

การสูญหายของทรัพย์สินอาจเกิดจากการหลงลืมหรือถูกขโมย เหตุการณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการสูญหายของทรัพย์สินสามารถเขียนเป็นประพจน์หรือข้อความในรูปประโยคบอกเล่าหรือปฏิเสธ โดยใช้คำเชื่อม “และ” “หรือ” ซึ่งข้อความหรือประพจน์ที่เขียนขึ้นจะเป็นจริง (เกิดเหตุการณ์) หรือเป็นเท็จ (ไม่เกิดเหตุการณ์) นั้นสามารถพิจารณาโอกาสที่ทรัพย์สินอาจสูญหายได้โดยการสร้างตารางค่าความจริงจากประพจน์และข้อความที่เกี่ยวข้อง และพิจารณาความเป็นไปได้ทั้งหมด

การออกและสร้างอุปกรณ์สัญญาณกันขโมยอาศัยแนวคิดจากตารางค่าความจริงที่มีประพจน์และข้อความที่เกี่ยวข้อง และความรู้เรื่องวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำมาติดตั้งที่กระเป๋าสานเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับป้องกันและแจ้งเตือนเมื่อผู้อื่นเปิดกระเป๋าสาน



ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน/ผลการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
1. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 2. อธิบายตัวต้านทาน ไดโอด ทρανซิสเตอร์ และทดลองต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่มีทรานซิสเตอร์	1. หาค่าความจริงของประพจน์ได้	1. สร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัยโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพฉายและแบบจำลองเพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและการรายงานผลโดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ หรือนำเสนอผลงาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
		2. มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในงานที่ผลิตเอง หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผู้อื่นผลิต 3. ติดต่อสื่อสาร ค้นหาข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต

หมายเหตุ *ตัวชี้วัด เทคโนโลยี (T) ในที่นี้จะรวมตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี และสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในขณะที่วิศวกรรมศาสตร์ (E) ไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถเทียบเคียงได้จากกระบวนการเทคโนโลยีในตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี

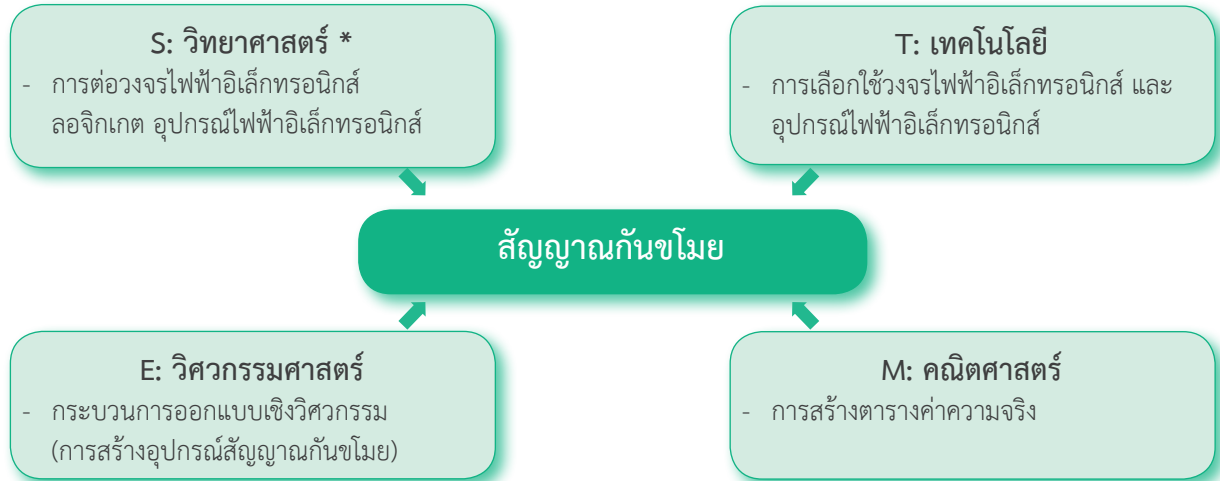


สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
- การต่อวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ลอจิกเกต - ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทานมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม - ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกัน เช่น ตัวต้านทาน ทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าในวงจร ไดโอด มีสมบัติให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ทิศทางเดียว ทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด-ปิด วงจร	- ประพจน์ - การเชื่อมประพจน์และการหาค่าความจริงของประพจน์ - การสร้างตารางค่าความจริง	- การสร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ - หลักการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เบื้องต้นเป็นการวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของการออกแบบ ประกอบด้วย ชิ้นงานนี้ใช้ทำอะไร ทำไมถึงต้องมีชิ้นงานนี้ ใครเป็นผู้ใช้ ใช้ที่ไหน เมื่อไหร่จึงใช้ วิธีการที่ทำให้ชิ้นงานนี้ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ - ความคิดริเริ่ม จะเป็นลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดเดิม - ความคิดแปลกใหม่ เป็นการสร้างนวัตกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของทรัพย์สินทางปัญญา - การสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต



กรอบแนวคิด



* เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้ (ฟิสิกส์)



จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องการสร้างตารางค่าความจริง
2. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย โดยการต่อวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ลอจิกเกต อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์



วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน	ที่	รายการ	จำนวน
1	สวิตช์แบบเลื่อน	2 อัน	9	แผ่นโปรโตบอร์ด	1 แผ่น
2	สวิตช์ปรอท	1 อัน	10	คีมปอกสายไฟ	1 อัน
3	แอลดีอาร์ (LDR)	1 ตัว	11	สายไฟอ่อน	1 เส้น
4	หลอดไฟขนาด 3.8 โวลต์	1 หลอด	12	กระดาษแข็ง หรือ แผ่นโฟมอัด	1 แผ่น
5	ขั้วหลอด	1 อัน	13	คัตเตอร์	1 เล่ม
6	ออกไฟฟ้า/เปียโซ ขนาด 3 โวลต์	1 ตัว	14	กาว	1 หลอด
7	ถ่านไฟฉายขนาด AA 1.5 โวลต์	2 ก้อน	15	ไม้บรรทัด	1 อัน
8	กะเบาะสำหรับใส่ถ่านไฟฉายขนาด AA	1 อัน	16	หัวแร้งและตะกั่วบัดกรี	2-3 ชุด



แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นระบุปัญหา



1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยร่วมกันอภิปรายถึงสถานการณ์ในปัจจุบันที่มักได้ยินข่าวเกี่ยวกับการลักเล็กขโมยน้อย การโจรกรรม จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่ามีทรัพย์สินใดบ้างที่มักถูกขโมย เพื่อนำเข้าสู่สถานการณ์ที่กำหนด
2. ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ในใบกิจกรรม ร่วมกันอภิปรายและยกตัวอย่าง
 - 2.1 นักเรียนอาจถูกขโมยทรัพย์สินจากสถานการณ์ใด ตามใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 1 จากนั้นนำเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องมากำหนดในลักษณะของประพจน์ หรือข้อความในตารางค่าความจริง ตามใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 2
 - 2.2 ให้นักเรียนพิจารณาความเป็นไปได้ที่จะถูกขโมยทรัพย์สิน เมื่อเชื่อมโยงเหตุการณ์ที่กำหนดขึ้น โดยครูให้นักเรียนทบทวนเรื่องการสร้างตารางค่าความจริงจากใบความรู้ เรื่อง การสร้างตารางค่าความจริง

ตัวอย่าง

จากสถานการณ์อาจกำหนดเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียทรัพย์สินได้ คือ

1. ประพจน์ หรือข้อความที่ 1 กระเป๋าถูกเปิดออก
2. ประพจน์ หรือข้อความที่ 2 ผู้อื่นเปิดกระเป๋า
3. ผลลัพธ์ที่เชื่อมโยงของทั้งสองเหตุการณ์ คือ โอกาสที่ทรัพย์สินในกระเป๋าอาจถูกขโมย

ประพจน์ 1 กระเป๋าของนักเรียนถูกเปิดออก	ประพจน์ 2 ผู้ที่เปิดกระเป๋าของนักเรียนเป็นผู้อื่น	ทรัพย์สินในกระเป๋ามีโอกาส ถูกขโมย

- 2.3 จากตารางค่าความจริงที่สร้างขึ้นให้นักเรียนพิจารณาเหตุการณ์ต่างๆ ดังนี้ 1. ไม่เกิดทั้ง 2 เหตุการณ์ หรือ 2. เกิดขึ้นเพียงเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง หรือ 3. เกิดขึ้นทั้ง 2 เหตุการณ์ ซึ่งการเกิดเหตุการณ์ในกรณีต่าง ๆ ข้างต้นส่งผลต่อโอกาสการถูกรื้อค้น หรือขโมยทรัพย์สินจากกระเป๋าของนักเรียนอย่างไร ให้บันทึกผลลงในตารางค่าความจริง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากตารางค่าความจริงที่สร้างขึ้นว่า เหตุการณ์ 2 เหตุการณ์จะต้องเชื่อมโยงกันอย่างไร จึงทำให้ทรัพย์สินมีโอกาสถูกขโมย

แนวคำตอบ จากตารางค่าความจริง โอกาสที่ทรัพย์สินในกระเป๋าถูกขโมย คือ ต้องเกิดเหตุการณ์ 2 เหตุการณ์ที่มีความเชื่อมโยงกัน คือ กระเป๋าของนักเรียนถูกเปิดออกหรือรื้อค้น และ ผู้ที่เปิดกระเป๋า นักเรียนเป็นผู้อื่น

4. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายถึงแนวทางหรือวิธีป้องกันทรัพย์สินแล้วบันทึกข้อสรุปลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 3

แนวข้อสรุป การป้องกันวิธีการหนึ่งคือใช้อุปกรณ์แจ้งเตือน อุปกรณ์มีวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์อยู่ภายในที่มีตัวรับรู้หรือเซ็นเซอร์แบบต่าง ๆ เป็นตัวรับสัญญาณ และแจ้งเตือนเมื่อกระเป๋าถูกรื้อค้นด้วยอุปกรณ์แสดงผลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แสง เสียง

5. ครูตั้งปัญหาว่า หากนักเรียนต้องการสร้างอุปกรณ์แจ้งเตือนขึ้นเองเพื่อป้องกันทรัพย์สิน จะทำได้อย่างไร



ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายและบันทึกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ข้อ 4

แนวคำตอบ อาจนำความรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์พื้นฐานในวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวรับรู้หรือเซ็นเซอร์ อุปกรณ์แสดงผล เช่น หลอดไฟฟ้า ออกไฟฟ้า ลำโพงแบบเปียโซ มาออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อป้องกันการถูกขโมยทรัพย์สิน

7. ครูให้นักเรียนพิจารณาเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับโอกาสที่อาจถูกขโมยทรัพย์สิน ตามที่กำหนดไว้ในตารางค่าความจริงว่าสามารถตรวจสอบการเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ได้อย่างไร

- เราทราบได้อย่างไรว่ากระเป๋าถูกเปิดออกหรือถูกรื้อค้น
- เรารู้ได้อย่างไรว่าใครเป็นผู้เปิดกระเป๋า
- การแจ้งเตือนว่ากระเป๋า กำลังถูกรื้อค้นใช้วิธีการใด
- นักเรียนคิดว่าจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ชนิดใดบ้าง มาช่วยตรวจสอบการเกิดเหตุการณ์เหล่านี้

8. ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน แล้วทดลองต่อวงจรอนุกรมบนแผ่นโปรโตบอร์ดที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ตามใบบันทึกกิจกรรมที่ 2 ข้อ 1 สังเกตผลการทดลองแล้วบันทึกลงในใบกิจกรรม

- หลอดไฟ สวิตช์เลื่อน แบตเตอรี่ (ถ่านไฟฉายขนาด AA 2 ก้อน) (ทดลองเปิดปิดสวิตช์)
- ออกไฟฟ้าหรือลำโพงแบบเปียโซ สวิตช์เลื่อน แบตเตอรี่ (ถ่านไฟฉายขนาด AA 2 ก้อน) (ทดลองเปิด-ปิดสวิตช์)
- ออกไฟฟ้าหรือลำโพงแบบเปียโซ แอลดีอาร์ แบตเตอรี่ (ถ่านไฟฉายขนาด AA 2 ก้อน) (บั้ง-ไม่บั้ง แอลดีอาร์)
- ออกไฟฟ้าหรือลำโพงแบบเปียโซ สวิตช์ปรอท แบตเตอรี่ (ถ่านไฟฉายขนาด AA 2 ก้อน) (เอียง-ตั้ง ตรงสวิตช์ เพื่อให้ปรอทสัมผัสหรือไม่สัมผัสขั้วไฟฟ้าภายในสวิตช์)

9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามใบบันทึกกิจกรรมที่ 2 ข้อ 2 โดยระบุถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานที่ได้ศึกษาสามารถนำมาใช้สร้างอุปกรณ์แจ้งเตือนการถูกขโมยได้อย่างไร

แนวคำตอบ

- การตรวจสอบว่ากระเป๋าถูกเปิดออกหรือไม่ อาจใช้ตัวรับรู้ความสว่าง (แอลดีอาร์) มาใช้ในการตรวจสอบ
- การตรวจสอบว่ากระเป๋าถูกรื้อค้นหรือไม่นั้น อาจใช้สวิตช์ปรอทเป็นตัวรับรู้การเคลื่อนไหว

- การแยกแยะผู้เปิดกระเป่าเป็นเจ้าของหรือไม่นั้นอาจใช้สวิตช์เลื่อนต่อในวงจรไฟฟ้าเพื่อให้ผู้เป็นเจ้าของสามารถเปิด-ปิดการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือนได้
 - การแจ้งเตือนให้ผู้อื่นทราบว่าเกิดเหตุการณ์เหล่านี้ขึ้น อาจแจ้งเตือนด้วยเสียงจิงโจ้อัดไฟฟ้าหรือลำโพงแบบเปียโซ
10. ครูตั้งคำถามถึงการใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้ศึกษาจะนำมาต่อในวงจรไฟฟ้าอย่างไร เพื่อให้อุปกรณ์สัญญาณกันขโมยมีการทำงานที่แจ้งเตือนสอดคล้องกับเหตุการณ์ที่ทรัพย์สินอาจถูกขโมยจากกระเป่าได้ คือ มีการแจ้งเตือนเมื่อผู้อื่นเปิดกระเป่า และกระเป่าถูกเปิดออกหรือถูกรื้อค้น
 11. ครูให้นักเรียนศึกษาการต่อวงจรไฟฟ้าที่จำลองลักษณะการทำงานของลอจิกเกตที่มีการตัดสินใจแบบแอนด์ (แอนด์เกต) และ แบบออร์ (ออร์เกต) ตามใบบันทึกกิจกรรมที่ 3 ข้อ 1 และศึกษาเพิ่มเติมจากใบความรู้ เรื่อง ลอจิกเกต เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าวงจรไฟฟ้าที่จำลองลักษณะการทำงานของลอจิกเกตที่มีการตัดสินใจแบบแอนด์ (แอนด์เกต) คือรูปแบบการทำงานแบบ “และ” ลอจิกเกตที่มีการตัดสินใจแบบออร์ (ออร์เกต) คือรูปแบบการทำงานแบบ “หรือ” (ใบบันทึกกิจกรรมที่ 3 ข้อ 2)
 12. ครูเสนอแนะว่าการต่อวงจรแบบลอจิกเกตนั้น อาจเปรียบเทียบกับสวิตช์ในวงจรเสมือนตัวอินพุตหรือตัวรับรู้ของวงจรไฟฟ้า ส่วนหลอดไฟเปรียบเสมือนตัวเอาต์พุตหรือตัวแสดงผลของวงจรไฟฟ้า



ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา

13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการต่อวงจรไฟฟ้าแบบลอจิกเกต ทำให้นักเรียนทราบว่าควรนำอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (ตัวรับรู้) มาต่อในวงจรไฟฟ้าลักษณะใดจึงทำให้อุปกรณ์สัญญาณกันขโมยมีการแจ้งเตือนที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่ทรัพย์สินอาจถูกขโมยได้ โดยให้นักเรียนออกแบบวงจรสัญญาณกันขโมยให้สัมพันธ์กับการแจ้งเตือน โดยกำหนดรายละเอียดตัวรับรู้ ลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้า อุปกรณ์แสดงผลในแผงผัง เขียนแผนผังวงจร และทดลองต่อวงจรบนแผ่นโปรโตบอร์ดเพื่อทดสอบการทำงานตามใบบันทึกกิจกรรมที่ 4
14. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย ซึ่งมีรูปแบบการทำงานของวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ตามที่ออกแบบไว้ ตามข้อ 13 โดยออกแบบชิ้นงานเป็นภาพวาดหรือภาพร่าง 3 มิติ มีการระบุขนาด สัดส่วนของอุปกรณ์ การประกอบชิ้นส่วน วัสดุที่เลือกใช้ ตามใบบันทึกกิจกรรมที่ 5 โดยให้คำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด



ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

15. แต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานทั้งขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงาน โดยครูควบคุมระยะเวลาในการสร้างชิ้นงาน แล้วลงมือสร้างอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย ครูควรควบคุมในเรื่องความปลอดภัยการใช้เครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน



ขั้นตอนสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

- ครูให้นักเรียนทดสอบการใช้งานอุปกรณ์สัญญาณกันขโมยตามข้อ 15 เพื่อประเมินว่าอุปกรณ์สามารถแจ้งเตือนได้หรือไม่ และลักษณะการใช้งานเป็นไปตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ หากพบข้อบกพร่องหรืออุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้ให้ทำการปรับปรุงแก้ไข โดยกลับไปตรวจสอบขั้นตอนการทำงานที่ผ่านมา โดยบันทึกผลการทดสอบและประเมินผลลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 5



ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

- ครูให้นักเรียนนำเสนออุปกรณ์สัญญาณกันขโมยตามข้อ 16 โดยนำเสนอแนวคิดในการสร้างและการทำงาน โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่สื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปการเรียนรู้กิจกรรมสัญญาณกันขโมย ซึ่งใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตารางค่าความจริงวิเคราะห์เหตุการณ์ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ลอจิกเกต อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย ซึ่งมีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ทรัพย์สินมีโอกาสถูกขโมย การแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ให้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ข้อเสนอแนะในการทำกิจกรรม

ก่อนเริ่มกิจกรรมครูอาจมอบหมายงานหรือจัดกิจกรรมเสริมเพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนสำหรับปฏิบัติกิจกรรม

- ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ล่วงหน้า เรื่อง การสร้างตารางค่าความจริง เรื่อง วงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน และ เรื่อง ลอจิกเกต
- ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนเรียนรู้การต่อวงจรไฟฟ้า โดยนำอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์มาต่อวงจรบนแผ่นโปรโตบอร์ด
- ครูให้นักเรียนเรียนรู้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำมาใช้ในการสร้างชิ้นงานอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย ได้แก่ ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ มีสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกัน เช่น ตัวต้านทานทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าในวงจร ไดโอดมีสมบัติให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ทิศทางเดียว และทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็น สวิตช์ปิด-เปิดวงจร



การวัดประเมินผล

- ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 การสร้างตารางค่าความจริงเพื่อหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ที่ส่งผลให้ทรัพย์สินมีโอกาสถูกขโมยแบบประเมินชิ้นงาน
- ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2 การศึกษาอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์
- ใบบันทึกกิจกรรมที่ 3 การศึกษาวงจรลอจิกเกต
- ใบบันทึกกิจกรรมที่ 4 ออกแบบวงจรไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย
- ใบบันทึกกิจกรรมที่ 5 ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย
- แบบประเมินชิ้นงานและการนำเสนอ



เกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานและการนำเสนอ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์	เลือกวัสดุไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ได้เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน และสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้ได้	เลือกวัสดุไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ได้เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้ได้	เลือกวัสดุไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ไม่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน
ความสำเร็จของชิ้นงาน	สร้างชิ้นงานตามที่ต้องการ ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์และชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	สร้างชิ้นงานตามที่ต้องการ ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์ แต่ชิ้นงานไม่แก้ปัญหามาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ครบถ้วน	ไม่สามารถสร้างชิ้นงานตามที่ต้องการออกแบบไว้ได้
การนำเสนอ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่ายและรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่าย หรือรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอไม่เหมาะสม หรือการนำเสนอไม่น่าสนใจ
ความคิดสร้างสรรค์	มีความแปลกใหม่ และชิ้นงานมีความประณีต	มีความแปลกใหม่ หรือชิ้นงานมีความประณีต	ไม่มีความแปลกใหม่ หรือชิ้นงานไม่ประณีต

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง การสร้างตารางค่าความจริง
2. ใบความรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน
3. ใบความรู้ เรื่อง ลอจิกเกต

ใบความรู้

การสร้างตารางค่าความจริง

ประพจน์ คือ ประโยคหรือข้อความที่เป็นจริงหรือเท็จ อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ซึ่งจะอยู่ในรูปบอกเล่าหรือปฏิเสธก็ได้ ในวิชาคณิตศาสตร์หรือในชีวิตประจำวันจะพบประโยคที่ได้จากการเชื่อมประโยคอื่น ๆ ด้วยคำว่า “และ” “หรือ” หรือพบประโยคที่เปลี่ยนแปลงมาจากประโยคเดิมโดยเติมคำว่า “ไม่” คำเหล่านี้เรียกว่าตัวเชื่อม เพื่อความสะดวกในการศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมประพจน์ จะใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็ก เช่น $p, q, r, s, \dots$ แทนประพจน์ที่นำมาเชื่อมกัน โดยค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อมจะขึ้นอยู่กับจำนวนประพจน์ที่นำมาเชื่อมกันซึ่งสามารถพิจารณาค่าความจริงที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยใช้ T แทนจริง และ F แทนเท็จ และเพื่อช่วยในการหาว่าประพจน์ใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จนั้นจะใช้**ตารางค่าความจริง** (truth table) ดังนี้

การเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “และ”

ในการเชื่อมประพจน์ด้วย “และ” มีข้อตกลงว่าประพจน์ใหม่จะเป็นจริงในกรณีที่ประพจน์ที่นำมาเชื่อมกันนั้นเป็นจริงทั้งคู่ กรณีอื่น ๆ เป็นเท็จทุกกรณี

ถ้า p และ q เป็นประพจน์ ประพจน์ใหม่ที่ได้จากการเชื่อม p กับ q ด้วย “และ” คือ “ p และ q ” เขียนแทนด้วย $p \wedge q$ และตารางค่าความจริงของ $p \wedge q$ เขียนได้ดังนี้

p	q	$p \wedge q$
T	T	T
T	F	F
F	T	F
F	F	F

การเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “หรือ”

ในการเชื่อมประพจน์ด้วย “หรือ” มีข้อตกลงว่าประพจน์ใหม่จะเป็นเท็จในกรณีที่ประพจน์ที่นำมาเชื่อมกันเป็นเท็จทั้งคู่ กรณีอื่น ๆ เป็นจริงทุกกรณี

ถ้า p และ q เป็นประพจน์ ประพจน์ใหม่ที่ได้จากการเชื่อมด้วย “หรือ” คือ “ p หรือ q ” เขียนแทนด้วย $p \vee q$ และตารางค่าความจริงของ $p \vee q$ เขียนได้ดังนี้

p	q	$p \vee q$
T	T	T
T	F	T
F	T	T
F	F	F

นิเสธของประพจน์

ในการเชื่อมประพจน์ด้วย “ไม่” มีข้อตกลงว่าค่าความจริงของประพจน์ใหม่จะเป็นค่าตรงข้ามกับค่าความจริงของประพจน์เดิมเสมอ

นิเสธของประพจน์ p เขียนแทนด้วย $\sim p$ และตารางค่าความจริงของ $\sim p$ เขียนได้ดังนี้

p	$\sim p$
T	F
F	T

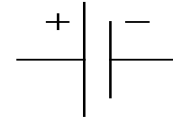
ใบความรู้

วงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน

วงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้า คือ ทางเดินของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ผ่านตัวนำและอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้วผ่านกลับไปยังแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเดิม วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

แหล่งกำเนิดไฟฟ้า เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับวงจร เช่น ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านเรือนและไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่ โดยเซลล์ไฟฟ้าซึ่งอยู่ในรูปของแบตเตอรี่หรือถ่านไฟฉายจะประกอบด้วยขั้ว 2 ขั้วเสมอ ได้แก่ ขั้วบวกแทนด้วยสัญลักษณ์ “+” และขั้วลบแทนด้วยสัญลักษณ์ “-” ซึ่งสัญลักษณ์วงจรของเซลล์ไฟฟ้าจะใช้ขีดสั้นและยาว 2 ขีดขนานกัน



สัญลักษณ์ของเซลล์ไฟฟ้า 1 เซลล์

ตัวนำไฟฟ้า หมายถึง สื่อที่เป็นตัวนำให้กระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิด ผ่านไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ตะกั่ว ทองแดง เงิน อะลูมิเนียม หรือโลหะต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ที่นำมาใช้ในลักษณะของสายไฟ

อุปกรณ์ไฟฟ้า หมายถึง อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานในรูปแบบอื่น เช่น พลังงานเสียง พลังงานแสง และเมื่อนำมาต่อในวงจรจะเรียกว่า โหลด (Load)



หลอดไฟ

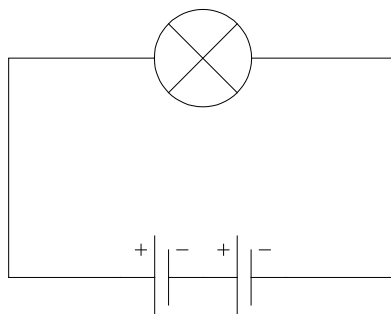


สัญลักษณ์

ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ วงจรของไฟฉาย ซึ่งประกอบด้วย

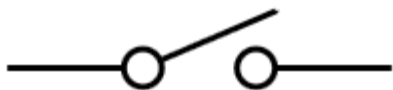
1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า คือ ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน
2. ตัวนำไฟฟ้า คือ โลหะที่เชื่อมต่อระหว่างขั้วของถ่านไฟฉายและหลอดไฟ
3. อุปกรณ์ไฟฟ้า คือ หลอดไฟ

วงจรของไฟฉายแสดงได้ดังรูป



สวิตช์

สวิตช์เป็นอุปกรณ์เปิด-ปิดกระแสไฟฟ้าภายในวงจรไฟฟ้า ทำหน้าที่ควบคุมการผ่านของกระแสไฟฟ้าภายในวงจร สวิตช์ที่ใช้ในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีหลายชนิด แต่ที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น สวิตช์เลื่อน สวิตช์กระดก สวิตช์กด



สัญลักษณ์ของสวิตช์

สวิตช์เลื่อน เป็นสวิตช์ชนิดหนึ่งที่ใช้เปิด-ปิดการทำงานของวงจรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้งานโดยการเลื่อน นิยมใช้เป็นอุปกรณ์เปิด-ปิด สิ่งของและเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น นาฬิกาปลุก ไฟฉาย



สวิตช์เลื่อน

สวิตช์กระดก เป็นสวิตช์ที่ใช้งานโดยการกด เมื่อต้องการเปิดสวิตช์ให้กดด้านที่ระบุว่าเป็นการเปิดสวิตช์ลง ส่วนอีกด้านที่เหลือก็จะกระดกขึ้น โดยส่วนใหญ่จะมีตัวอักษรระบุการทำงานบนตัวสวิตช์ เช่น เปิด-ปิด ON-OFF นิยมใช้สวิตช์กระดกนี้เป็นสวิตช์เปิด-ปิด หลอดไฟ ปลั๊กราง หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ



สวิตช์กระดก

สวิตช์กด เป็นสวิตช์ที่ใช้งานโดยการกดเปิด-ปิด ในปุ่มเดียวกัน ซึ่งมีการทำงานแบบต่าง คือ

- ประเภทที่กด 1 ครั้งจะเป็นการเปิด โดยสวิตช์จะทำการล็อกและเกิดการผ่านของกระแสไฟฟ้าภายในวงจร แต่เมื่อกดซ้ำอีก 1 ครั้ง เป็นการปิด โดยจะปลดล็อกแล้วปิดการผ่านของกระแสไฟฟ้า ได้แก่ **สวิตช์กดติดกดดับ**
- ประเภทที่กดปุ่มลงไปจะเป็นการเปิด เกิดการผ่านของกระแสไฟฟ้าภายในวงจร แต่เมื่อปล่อยปุ่มออกจะเป็นการปิด ปิดการผ่านของกระแสไฟฟ้าในวงจร ได้แก่ **สวิตช์กดติดปล่อยดับ**



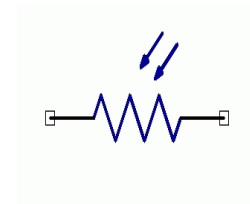
สวิตช์กดติดกดดับ



สวิตช์กดติดปล่อยดับ

แอลดีอาร์ (LDR : Light Dependent Resistor)

แอลดีอาร์ เป็นตัวต้านทานที่ค่าความต้านทานขึ้นกับความสว่างของแสงที่ตกกระทบ แอลดีอาร์เมื่ออยู่ในที่มืดจะมีความต้านทานสูง แต่ถ้ามีแสงมาตกกระทบความต้านทานจะลดต่ำลงจึงใช้เป็นตัวรับรู้ความสว่าง (light sensor) ในวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์



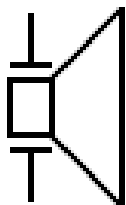
แอลดีอาร์(LDR) และสัญลักษณ์

สวิตช์ปรอท

สวิตช์ปรอทเป็นสวิตช์ที่ใช้หยดปรอทเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้าตามความเอียงของตัวสวิตช์ สวิตช์ปรอทมีลักษณะเป็นหลอดแก้วกลวงขนาดเล็กซึ่งมีหยดปรอทอยู่ภายใน ด้านหนึ่งของหลอดจะมีขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว เมื่อสวิตช์ปรอทเอียงด้านที่มีขั้วไฟฟ้าลง ปรอทจะไหลมาสัมผัสกับขั้วไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านครบวงจร แต่เมื่อสวิตช์เอียงด้านตรงข้ามขั้วไฟฟ้าลง ปรอทจะไหลออกจากฝั่งขั้วไฟฟ้าทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านไม่ครบวงจร



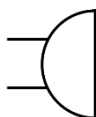
สวิตช์ปรอท



ลักษณะและสัญลักษณ์ของลำโพงแบบเพียโซ

ลำโพงแบบเพียโซ

ลำโพงแบบเพียโซ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้แผ่นไดอะแฟรมเป็นตัวสั่นเพื่อให้เกิดเสียง และจะมีเสียงเมื่อป้อนแรงดันตามขนาดของเพียโซ เพียโซที่มีสายไฟนั้นสายแดงเป็นขั้วบวกและสายดำจะเป็นขั้วลบ การใช้งานเพียโซในวงจรไฟฟ้า ขั้วบวกของเพียโซจะต้องต่อกับจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า ส่วนขั้วลบของเพียโซจะต้องต่อกับจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า



ลักษณะและสัญลักษณ์ของลำโพงแบบเพียโซ

ฮอตไฟฟ้า หรือบัชเซอร์

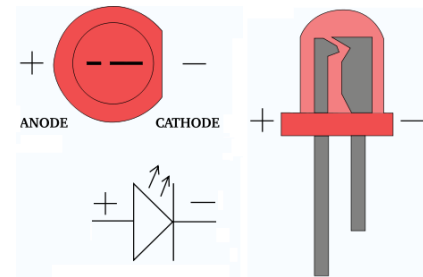
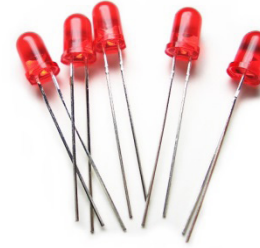
บัชเซอร์เป็นลำโพงอิเล็กทรอนิกส์แบบแม่เหล็กหรือแบบเพียโซที่มีวงจรกำเนิดความถี่หรือวงจรออสซิลเลตอยู่ภายใน เมื่อป้อนแรงดันตามขนาดของบัชเซอร์ก็จะกำเนิดเสียงได้ จึงทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง ซึ่งบัชเซอร์โดยทั่วไปมีขนาดแรงดันที่ต้องป้อนให้ ได้แก่ ขนาด 3 โวลต์ 6 โวลต์ 9 โวลต์ และ 12 โวลต์ สายไฟที่ต่อกับบัชเซอร์สายสีแดงเป็นขั้วบวกและสายดำจะเป็นขั้วลบ ซึ่งการต่อบัชเซอร์ในวงจรไฟฟ้านั้น ขั้วบวกจะต้องต่อกับจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า ส่วนขั้วลบของบัชเซอร์จะต้องต่อกับจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า

ไดโอดเปล่งแสง หรือแอลอีดี (LED)

แอลอีดี ทำหน้าที่ส่องแสงสว่างออกมาเป็นสีต่าง ๆ เช่น แดง น้ำเงิน เขียว ขาว ส้ม เหลือง โดยมีขาต่อ 2 ขา คือ ขาแอโนด (A) และขาแคโทด (K) แอลอีดีชนิดหลอดกลมเป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุดเพราะใช้งานได้ง่าย มีหลายขนาดให้เลือกใช้ เช่น 3 มิลลิเมตร 10 มิลลิเมตร ทั้งนี้ สามารถดูได้ว่าขาใดเป็นแอโนดหรือแคโทด โดยดูที่ความสั้นยาวซึ่งส่วนใหญ่ขายาวจะเป็นขาแอโนด หรือดูรอยบากที่ขา

ขา A หรือ ขาแอโนด โดยขานี้จะต้องป้อนไฟบวก (+) ให้เท่านั้น

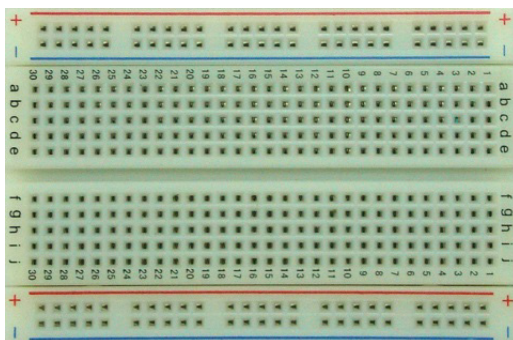
ขา K หรือ ขาแคโทด โดยขานี้จะต้องป้อนไฟลบ (-) ให้เท่านั้น



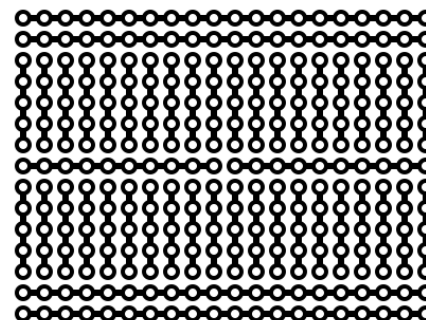
แอลอีดีชนิดหลอดกลม และสัญลักษณ์

แผ่นสร้างวงจรต้นแบบ หรือแผ่นโปรโตบอร์ด

แผ่นโปรโตบอร์ดเป็นแผ่นพลาสติกมีช่องเล็ก ๆ สำหรับใส่ขาอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ต่อในวงจร และภายในช่องเล็ก ๆ เหล่านั้นจะมีตัวนำเชื่อมต่อกัน สามารถนำมาใช้ทดลองสร้างวงจรก่อนการสร้างจริง



ภาพภายนอกแผ่นโปรโตบอร์ด



ภาพภายในแผ่นโปรโตบอร์ด

ใบความรู้

ลอจิกเกต

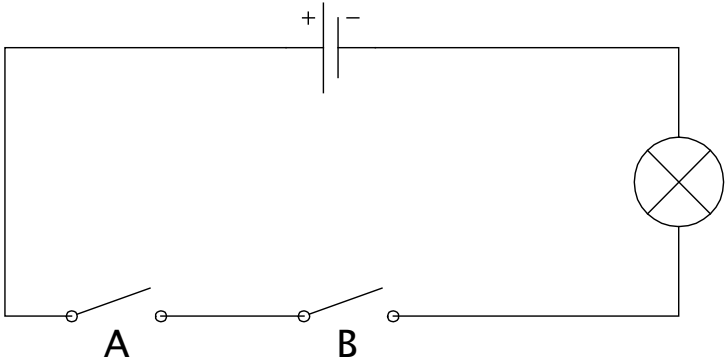
ในทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ การตัดสินใจทำโดยใช้ลอจิกเกต (logic gate) ซึ่งบรรจุอยู่ในไอซี เกต เปรียบเหมือนกับประตูซึ่งมีเข้า (อินพุต) และออก (เอาต์พุต) การอธิบายการทำงานของลอจิกเกต อาจเชื่อมโยงกับตารางค่าความจริงเพื่อการตัดสินใจในวิชาคณิตศาสตร์ โดยอินพุตของลอจิกเกต คือ คำถามเพื่อการตัดสินใจ ส่วนเอาต์พุต คือ คำตอบ

ลอจิกเกตที่ทำหน้าที่ตัดสินใจในวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีทั้งแบบแอนด์ (AND gate) แบบออร์ (OR gate) และแบบน็อต (NOT gate) ซึ่งเราสามารถเรียนรู้วิธีที่ลอจิกเกตเหล่านี้ทำงานได้ โดยใช้วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

แอนด์เกต (AND gate)

แอนด์เกตเป็นลอจิกเกตที่มีการตัดสินใจแบบ “และ” สามารถเชื่อมโยงกับตารางค่าความจริงทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ เอาต์พุตจะเป็นจริงได้ก็ต่อเมื่ออินพุตทั้งหมดเป็นจริง หากอินพุตใดอินพุตหนึ่งเป็นเท็จ เอาต์พุตจะเป็นเท็จ

การทำงานของแอนด์เกตเปรียบเทียบกับกับังวงจรไฟฟ้านี้



จากวงจรหลอดไฟจะสว่างเมื่อกดทั้งสวิตช์ A และสวิตช์ B หากกดเพียงสวิตช์ A หรือ สวิตช์ B หลอดไฟจะไม่สว่าง ซึ่งเป็นลักษณะการทำงานของวงจรแอนด์ โดยอาจสรุปในรูปแบบตารางค่าความจริง ดังนี้

อินพุต		เอาต์พุต หลอดไฟ
สวิตช์ A	สวิตช์ B	
ไม่กดสวิตช์	ไม่กดสวิตช์	ดับ
ไม่กดสวิตช์	กดสวิตช์	ดับ
กดสวิตช์	ไม่กดสวิตช์	ดับ
กดสวิตช์	กดสวิตช์	ติด

ในตารางค่าความจริง อาจให้ตัวเลขเพื่อแสดงสถานะของอินพุตและเอาต์พุต เนื่องจากลอจิกเกตในวงจรไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป อินพุตและเอาต์พุต จะมีได้ 2 สถานะเท่านั้น ซึ่งสถานะทั้งสองอาจแทนด้วยตัวเลข 0 และ 1 เช่น สวิตช์ มีเพียง 2 สถานะ คือ เปิดและปิด

- ถ้าไม่กดสวิตช์ ไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ กำหนดให้เป็นค่า 0
- ถ้ากดสวิตช์ ไฟฟ้าไหลผ่านได้ กำหนดให้เป็นค่า 1

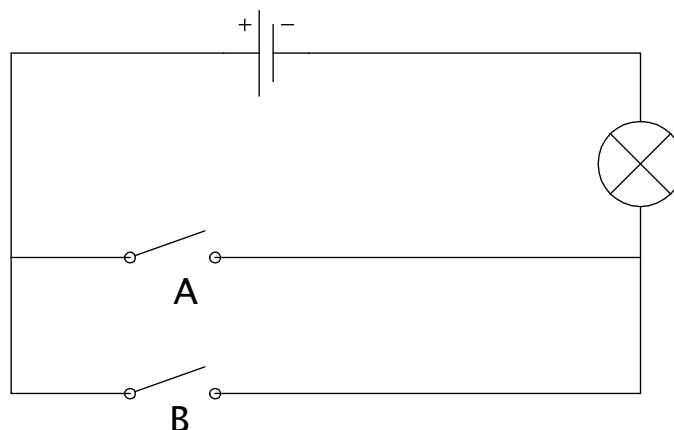
และกำหนดให้ หลอดไฟดับ(ไม่สว่าง) เป็น 0 และหลอดไฟติด(สว่าง) เป็น 1 จะได้ตารางค่าความจริงดังนี้

อินพุต		เอาต์พุต หลอดไฟ
สวิตช์ A	สวิตช์ B	
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

ออร์เกต (OR gate)

ออร์เกตเป็นลอจิกเกต ที่มีการตัดสินใจแบบออร์ (OR gate) และสามารถเชื่อมโยงกับตารางค่าความจริงทางคณิตศาสตร์ ได้คือ เอาต์พุตจะเป็นเท็จได้ก็ต่อเมื่ออินพุตเป็นเท็จทั้งหมด หากอินพุตใดอินพุตหนึ่งเป็นจริง เอาต์พุตจะเป็นจริง

การทำงานของออร์เกตเปรียบเทียบกับวงจรไฟฟ้านี้ จากวงจรหลอดไฟจะสว่าง ถ้ากดสวิตช์ A หรือสวิตช์ B



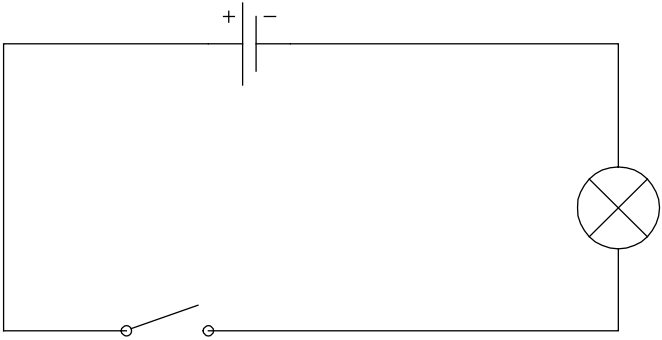
ซึ่งสามารถอธิบายวิธีที่วงจรไฟฟ้านี้ทำงานได้ ในรูปตารางค่าความจริง ดังนี้

อินพุต		เอาต์พุต หลอดไฟ
สวิตช์ A	สวิตช์ B	
ไม่กดสวิตช์(0)	ไม่กดสวิตช์(0)	ดับ(0)
กดสวิตช์(1)	ไม่กดสวิตช์(0)	ติด(1)
ไม่กดสวิตช์(0)	กดสวิตช์(1)	ติด(1)
กดสวิตช์(1)	กดสวิตช์(1)	ติด(1)

น็อตเกต (NOT gate) หรือ อินเวอร์เตอร์เกต

น็อตเกตหรืออินเวอร์เตอร์เกตเป็นลอจิกเกต ที่มีการตัดสินใจแบบน็อต (NOT gate) ลอจิกเกตนี้มีเพียง 1 อินพุตเท่านั้น อินพุตและเอาต์พุตของน็อตเกตจะมีสภาวะตรงกันข้ามเสมอ หากเชื่อมโยงกับตารางค่าความจริงทางคณิตศาสตร์ ถ้าอินพุตเป็นเท็จ ก็จะทำให้เอาต์พุตเป็นจริง และถ้าอินพุตเป็นจริงก็จะให้เอาต์พุตเป็นเท็จ

การทำงานของน็อตเกตหรืออินเวอร์เตอร์เกต เปรียบเทียบได้กับวงจรไฟฟ้านี้ ซึ่งจากวงจรจะเห็นได้ว่า ถ้าไม่กดสวิตช์-หลอดไฟจะสว่าง แต่ถ้ากดสวิตช์-หลอดไฟจะดับ



*สวิตช์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าเป็นชนิดกดดับปล่อยติด

ซึ่งสามารถอธิบายวิธีที่วงจรไฟฟ้านี้ทำงานได้ ในรูปตารางค่าความจริง ดังนี้

สวิตช์กดดับปล่อยติด (อินพุต)	หลอดไฟ (เอาต์พุต)
ไม่กดสวิตช์(0)	ติด(1)
กดสวิตช์(1)	ดับ(0)

แนวคำตอบ ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

การสร้างตารางค่าความจริงเพื่อหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ที่ส่งผลให้ ทรัพย์สินมีโอกาสถูกขโมย

สถานการณ์

ช่วงพักเที่ยงในโรงเรียน นักเรียนวางกระเป๋าไว้ในห้องเรียนเพื่อไปรับประทานอาหารกลางวัน กระเป๋าของนักเรียน
จึงมีโอกาที่จะถูกรื้อค้นและทรัพย์สินอาจถูกขโมยได้ นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการอย่างไรที่ช่วยแจ้งเตือนให้ผู้อื่นที่อยู่
ใกล้เคียงทราบโดยทันทีเมื่อกระเป๋าของนักเรียนถูกผู้อื่นเปิดออก แต่หากนักเรียนเป็นผู้เปิดจะไม่มีแจ้งเตือนใด ๆ

1. ให้ยกตัวอย่าง เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข้างต้น ที่ส่งผลให้ทรัพย์สินมีโอกาสถูกขโมย

แนวคำตอบ

- กระเป๋าถูกรื้อค้นหรือเปิดออก
- ผู้อื่นมารื้อค้นหรือเปิดกระเป๋า
- ผู้อื่นต้องการทรัพย์สินภายในกระเป๋า
- จำเป็นต้องวางกระเป๋าทิ้งไว้

2. ให้นักเรียนเลือกเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องในข้อ 1 มากำหนดเป็นข้อความ (ประพจน์) ในการสร้างตารางค่าความจริงข้าง
ล่าง และพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะถูกขโมยทรัพย์สิน เมื่อเชื่อมโยงเหตุการณ์ทั้ง 2 เหตุการณ์

ประพจน์ 1 กระเป๋าของนักเรียนถูกเปิดออก	ประพจน์ 2 ผู้ที่เปิดกระเป๋าของนักเรียนเป็นผู้อื่น	ทรัพย์สินในกระเป๋ามีโอกาสถูก ขโมย
ใช่	ใช่	ใช่
ไม่	ใช่	ไม่
ใช่	ไม่	ไม่
ไม่	ไม่	ไม่

3. จากตารางค่าความจริงที่นักเรียนสร้างขึ้น โอกาสที่ทรัพย์สินของนักเรียนจะสูญหาย เมื่อเหตุการณ์ทั้ง 2 เหตุการณ์เชื่อมโยงกันอย่างไร

แนวคำตอบ สร้างตารางค่าความจริง โดยใช้ข้อความที่ 1 คือ กระเป๋าของนักเรียนถูกเปิดออก และข้อความที่ 2 คือ ผู้ที่เปิดกระเป๋าของนักเรียนเป็นผู้อื่น โอกาสที่ทรัพย์สินในกระเป๋าถูกขโมย เมื่อต้องเกิดทั้ง 2 เหตุการณ์

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์กับการสร้างตารางค่าความจริงทางคณิตศาสตร์ มีการเชื่อมประพจน์แบบใด

แนวคำตอบ การเชื่อมประพจน์ทั้งสอง ใช้คำเชื่อม “และ”

4. นักเรียนคิดว่าจะป้องกันทรัพย์สินไม่ให้ถูกขโมย ได้อย่างไร

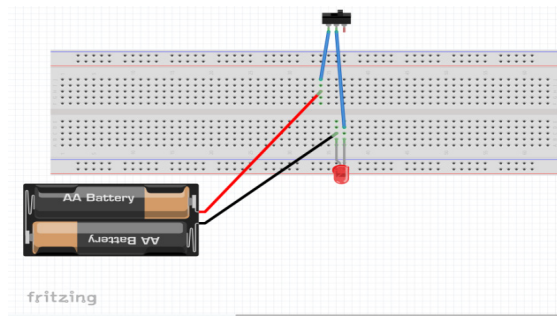
แนวคำตอบ วิธีการหนึ่งคือใช้อุปกรณ์แจ้งเตือน อุปกรณ์มีวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์อยู่ภายใน ประกอบด้วยตัวรับรู้แบบต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าเพื่อเป็นตัวรับสัญญาณ และแจ้งเตือนด้วยอุปกรณ์แสดงผลออกมาในรูปแบบของแสง หรือเสียงเพื่อให้ทราบเมื่อกระเป๋าถูกรื้อค้น

แนวคำตอบ ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2

การศึกษาอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

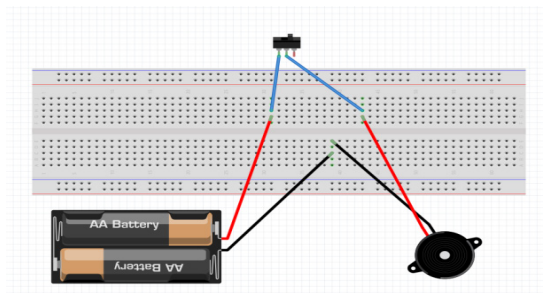
1. ให้นำอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ตามที่กำหนด มาต่อวงจรแบบอนุกรมบนแผ่นโปรโตบอร์ดและสังเกตผลที่ได้จากการทดลอง

- 1.1 หลอดไฟหรือแอลอีดี สวิตช์เลื่อน แบตเตอรี่ (ถ่านไฟฉาย AA 2 ก้อน) ทดลองปิด-เปิดสวิตช์เลื่อน บันทึกผลที่ได้



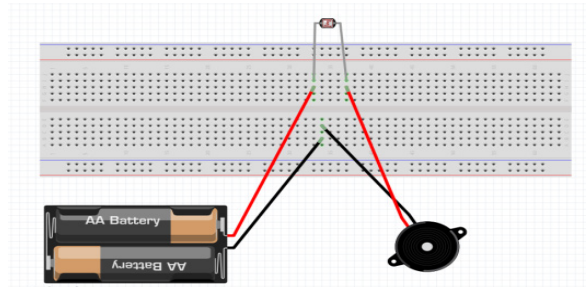
แนวคำตอบ หลอดไฟ หรือแอลอีดีจะสว่างขึ้น เมื่อเลื่อนสวิตช์ให้เปิด(ปิดวงจร) และจะดับลง เมื่อเลื่อนสวิตช์ให้ปิด(เปิดวงจร)

- 1.2 ออดไฟฟ้าหรือลำโพงแบบเปียโซ สวิตช์เลื่อน แบตเตอรี่ (ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน) ทดลองปิด-เปิดสวิตช์ บันทึกผลที่ได้



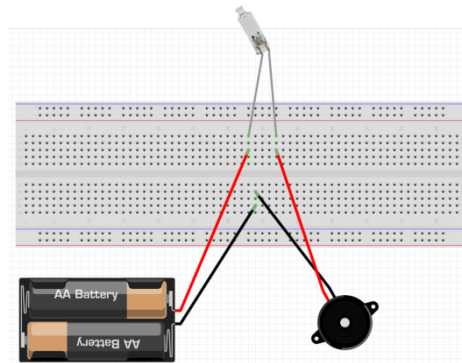
แนวคำตอบ ออดไฟฟ้าหรือลำโพงแบบเปียโซจะมีเสียงดังขึ้น เมื่อเลื่อนสวิตช์ให้เปิด (ปิดวงจร) และจะไม่ส่งเสียง เมื่อเลื่อนสวิตช์ให้ปิด (เปิดวงจร)

- 1.3 ออดไฟฟ้าหรือลำโพงแบบเปียโซ แอลดีอาร์ แบตเตอรี่ (ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน) ทดลองบังแสงไม่ให้แอลดีอาร์รับแสงได้ และให้แอลดีอาร์รับแสง บันทึกผลที่ได้



แนวคำตอบ อัดไฟฟ้าหรือลำโพงแบบเปียโซจะมีเสียงดังขึ้น เมื่อแอลดีอาร์ได้รับแสง และเสียงค่อยลงหรือไม่ส่งเสียง เมื่อแอลดีอาร์ไม่ได้รับแสง

- 1.4 อัดไฟฟ้าหรือลำโพงแบบเปียโซ สวิตช์ปรอท แบตเตอรี่ (ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน) ทดลองเอียงสวิตช์ไม่ให้ปรอทสัมผัสขั้วไฟฟ้าภายในสวิตช์ และจับสวิตช์ตั้งตรงเพื่อให้ปรอทสัมผัสขั้วไฟฟ้าภายในสวิตช์



แนวคำตอบ อัดไฟฟ้าหรือลำโพงแบบเปียโซจะมีเสียงดังขึ้น เมื่อจับสวิตช์ตั้งตรงให้ปรอทสัมผัสขั้วไฟฟ้าภายในสวิตช์ และจะไม่ส่งเสียงเมื่อเอียงสวิตช์ไม่ให้ปรอทสัมผัสขั้วไฟฟ้าภายในสวิตช์

2. จากการศึกษาอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน ในข้อ 1 นักเรียนคิดว่าสามารถนำมาใช้สร้าง อุปกรณ์แจ้งเตือนการถูกขโมย ได้อย่างไร

แนวคำตอบ

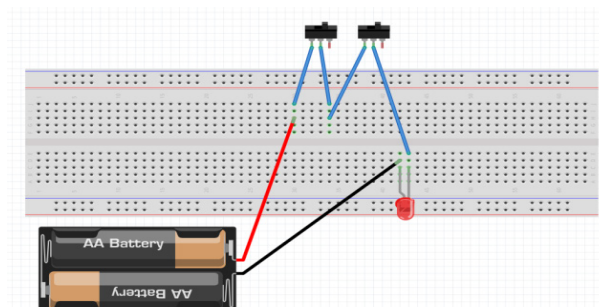
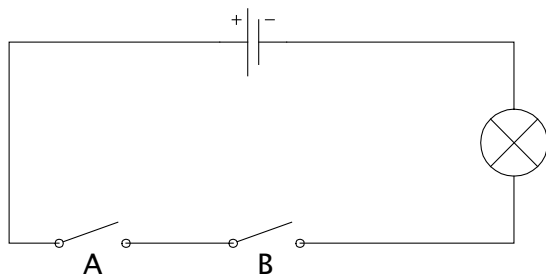
- 1) การตรวจสอบว่ากระเป๋าทิ้งเปิดออกหรือไม่ อาจใช้**แอลดีอาร์**ซึ่งเป็นตัวรับรู้ความสว่างมาใช้ในการตรวจสอบ (คือเมื่อกระเป๋าทิ้งเปิดออกอาจมีแสงสว่างเข้าไปในกระเป๋าทิ้ง)
- 2) การตรวจสอบว่ากระเป๋ามีการถูกรื้อค้นหรือไม่นั้น อาจใช้**สวิตช์ปรอท**มาเป็นตัวรับรู้การเคลื่อนไหว
- 3) การแยกว่าผู้เปิดกระเป๋าทิ้งเป็นเจ้าของหรือไม่ อาจใช้**สวิตช์เลื่อน**ต่อในวงจรไฟฟ้า เพื่อให้ผู้เป็นเจ้าของสามารถเปิด ปิดการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือนได้
- 4) การแจ้งเตือนให้ผู้อื่นทราบว่าเกิดเหตุการณ์เหล่านี้ขึ้น อาจแจ้งเตือนด้วยเสียง จึงใช้**อัดไฟฟ้าหรือลำโพงแบบเปียโซ**มาต่อในวงจรไฟฟ้า

แนวคำตอบ ใบบันทึกกิจกรรมที่ 3

การศึกษาวงจรลอจิกเกต

1. ให้ทดลองต่อวงจรไฟฟ้าที่จำลองลักษณะการทำงานของลอจิกเกตที่มีการตัดสินใจแบบแอนด์ (แอนด์เกต) และลอจิกเกตที่มีการตัดสินใจแบบออร์ (ออร์เกต) ตามรูป และทดลองกดและไม่กดสวิตช์ A และ B ตามข้อมูลในตาราง และบันทึกผลที่ได้จากการสังเกต

1.1 วงจรลอจิกเกตที่มีการตัดสินใจแบบแอนด์ (แอนด์เกต)

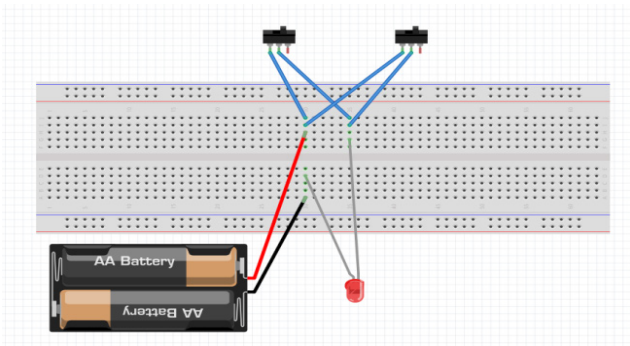
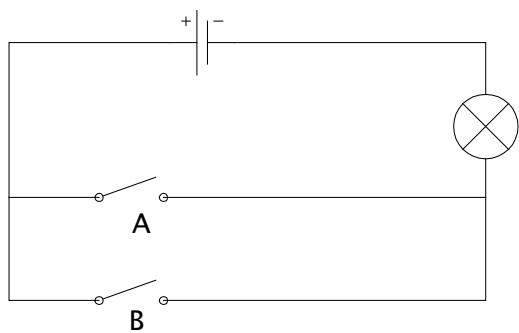


อินพุต		เอาต์พุต หลอดไฟ
สวิตช์ A	สวิตช์ B	
ไม่กดสวิตช์	ไม่กดสวิตช์	ดับ
ไม่กดสวิตช์	กดสวิตช์	ดับ
กดสวิตช์	ไม่กดสวิตช์	ดับ
กดสวิตช์	กดสวิตช์	ติด

จากการทดลอง หลอดไฟจะสว่างในกรณีใด

แนวคำตอบ หลอดไฟจะสว่างเมื่อกดทั้งสวิตช์ A และสวิตช์ B หากกดเพียงสวิตช์ A หรือ สวิตช์ B หลอดไฟจะไม่สว่าง

1.2 วงจรลอจิกเกตที่มีการตัดสินใจแบบออร์ (ออร์เกต)



อินพุต		เอาต์พุต หลอดไฟ
สวิตช์ A	สวิตช์ B	
ไม่กดสวิตช์	ไม่กดสวิตช์	ดับ
กดสวิตช์	ไม่กดสวิตช์	ติด
ไม่กดสวิตช์	กดสวิตช์	ติด
กดสวิตช์	กดสวิตช์	ติด

จากการทดลอง หลอดไฟจะสว่างในกรณีใด

แนวคำตอบ หลอดไฟจะสว่าง ถ้ากดสวิตช์ A หรือสวิตช์ B สวิตช์ใดสวิตช์หนึ่ง และจะไม่สว่างถ้าไม่กดทั้งสวิตช์ A และ B

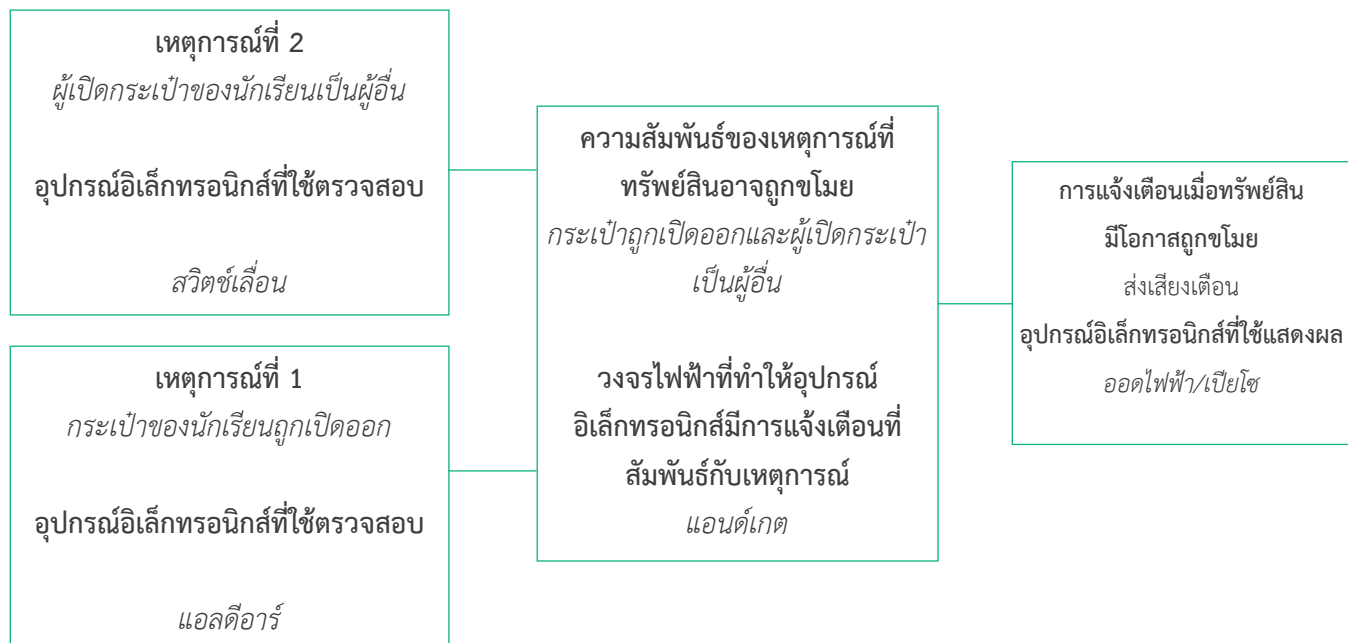
2. เมื่อเปรียบเทียบกับตารางค่าความจริง
- วงจรลอจิกเกตใดที่รูปแบบการตัดสินใจที่มีค่าเชื่อมแบบ “และ” คือ แอนด์เกต
- วงจรลอจิกเกตใดที่รูปแบบการตัดสินใจที่มีค่าเชื่อมแบบ “หรือ” คือ ออร์เกต

แนวคำตอบ ใบบันทึกกิจกรรมที่ 4

ออกแบบวงจรไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย

1. ให้ออกแบบวงจรไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์สัญญาณกันขโมยให้มีการแจ้งเตือนที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่ทรัพย์สินอาจถูกขโมยจากกระเป๋ได้ โดยกำหนดรายละเอียดของตัวรับรู้ ลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้า อุปกรณ์แสดงผลลงในแผนผังเขียนแผนผังวงจรไฟฟ้า และทดลองต่อวงจรไฟฟ้าที่ออกแบบไว้บนแผ่นโปรโตบอร์ด

ตัวอย่างแนวทางการออกแบบวงจรไฟฟ้า



2. แผนผังการต่อวงจรไฟฟ้า

ขึ้นอยู่กับารออกแบบของแต่ละกลุ่ม

3. ให้อธิบายว่าวงจรไฟฟ้าที่ออกแบบไว้มีการแจ้งเตือนที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่ทรัพย์สินอาจถูกขโมยจากกระเป๋ายังไร โดยใช้ตารางค่าความจริง

ตัวอย่างตารางค่าความจริงที่สร้างเพื่ออธิบาย

เหตุการณ์ที่ 1 กระเป๋าของนักเรียนถูกเปิดออก อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ ใช้ตรวจสอบ แอลดีอาร์	เหตุการณ์ที่ 2 ผู้เปิดกระเป๋าของนักเรียนเป็นผู้อื่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ ใช้ตรวจสอบ สวิตช์เลื่อน	การแจ้งเตือนเมื่อทรัพย์สิน มีโอกาสถูกขโมย ส่งเสียงเตือน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ แสดงผล ออกไฟฟ้า/เปียโซ
ไม่ถูกเปิด(0)	ปิดสวิตช์(0)	ไม่มีเสียงเตือน(0)
ถูกเปิด(1)	ปิดสวิตช์(0)	ไม่มีเสียงเตือน(0)
ไม่ถูกเปิด(0)	เปิดสวิตช์(1)	ไม่มีเสียงเตือน(0)
ถูกเปิด(1)	เปิดสวิตช์(1)	มีเสียงเตือน(1)

4. ผลการต่อวงจรไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบไว้

แนวคำตอบ วงจรไฟฟ้าที่ออกแบบไว้มีการทำงานที่สอดคล้องกับตารางค่าความจริงที่สร้างไว้

แนวคำตอบ ใบบันทึกกิจกรรมที่ 5

ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย

1. ให้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย โดยใช้วงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ตามที่ออกแบบไว้ โดยมีลักษณะการใช้งานที่สัมพันธ์กับกระเป๋าคาดึงอุปกรณ์
ภาพร่างของอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย (ระบุขนาดสัดส่วนของอุปกรณ์ การประกอบชิ้นส่วน)

วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย

แนวคำตอบ

- 1) สวิตช์เลื่อน
 - 2) แอลดีอาร์
 - 3) ลำโพงแบบเปียโซ
 - 4) กระดาษแข็ง
 - 5) สายไฟเส้นเล็ก
 - 6) ชุดแบตเตอรี่(ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน พร้อมกะบะถ่าน)
2. จงอธิบายการทำงานของอุปกรณ์สัญญาณกันขโมยที่สร้างขึ้น มีการทำงานเพื่อแจ้งเตือนอย่างไร

แนวคำตอบ อุปกรณ์สัญญาณกันขโมยใช้สวิตช์เลื่อน (เปรียบเสมือนอินพุตของวงจร) เพื่อใช้เปิด-ปิดวงจรของอุปกรณ์ เพื่อใช้จำแนกว่าผู้ที่เปิดกระเป๋าคาดึงหรือผู้อื่น โดยตำแหน่งของสวิตช์มีการออกแบบให้สัมพันธ์กระเป๋าคาดึงรูปแบบและการทำงาน เจ้าของกระเป๋าคาดึงตำแหน่งสวิตช์ ดังนั้น ก่อนเปิดกระเป๋าคาดึงสามารถปิดสวิตช์ (เปิดวงจร) เพื่อไม่ให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปยังอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่ต่อในวงจรแบบอนุกรม บัชเซอร์หรือลำโพงเปียโซจึงไม่ทำงานหรือส่งเสียงแจ้งเตือน

เมื่อเจ้าของเปิดสวิตช์ (ปิดวงจร) ให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านสวิตช์ไปยังอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นได้ แต่ไม่มีผู้ใดเปิดกระเป๋าคาดึงในวงจรไฟฟ้าจะมีค่าความต้านทานสูง กระแสไฟฟ้าจึงเคลื่อนที่ผ่านได้น้อย หรือไม่เคลื่อนที่ผ่าน บัชเซอร์หรือลำโพงแบบเปียโซ จึงไม่ทำงานหรือส่งเสียงแจ้งเตือน ในทางกลับกัน หากกระเป๋าคาดึงถูกเปิดและมีแสงไปกระทบแอลดีอาร์ ทำให้แอลดีอาร์มีความต้านทานน้อยลง กระแสไฟฟ้าจึงเคลื่อนที่ครบวงจร บัชเซอร์หรือลำโพงแบบเปียโซ จึงทำงานหรือส่งเสียงแจ้งเตือน

ผลการทดสอบและประเมินผลอุปกรณ์สัญญาณกันขโมย

แนวคำตอบ อุปกรณ์สัญญาณกันขโมยทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้

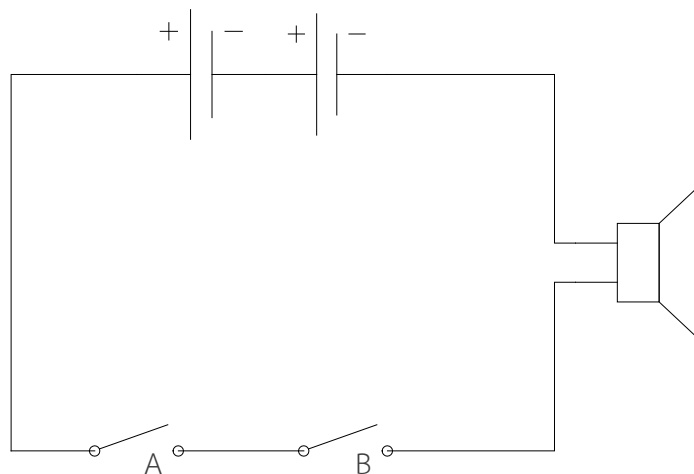
แนวคำตอบ คำถามท้ายกิจกรรม

- นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมนี้ไปออกแบบวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เพื่อช่วยเตือนเจ้าของบ้านหรือผู้อยู่อาศัยในบ้าน เมื่อมีโจรขึ้นบ้าน และเข้ามาทางประตู หรือหน้าต่างได้อย่างไร

แนวคำตอบ นักเรียนอาจออกแบบวงจร โดยสร้างตารางค่าความจริงจากข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ เช่น หน้าต่างมีการถูกเปิดออก ผู้ที่เปิดหน้าต่างไม่ใช่ผู้อยู่อาศัย แล้วนำมาสร้างตารางค่าความจริง

หน้าต่างมีการถูกเปิดออก	ผู้ที่เปิดหน้าต่างไม่ใช่ผู้อยู่อาศัย	มีการแจ้งเตือน
ไม่	ไม่	ไม่
ไม่	ใช่	ไม่
ใช่	ไม่	ไม่
ใช่	ใช่	ใช่

จากตารางค่าความจริง จะมีการแจ้งเตือนเมื่อหน้าต่างถูกเปิดโดยผู้อื่นที่ไม่ใช่ผู้อยู่อาศัยในบ้าน โดยจะต้องเกิดทั้งสองเหตุการณ์ จากตารางค่าความจริงที่สร้าง สามารถนำมาออกแบบวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่มีรูปแบบการต่อวงจรที่มีการตัดสินใจแบบแอนด์เกต และเลือกใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ทราบว่าหน้าต่างมีการถูกเปิดออก เช่น เลือกใช้สวิตช์ (A) ที่มีการทำงาน (on) เมื่อหน้าต่างเปิด และเลือกใช้สวิตช์ปิด-เปิดวงจร(B) เมื่อใช้จำแนกว่าผู้ที่เปิดหน้าต่างเป็นผู้อยู่อาศัยในบ้าน หรือเป็นผู้อื่น โดยมีการแจ้งเตือนการทำงานของวงจรด้วยกริ่งเสียง ซึ่งแสดงด้วยวงจรไฟฟ้าดังรูป



สวิตช์ (A) ที่มีการทำงาน on หรือปิดวงจร เมื่อหน้าต่างเปิด และทำงาน off หรือเปิดวงจร เมื่อหน้าต่างปิด ติดไว้ที่บริเวณหน้าต่าง

สวิตช์ (B) ใช้ปิด-เปิดวงจร เพื่อจำแนกผู้ที่เปิดหน้าต่างเป็นผู้ที่อยู่อาศัยในบ้าน หรือเป็นผู้อื่น เช่น ถ้าผู้อยู่อาศัยต้องการเปิดหน้าต่าง ก็อาจทำให้สวิตช์ B ปิด(เปิดวงจร)เพื่อไม่ให้มีกระแสไฟฟ้าผ่าน กริ่งเสียงก็จะมีเสียงแจ้งเตือน

สามารถแสดงการทำงานของวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ในรูปของตารางที่สอดคล้องกับตารางค่าความจริงที่วิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องข้างต้นได้ดังนี้

สวิตช์ A	สวิตช์ B	กริ่งเสียง
หน้าต่างปิด(วงจรเปิด)	สวิตช์ปิด(วงจรเปิด)	ไม่มีเสียง
หน้าต่างปิด(วงจรเปิด)	สวิตช์เปิด(วงจรปิด)	ไม่มีเสียง
หน้าต่างเปิด(วงจรปิด)	สวิตช์ปิด(วงจรเปิด)	ไม่มีเสียง
หน้าต่างเปิด(วงจรปิด)	สวิตช์เปิด(วงจรปิด)	มีเสียงแจ้งเตือน

คณะกรรมการนโยบายการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1. คณะกรรมการอำนวยการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ประกอบด้วย
 - 1.1 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ ประธานกรรมการ
 - 1.2 รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงศึกษาธิการ รองประธานกรรมการ
(พลเอก สุรเชษฐ์ ชัยวงศ์)
 - 1.3 รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงศึกษาธิการ รองประธานกรรมการ
(นายแพทย์ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์)
 - 1.4 เลขาธิการรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ กรรมการ
 - 1.5 ปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กรรมการ
 - 1.6 เลขาธิการสภาการศึกษา กรรมการ
 - 1.7 เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรรมการ
 - 1.8 เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กรรมการ
 - 1.9 เลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรรมการ
 - 1.10 เลขาธิการสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษา กรรมการ
ตามอัธยาศัย
 - 1.11 เลขาธิการคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรรมการ
 - 1.12 ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรรมการ
 - 1.13 ผู้อำนวยการโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ กรรมการ
 - 1.14 ผู้แทนสำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรรมการ
 - 1.15 ผู้อำนวยการสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กรรมการและเลขานุการ
สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ
 - 1.16 หัวหน้ากลุ่มพัฒนานโยบาย สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กรรมการ
สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ และผู้ช่วยเลขานุการ
 - 1.17 ผู้แทนกลุ่มพัฒนานโยบาย สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กรรมการ
สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ และผู้ช่วยเลขานุการ
2. คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ประกอบด้วย
 - 2.1 ผู้อำนวยการโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ ประธานกรรมการ
 - 2.2 ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ รองประธานกรรมการ
และเทคโนโลยี (นางสาววนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์)
 - 2.3 ผู้แทนเลขาธิการสภาการศึกษา กรรมการ

2. คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ประกอบด้วย (ต่อ)

- | | | |
|------|---|--------------------------------|
| 2.4 | ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา | กรรมการ |
| 2.5 | ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา | กรรมการ |
| 2.6 | ผู้แทนเลขาธิการสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย | กรรมการ |
| 2.7 | ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน | กรรมการ |
| 2.8 | ผู้แทนเลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการสำนักงานนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | กรรมการ |
| 2.9 | ผู้แทนผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | กรรมการ |
| 2.10 | ผู้แทนสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | กรรมการและเลขานุการ |
| 2.11 | ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้
สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา | กรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| 2.12 | ผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน | กรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |

3. คณะกรรมการขับเคลื่อนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา ประกอบด้วย

- | | | |
|-----|--|--------------------------------|
| 3.1 | เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน | ประธานกรรมการ |
| 3.2 | ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(นางกัญญ์ณรัณ สุวดีสว่าง) | 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 | นายพิเชษฐ จัปจิตต์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน | กรรมการและเลขานุการ |
| 3.9 | นายณพพร แสงอาทิตย์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน | กรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |

คณะกรรมการจัดทำคู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

คณะที่ปรึกษา

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

คณะกรรมการจัดทำคู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

1. นางเบญจวรรณ	ศรีเจริญ	ผู้อำนวยการสาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
2. นายวัฒน	วัฒนากุล	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
3. ดร.นิพนธ์	จันเลน	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
4. นางสาวสุนิสา	สมสมัย	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
5. นางสาวกมลนารี	ลายคราม	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
6. นางอรนิษฐ์	โชคชัย	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
7. นางสาวสมรศรี	กันภัย	สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก สสวท.
8. ดร.อลงกต	ใหม่ด้วง	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
9. นางสาวสุนันทา	ศรีโสภณ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
10. ดร.รณชัย	ปานะโปย	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
11. นางสาวดนิดา	ชื่นอารมณ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
12. นางสาวพิลาลักษณ์	ทองทิพย์	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
13. นางสาวสิริวรรณ	จันทร์กุล	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
14. นายพีรพล	ศิริเมืองมณีย	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
15. นางสาวสุทธิดา	บุญทวี	สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท.
16. นางสาวทัศนีย์	กรทอง	สาขาคอมพิวเตอร์ สสวท.

คณะกรรมการจัดทำคู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

1. ดร.วนิดา	ธนประโยชน์ศักดิ์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท.
2. ดร.สุพรรณิ	ชาญประเสริฐ	ผู้อำนวยการสาขาเคมี สสวท.
3. นายสุพจน์	วุฒิโสภณ	ผู้อำนวยการสาขาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สสวท.
4. นายราม	ติวารี	ผู้อำนวยการสาขาฟิสิกส์ สสวท.
5. ดร.รชยา	ศรีสุริฉิน	ผู้อำนวยการสาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท.

คณะกรรมการจัดทำคู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (ต่อ)

6. นายพรพจน์	พุ่มวันเพ็ญ	ผู้อำนวยการสาขาคอมพิวเตอร์ สสวท.
7. นายชาญณรงค์	พูลเพิ่ม	สาขาเคมี สสวท.
8. ดร.ปฐนิกา	พระพุทธรุณ	สาขาเคมี สสวท.
9. นายเดชทัต	เรืองธรรม	สาขาเคมี สสวท.
10. นางกมลวรรณ	พถุณินันท์กุล	สาขาเคมี สสวท.
11. นางสาวอรสา	ชูสกุล	สาขาชีววิทยา สสวท.
12. นางสาววิลาส	รัตนานุกุล	สาขาชีววิทยา สสวท.
13. ดร.ปาริวัรี	เล็กประเสริฐ	สาขาชีววิทยา สสวท.
14. นางสาวปณยาพร	บริเวธานันท์	สาขาชีววิทยา สสวท.
15. นายรังสรรค์	ศรีสาคร	สาขาฟิสิกส์ สสวท.
16. ดร.ณัฐธิดา	พรหมยอด	สาขาฟิสิกส์ สสวท.
17. นางสาวธัมภา	ศรีบางพลี	สาขาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สสวท.
18. นางสาววิชุดา	กลับแสง	สาขาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สสวท.
19. ว่าที่ร้อยตรีภูริวัจน์	จิราตันดิพัฒน์	สาขาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สสวท.
20. นางนวลจันทร์	ฤทธิ์ชำ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท.
21. นายพัฒนชัย	รวีวรรณ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท.
22. นางสาวภิญญาตา	กลับแก้ว	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท.
23. นายขจิต	เมตตาเมธา	สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท.
24. นายนิรมิษ	เพียรประเสริฐ	สาขาคอมพิวเตอร์ สสวท.

คณะกรรมการการจัดทำหนังสือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6

1. รศ.ธีรวัฒน์	ประกอบผล	คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. รศ.ดร.สัญญา	มิตรเอม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
3. ผศ.ดร.พลกฤต	กฤษไมตรี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. ดร.วนิดา	ธนประโยชน์ศักดิ์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท.
5. นายบุญวิทย์	รัตนทิพยาภรณ์	สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท.
6. นางกมลวรรณ	พถุณินันท์กุล	สาขาเคมี สสวท.
7. นางสาวปณยาพร	บริเวธานันท์	สาขาชีววิทยา สสวท.



สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

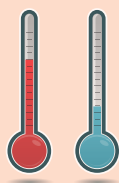


สะเต็มศึกษา



Science Technology Engineering
and Mathematics Education
(STEM Education)

แนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการ
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และ คณิตศาสตร์
ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือ
ผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21



Empower world class
teaching & learning experiences

