หลักสูตร

การจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สำหรับครู

โครงการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการ
ข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล

Development of STEM Education based Transdisciplinary
Intergration Curriculum with Digital Technology

หลักสูตรการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สำหรับครู

โครงการการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษา ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM)

คำนำ

คู่มือโครงการการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education) เล่มนี้ จัดทำสำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการผ่านห้องเรียนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานโครงการ สร้างความเข้าใจเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติจริงให้ได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ โครงการการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อพัฒนาหลักสูตรสำหรับการบริหารจัดการการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล สำหรับศึกษานิเทศก์ และผู้บริหารสถานศึกษาให้มีแนวทางในการนิเทศติดตามอย่างต่อเนื่อง และเพื่อพัฒนาความเข้าใจและปฏิบัติการสอนของครูประจำการด้านการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานคณะทำงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือโครงการการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในเพื่อการพัฒนาหลักสูตรพัฒนาวิชาชีพครูให้สามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการออกแบบจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระตามแนวทางสะเต็มศึกษา ให้เกิดประสิทธิภาพตามเจตนารมณ์ของคณะทำงาน

ผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	**หน้า**
คำนำ	ก
1. ที่มาและความสำคัญของหลักสูตรการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education)	1
2. เป้าหมาย	
2.1 เชิงปริมาณ	2
2.2 เชิงคุณภาพ	2
3. วัตถุประสงค์	3
4. กรอบแนวคิดการพัฒนาหลักสูตร	
4.1 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK)	3
4.2 แนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (Integration Instruction)	8
4.3 สมรรถนะนักเรียน (Student's Competency)	15
4.4 สะเต็มศึกษา (STEM Education)	22
5. องค์ประกอบหลักสูตรหลักสูตรการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1	
5.1 โครงสร้างหลักสูตร	30
ส่วนที่ 1 พื้นฐานเทคโนโลยีดิจิทัล	30
ส่วนที่ 2 บทเรียนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล	32
6. แนวทางการใช้หลักสูตรตามโครงการการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM)	
6.1 การพัฒนาศักยภาพบุคลากร	33
6.1.1 แนวทางการอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับผู้บริหารสถานศึกษาและศึกษานิเทศก์	33

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

6.1.2 แนวทางการอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับครูผู้สอนและนักเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 35

6.1.2.1 หลักสูตรการอบรมการจัดการเรียนรู้โดยการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล โมดูล 1-6 35

6.1.2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับครู โมดูล 7-9 39

6.2 การวัดและประเมินผลนักเรียน 42

6.3 การประเมินหลักสูตร 42

7. หน่วยการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM)

7.1 ส่วนที่ 2 บทเรียนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล 43

โมดูลที่ 7 เรื่อง เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ 44

โมดูลที่ 8 เรื่อง บ้านของฉัน 118

โมดูลที่ 9 เรื่อง Electric Dough 215

เอกสารอ้างอิง 331

คณะผู้จัดทำ 338

1. ที่มาและความสำคัญของการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education)

โลกแห่งการศึกษาได้พัฒนาก้าวหน้าทั้งทางด้านวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน ครู และวิธีการสอนของครู การใช้เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนจะมีการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น สร้างสรรค์และท้าทาย การใช้ปัญหาเป็นโจทย์ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ไข เกิดการสร้างทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ 3R8C ขึ้นมา อย่างแรกคือ 3R คือทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อผู้เรียนทุกคน มีดังนี้ Reading คือ สามารถอ่านออก (W) Riting คือ สามารถเขียนได้ (A) Rithmatic คือ มีทักษะในการคำนวณ และ 8C ซึ่งเป็นทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นเช่นกัน ซึ่งทุกทักษะสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนรู้ได้ทุกวิชา มีดังนี้ Critical Thinking and Problem Solving คือ มีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถแก้ไขปัญหาได้ Creativity and innovation คือ การคิดอย่างสร้างสรรค์และคิดเชิงนวัตกรรม Cross-cultural Understanding คือ ความเข้าใจในความแตกต่างของวัฒนธรรมและกระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม Collaboration Teamwork and Leadership คือ ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะความเป็นผู้นำ Communication Information and Media Literacy คือ มีทักษะในการสื่อสารและการรู้เท่าทันสื่อ Computing and IT Literacy คือ มีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี Career and Learning Skills คือ มีทักษะอาชีพและการเรียนรู้ และ Compassion คือมีความเมตตากรุณามีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย ทักษะทั้งหมดที่ได้กล่าวมาเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในยุคการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 เป็นอย่างมากซึ่งมีความแตกต่างจากการเรียนรู้ในสมัยก่อน เป้าหมายและการจัดการเรียนการสอนมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยเน้นกระบวนการคิด ดังนั้นการเรียนรู้ในปัจจุบันจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงเหมาะสมกับกระบวนทัศน์ของการเรียนรู้ใหม่ การเรียนรู้ต้องเกิดขึ้นได้ตลอดชีวิตและทุกช่วงเวลาของผู้เรียน การรู้เทคโนโลยีเป็นจึงเป็นเครื่องมือสำคัญกับการเตรียมความพร้อมของพลเมืองไทยในศตวรรษที่ 21 ที่ถือว่าเป็นยุคของดิจิทัล และสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่สนับสนุนหน่วยงานในสังกัดนำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการการศึกษา และการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมสมรรถนะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 บทบาทหน้าที่ของครู จึงเปลี่ยนแปลงเป็นผู้กระตุ้นและผู้อำนวยความสะดวก ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพ จากการเปลี่ยนแลงดังกล่าวส่งผลให้

การผลิตและพัฒนาความเชี่ยวชาญของครูวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็น โครงการวิจัยนี้ตระหนักถึงความสำคัญกับการพัฒนาหลักสูตรเชิงบูรณาการตามแนวการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) โดยใช้กิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีการเน้นการนำไปสู่การปฏิบัติในห้องเรียนเพื่อสร้างห้องเรียนฐานสมรรถนะ การศึกษาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการพัฒนาการวิธีสอนแบบบูรณาการในกลุ่ม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นการสร้างองค์ความรู้วัฒนธรรมเชิงสังคม การเรียนรู้แบบลงมือกระทำ การแก้ปัญหา การหาข้อมูล การทำโครงงาน การคิดสร้างสรรค์ การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เป็นสิ่งที่ครูควรมีบทบาทการพัฒนาความสามารถในการเตรียมเด็กเข้าสู่โลกของเทคโนโลยี สะเต็มศึกษาเป็นการศึกษาที่ช่วยพัฒนาคนในอนาคต ทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้ด้วยตนเอง เปลี่ยนการเรียนแบบท่องจำเป็นการเรียนรู้แบบการลงกระทำ การทดลอง สืบค้นและใช้อุปกรณ์เป็นการพัฒนานักเรียนให้ฝึกคิด มีความสามารถ สนุก และสนใจในวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์กระบวนการพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษาฯ นี้จะควบคู่กับ

กระบวนการวิจัยเพื่อพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อให้กระบวนการผลิตและพัฒนาครูมีศักยภาพเพิ่มขึ้น ส่งเสริมความสามารถในการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (2542) และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พ.ศ. 2545 ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกต่อผู้เรียน ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมที่ครูผู้สอนควรปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดทำแผนการเรียนรู้และหน่วยการเรียนรู้ และการปฏิบัติการสอน กล่าวคือ การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นกระบวนการที่สะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยผ่านกระบวนการสืบเสาะ กิจกรรมการคิดและการปฏิบัติของผู้เรียนเชิงรุก กระบวนการแก้ปัญหา การจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง กิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

ดังนั้นเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้เพื่อการพัฒนาหลักสูตรพัฒนาวิชาชีพครูให้สามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการออกแบบจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระตามแนวทางสะเต็มศึกษา และการบริหารจัดการของผู้ที่เข้ามาเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาตามแนวคิดการพัฒนาทั้งระบบโรงเรียน (Whole School Approach: WSA) เพื่อให้เกิดผลที่คาดหวังตามเป้าหมายที่โรงเรียนกำหนด โดยมีการดำเนินการครอบคลุมทุกองค์ประกอบของโรงเรียนในทุกขั้นตอนของกระบวนการ และอาศัยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนร่วมเกี่ยวข้องกับทุกฝ่ายเพื่อเป็นแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการโรงเรียนที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาภายในโรงเรียน การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลร่วมการจัดการเรียนรู้

2. เป้าหมาย

2.1 เชิงปริมาณ

1) พัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สำหรับโรงเรียนในเครือข่ายจำนวน 148 โรงเรียน

2) พัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3) ส่งเสริม พัฒนา ศึกษานิเทศก์ และผู้บริหารสถานศึกษาให้มีแนวทางในการบริหารจัดการเรียนรู้ การนิเทศ ติดตาม ประเมินผล

4) ส่งเสริม พัฒนา ครูผู้สอนโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ ให้มีองค์ความรู้และทักษะในการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education)

2.2 เชิงคุณภาพ

1) ครูผู้สอน นักเรียน มีองค์ความรู้ และทักษะในการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียน

2) ครูผู้สอน นักเรียน มีหลักสูตร และ Application ที่เป็นเครื่องมือ สำหรับการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3) รายงานการศึกษา รูปแบบการบริหารจัดการ การพัฒนา การส่งเสริม และการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3. วัตถุประสงค์

3.1 เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education) ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.2 เพื่อพัฒนาความเข้าใจและปฏิบัติการสอนของครูประจำการด้านการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.3 เพื่อพัฒนาสมรรถนะหลักและความฉลาดรู้ของนักเรียนในด้านการคิดแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ (Problem Solving and Creativity) การรวมพลังทำงานเป็นทีม (Teamwork and Collaboration) พลเมืองที่เข้มแข็ง (Active Citizen) และความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล (Digital Literacy)

4. กรอบแนวคิดการพัฒนาหลักสูตร

4.1 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK)

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge : TPACK or TPCK) หมายถึงการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปกับความรู้ด้านการสอนในเนื้อหาวิชาเฉพาะในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนของครู ดังนั้นในการจัดการเรียนการรู้ที่มีประสิทธิภาพนของครูจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาในศาสตร์ที่ถูกต้องแล้วครูต้องสามารถนำความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยี ศาสตร์การสอน และแนวคิดของศาสตร์นั้นมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายของหลักสูตรในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี เป็นการบูรณาการของ 3 องค์ประกอบหลักที่สนับสนุนการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน คือ เนื้อหา แนวคิดของศาสตร์วิชา ศาสตร์การสอน และเทคโนโลยี (Koehler & Mishra, 2008) ที่อธิบายการจัดการเรียนรู้ของครูในการใช้เทคโนโลยีร่วมกับ TPACK เป็นแนวคิดที่อธิบายว่าครูมีความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยีแล้วนำไปผสมกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) อย่างไรจึงสามารถจัดการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ (Koehler, M. J., Mishra, P, & Chain, W., 2013) ซึ่งกรอบแนวคิด TPACK แสดงให้เห็นความสำคัญของการประยุกต์ใช้ความรู้ของครู ความรู้ผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge) เป็นแนวคิดดังกล่าวมีผลต่อการศึกษาความรู้ของครูว่าครูเรียนรู้ที่จะสอนอย่างไร (Learning How to Teach) ทั้งนี้

ความรู้เป็นสิ่งที่จะกำหนดการปฏิบัติการสอนของครู หากครูมีความรู้ดีก็ทาให้เชื่อว่าครูจะสามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ Shulman ได้เสนอแนะให้มีการวิจัยเกี่ยวกับความรู้สำหรับการสอนให้มากขึ้น โดยเขาได้นำบรรยายผลงานที่ชื่อว่า *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching ในการประชุม*วิชาการประจำปีของสมาคมวิจัยทางการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (The 1985 annual meeting of the American Educational Research Association, AERA) และให้เสนอว่าสิ่งที่ขาดหายไปจากกระบวนทัศน์ที่เกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษาและการศึกษาเกี่ยวกับการสอน (missing paradigm) ก็คือ ความรู้ในเนื้อหาของครู โดยเขาได้เสนอว่าความรู้ในเนื้อหาดังกล่าวนี้สามารถแยกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ ความรู้ในเนื้อหาสาระ (Subject Matter Content Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร (Curricular Knowledge) และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge, PCK) โดยในปีต่อมาเขาได้นิยามความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนว่าเป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสอนซึ่งประกอบด้วย 1) ความรู้ในการนำเสนอเนื้อหาสาระเพื่อให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจ และ 2) ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดหรือความรู้เดิมที่พบบ่อยมากที่สุดในหัวข้อหรือบทเรียนที่สอนที่นักเรียนมีมาก่อน

ซึ่งในปี 1978 Shulman ก็ได้พิจารณาแนวคิดเกี่ยวกับความรู้สำหรับการสอนอีกครั้ง โดยเขาได้เสนอว่าความรู้พื้นฐานสำคัญสำหรับการสอน (knowledge-base for Teaching) ประกอบด้วยความรู้ 7 ประเภท ได้แก่ ความรู้ในเนื้อหา (Content Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับการสอน (General Pedagogical Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร (Curriculum Knowledge) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge) ความรู้เกี่ยวนักเรียนและลักษณะของนักเรียน (Knowledge of Learners and Their Characteristics) ความรู้เกี่ยวกับบริบททางการศึกษา (Knowledge of Educational Context) และความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายของการศึกษา (Knowledge of Education Aims) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเป็นความรู้ที่บ่งชี้และบ่งบอกความแตกต่างระหว่างครูผู้สอนเนื้อหากับผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหา เช่น ครูสอนวิทยาศาสตร์แตกต่างกับนักวิทยาศาสตร์

Grossman (1989) ได้พัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนจากผลการวิจัย และเสนอว่าองค์ประกอบของความรู้ดังกล่าวดังต่อไปนี้ 1) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนและแนวคิดคลาดเคลื่อนในวิชาที่สอน 2) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนและการนำเสนอเนื้อหาจากหัวข้อที่สอน 3) แนวคิดเกี่ยวกับว่าการสอนเนื้อหาเฉพาะมีความหมายอย่างไร และ 4) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวัสดุอุปกรณ์หรือแหล่งการเรียนรู้ในหลักสูตร ซึ่งจะเห็นว่าแนวคิดดังกล่าวมีบางส่วนที่เหมือนกับแนวคิดของ Shulman โดยเฉพาะองค์ประกอบที่ 1 2 และ 4 แต่สิ่งที่แตกต่างขึ้นมาก็คือองค์ประกอบที่ 3 ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดหรือความเชื่อของครูเกี่ยวกับต่อสิ่งที่สอน ความเชื่อของครูจะสะท้อนถึงการปฏิบัติการสอนในห้องเรียนว่าครูสอนนักเรียนอย่างไร

Geddis et al. (1993) ได้ขยายแนวคิดและมองว่าความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเป็นการเปลี่ยนรูปแบบของเนื้อหาสาระไปอยู่ในรูปแบบที่ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น โดยกระบวนการเปลี่ยนรูปแบบของเนื้อหานั้นต้องอาศัยความรู้อยู่ 4 ด้าน ก็คือ 1) ความรู้เกี่ยวกับความมรู้เดิมของนักเรียน 2) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนที่มีประสิทธิภาพ 3) ความรู้เกี่ยวกับนำเสนอตัวแทนของเนื้อหา และ 4) ความรู้เกี่ยวกับประเด็น

สำคัญในหลักสูตร โดยทั้ง 4 ด้านต้องหลอมรวมเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันแล้วถูกเปลี่ยนรูปแบบออกมาเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาให้นักเรียนเข้าใจ จากองค์ประกอบทั้ง 4 ด้านนี้ จะเห็นว่า Geddis ได้นำเสนอด้านที่ 4 ได้โดดเด่นและแตกต่างจากนักการศึกษาอื่นๆ ที่ผ่านมา เพราะเขาเชื่อว่าหากครูมีความรู้เกี่ยวกับประเด็นสำคัญในหลักสูตรก็จะทำให้ทราบว่าเนื้อหาใดที่นักเรียนเรียนมาแล้ว นักเรียนจะเรียนเนื้อหาใดต่อไป เนื้อหาที่จะสอนในหลักสูตรอยู่ส่วนใดของเนื้อในรายวิชาทั้งหมด ต้องใช้เวลาประมาณเท่าใดในการสอน เป็นต้น

ต่อมา Magnusson et al. (1999) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ โดยปรับปรุงจากแนวคิดของ Grossman's (1989) และ Tamir (1988) แล้วนิยามความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนว่าเป็นการปรับเปลี่ยนรูปแบบของเนื้อหาสาระ วิธีสอน และบริบท เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ โดยมีองค์กอบ 5 ด้าน ได้แก่ 1) แบบแผนการสอนวิทยาศาสตร์ 2) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ 3) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง 4) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และ 5) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนวิทยาศาสตร์ โดยองค์ประกอบทั้งหมดต้องหลอมรวมกันแล้วเปลี่ยนรูปแบบออกมาในลักษณะของการปฏิบัติการสอนเพื่อทาให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แต่ในปัจจุบันได้มีการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเข้าร่วมกับความรู้ผนวกวิธีสอน โดยส่งเสริมให้ครูนั้นมีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge)

4.1.1 องค์ประกอบของ TPACK ในความรู้ 3 ด้านได้แก่

1) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge) หรือ TK -Technological Knowledge เป็นความรู้ทางด้านเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยความรู้ ทักษะและความสามารถใช้เทคโนโลยีทั้ง hardware และ software ทั่วไปและเทคโนโลยีทางการศึกษาต่างๆ อย่างหลากหลายทั้งในรูปแบบและวิธีการ (2) ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะ การใช้ การจัดการ และการบริหารเทคโนโลยีต่างๆ และ (3) ความสามารถในการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่สามารถบูรณาการเข้าไปยังการเรียนการสอนได้

2) ความรู้ด้านวิธีการสอน (Pedagogical Knowledge) หรือ PK-Pedagogical Knowledge เป็นความรู้ด้านศาสตร์การสอน หมายถึง ความรู้ความสามารถทางด้านการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมแนวคิด เทคนิค กลวิธีการถ่ายถอดความรู้ไปสู่นักเรียน รวมไปถึงกลยุทธ์ หรือกระบวนการ การปฏิบัติ หรือวิธีการที่ใช้ในการการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย และวิธีการสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งความเข้าใจในหลักสูตร หลักการออกแบบการจัดการเรียนการสอน การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

3) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) หรือ CK-Content Knowledge (ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในเรื่องเนื้อหาตามศาสตร์วิชาที่ครูเชี่ยวชาญ ประกอบด้วย (1) ความรู้ความเข้าใจด้านตัวองค์ความรู้ สาระ ข้อมูล แนวคิด หลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาการในหลักสูตรที่ต้องการที่จะถ่ายทอดไปยังนักเรียน เช่น คณิตศาสตร์ ภาษาไทย วิทยาศาสตร์ หรือวิชาอื่น ๆ ต้องมีความถูกต้องตาม

แนวคิดและเป็นปัจจุบัน และ (2) ความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของความรู้นั้นและการได้มาซึ่งความรู้นั้นจากการการสืบเสาะ

4.1.2 กรอบแนวคิดการบูรณาการองค์ประกอบความรู้แต่ละด้าน ของ 3 องค์ประกอบข้างต้น ได้แก่

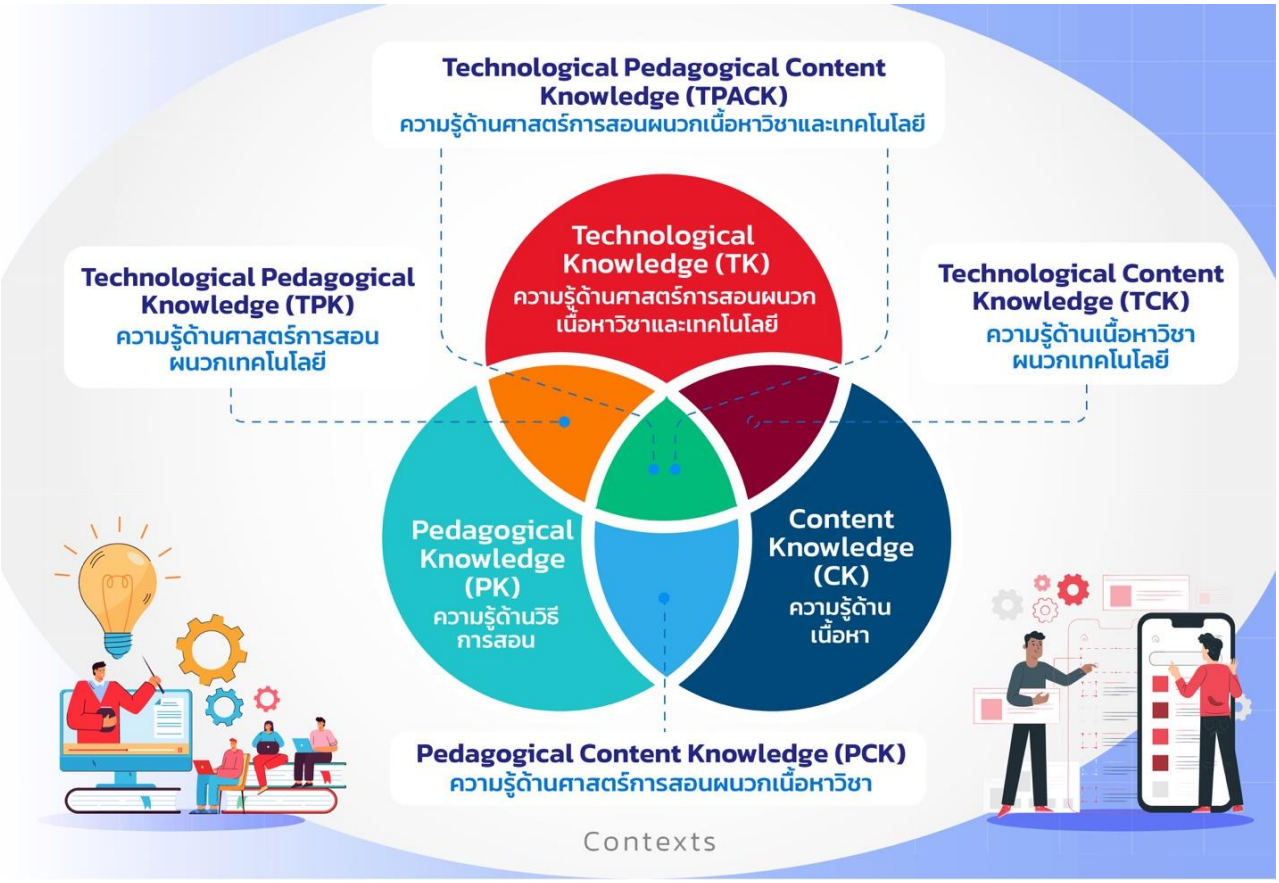
1) ความรู้ด้านศาสตร์การสอนผนวกเนื้อหาวิชา (Pedagogical Content Knowledge: PCK) เป็นครูมีความรู้ความสามารถในด้านการนำเอาวิธีการ กระบวนการ มาจากการเนื้อหา เรื่องการเรียนการสอนและการเรียนรู้ของนักเรียน

2) ความรู้ด้านศาสตร์การสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) เป็นของครูที่สามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวิธีการสอนเข้ามาช่วยในกระบวนการเรียนการสอน ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การใช้แอปพลิเคชันจำลองโมเดลการร่วมกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์สร้างวิธีการเรียนแบบออนไลน์ สร้างห้องเรียนบนคลาวด์ สร้างรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันในรูปแบบของ MOOC เป็นต้น

3) ความรู้ด้านเนื้อหาวิชาผนวกเทคโนโลยี (Technological Content Knowledge) หมายถึง ครูมีความสามารถและมีความรู้ทางด้านการใช้เทคโนโลยีเพื่อการจัดการเนื้อหา การแสวงหาความรู้ การนำความรู้ที่อยู่บนคลาวด์มาใช้ให้เกิดประโยชน์

4) ความรู้ด้านศาสตร์การสอนผนวชเนื้อหาวิชาและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) หมายถึง ครูมีความรู้ในเรื่องผสมผสานของการใช้เทคโนโลยีทางด้านต่างๆ โดยเฉพาะทาง ICT เพื่อการจัดการเรียนการสอน กระบวนการจัดการเรียนรู้ การใช้เนื้อหาในโลกดิจิตอล เพื่อประสิทธิภาพของการเรียนรู้ ทำให้ลดระยะเวลาการเรียนรู้ เรียนรู้ได้มาก และมีต้นทุนต่ำ

กรอบแนวคิด TPACK นอกจากการอธิบายการบูรณาการเทคโนโลยีมาสู่การเรียนการสอนและการเรียนรู้ว่ามีความเกี่ยวข้องกันระหว่างศาสตร์การสอน เนื้อหาวิชาและเทคโนโลยียังมีความสำคัญกับความเฉพาะเจาะจงที่ยังสอดคล้องกับบริบทที่ครูปฏิบัติการสอน แสดงด้วยวงกลมโรยที่เป็นเส้นปะ ตามภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิด TPACK

ระดับของการบูรณาการเทคโนโลยีที่บูรณาการเข้าไปในการเรียนรู้

ลักษณะรูปแบบการเรียนรู้	การบูรณาการระดับเริ่มต้น (Entry)	การบูรณาการระดับรับมาใช้ (Adoption)	การบูรณาการระดับประยุกต์ใช้ (Adaptation)	การบูรณาการระดับเพิ่มผสาน (Infusion)	การบูรณาการระดับปฏิรูป (Transformation)
การเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active) : ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้	รับข้อมูลข่าวสารหรือสารสนเทศจากเทคโนโลยีโดยตรง	ใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการเรียนรู้โดยอาศัยขั้นตอนหรือคู่มือที่ระบุให้	ใช้เครื่องมือเทคโนโลยีตามคู่มืออย่างมีอิสระมากขึ้นโดยมีตัวเลือกให้เลือกหรือสืบค้นในบางครั้ง	มีตัวเลือกเป็นเครื่องมือเทคโนโลยีในการเรียนรู้โดยให้โดยผู้เรียนตัดสินใจเอง	ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้อย่างกว้างขวางโดยไม่มีตำราหรือคู่มือให้
การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Collaborative) : ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น	ผู้เรียนใช้เครื่องมือเป็นรายบุคคลเพื่อศึกษาสารสนเทศ	เรียนรู้ร่วมกันผ่านการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีตามคู่มือหรือตำรา	ร่วมมือร่วมใจในการใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ โดยสามารถตัดสินใจหรือมีทางเลือกในการสืบค้นเพิ่มเติมบ้าง	มีเครื่องมือเทคโนโลยีให้เลือกใช้อย่างหลากหลายผ่านการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ	ร่วมมือร่วมใจกับเพื่อนและแหล่งเรียนรู้ภายนอกโดยมีการเรียนรู้ที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการเรียนรู้
การเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructive) : ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ผ่านเทคโนโลยี	ใช้เทคโนโลยีถ่ายทอดข้อมูลหรือสารสนเทศให้ผู้เรียนโดยตรง	มีการแนะนำหรือมีตำรา/คู่มือการใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างองค์ความรู้	มีอิสระในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีโอกาสเลือกและสืบค้นในบางครั้ง	มีตัวเลือกในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการสร้างองค์ความรู้เป็นประจำ	ใช้เครื่องมือเทคโนโลยีอย่างกว้างขวางโดยไม่มีตำราหรือคู่มือให้ เพื่อสร้างองค์ความรู้
การเรียนรู้ที่เน้นสภาพจริง (Authentic) : ผู้เรียนเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่โลกนอกห้องเรียนผ่านเทคโนโลยี	ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ แต่ไม่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง	มีการแนะนำการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ด้วยบริบทแบบมีความหมายต่อผู้เรียน	มีอิสระในการใช้เทคโนโลยีในกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตของผู้เรียน โดยมีโอกาสเลือกและสืบค้นในบางครั้ง	มีตัวเลือกในการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีอย่างเป็นประจำในกิจกรรมที่มีความหมายต่อผู้เรียน	ใช้เทคโนโลยีเป็นนวัตกรรมในกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นสูงที่เชื่อมโยงบริบทระดับท้องถิ่นหรือระดับโลก
การเรียนรู้ที่ใช้เป้าหมายเป็นตัวขับเคลื่อน (Goal directed) : ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ โดยเป็นเครื่องมือที่ช่วยกำหนดเป้าหมาย กระบวนการและการประเมิน	มีคู่มือการใช้เทคโนโลยีทีละขั้นเพื่อทำงานและติดตามการทำงาน	มีคู่มือหรือขั้นตอนเพื่อใช้เครื่องมือในการวางแผน ทำงานและติดตามการทำงาน	ใช้เครื่องมืออย่างมีความหมายเพื่อวางแผน ทำงานและติดตามการทำงานโดยผู้เรียนมีโอกาสเลือกและสืบค้นเพิ่มเติมในบางครั้ง	ใช้เครื่องมือในการวางแผนทำงานและติดตามการทำงานด้วยความยืดหยุ่นและกลมกลืนไปกับการทำงาน	ใช้เครื่องมืออย่างกว้างขวางหรือใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในขั้นสูงเพื่อวางแผน ทำงานและติดตามการทำงาน

อ้างอิงจาก สุทธิดา จำรัส. (2563). การเรียนรู้ที่บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยี (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

4.2 แนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการ (Integration Instruction)

การสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องจากศาสตร์ต่างๆ ของรายวิชาเดียวกันหรือรายวิชาต่างๆ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความคิดรวบยอดของศาสตร์ต่างๆ มาใช้ในชีวิตจริงได้ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integrated Learning Management) หมายถึง กระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามความสนใจ ความสามารถ โดยเชื่อมโยงเนื้อหาสาระของศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สามารถนำความรู้ ทักษะ และ เจตคติไปสร้างงาน แก้ปัญหาและใช้ในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง โดยมีลักษณะสำคัญดังนี้ (ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ, 2564)

1. การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้จากศาสตร์ที่หลากหลายเพราะสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันนั้นจะเป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กันกับศาสตร์ในสาขาต่างๆ ที่ต้องผสมผสานกันทำให้นักเรียน
2. ที่เรียนรู้ศาสตร์เดี่ยว ๆ มาไม่สามารถนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะช่วยให้สามารถนำความรู้ ทักษะจากหลายๆ ศาสตร์มาแก้ปัญหาได้กับชีวิตจริง
3. การจัดการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงความคิดรวบยอดของศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer of learning) ทำให้ผู้เรียนมองเห็นประโยชน์ของสิ่งที่เรียนและนำไปใช้จริงได้
4. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหารายวิชาต่างๆ ในหลักสูตรจึงทำให้ลดเวลาในการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างลงได้ แล้วไปเพิ่มเวลาให้เนื้อหาใหม่ๆ เพิ่มขึ้น
5. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะตอบสนองต่อความสามารถในหลายๆ ด้านของผู้เรียนช่วยสร้างความรู้ ทักษะและเจตคติ “แบบพหุปัญญา” (Multiple intelligence)
6. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้โดยผู้เรียน (Constructivism) ที่กำลังแพร่หลายในปัจจุบัน

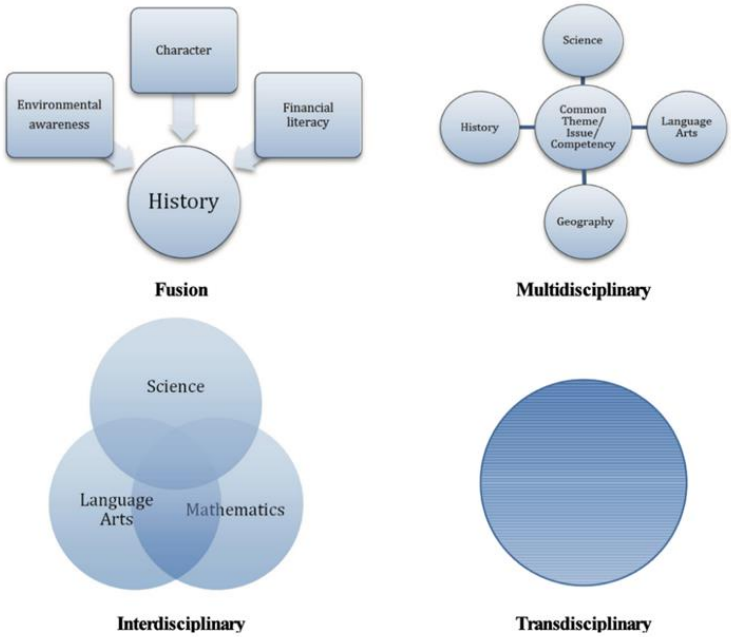
การเรียนการสอนแบบบูรณาการจะให้ความสำคัญแก่นักเรียนในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเป้าหมายสูงสุดคือการพัฒนานักเรียนให้มีความสำคัญของการบูรณาการไว้ว่าการบูรณาการนั้นผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้หลากหลายเพราะว่าความคิดรวบยอดในแต่ละเรื่องที่ผู้สอนจะเปลี่ยนแปลงไปตามความสนใจของนักเรียนแต่ละคนการเรียนแบบบูรณาการจะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนและมีความเข้าใจมากขึ้นการบูรณาการมีความสำคัญเนื่องจากเป็นแนวทางที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตและสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้เพื่อการแก้ไขการดำเนินชีวิตแห่งตนการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นอย่างเป็นองค์รวม

4.2.1 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไว้ว่าเป็นการเชื่อมโยงวิชาหรือศาสตร์ต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งมีลักษณะใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากขึ้น ได้แก่

1. บูรณาการระหว่างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ ปัจจุบันเนื้อหาความรู้มีมากมายที่จะต้องเรียนรู้หากไม่ใช้วิธีการเรียนรู้ที่ทันสมัยมาใช้จะทำให้เรียนรู้ไม่ทันตามเวลาที่กำหนดได้ จึงต้องมีการนำวิธีการจัดการเรียนรู้ใหม่ๆ มาใช้ เช่น การสอนโดยวิธีการบอกเล่า การท่องจำจะทำให้ได้ปริมาณความรู้หรือเนื้อหาสาระไม่เพียงพอกับสิ่งที่ต้องเรียนรู้ จึงต้องเลือกใช้กระบวนการเรียนรู้ใหม่ๆ ที่เหมาะสม
2. บูรณาการระหว่างพัฒนาการความรู้และทางจิตใจ การเรียนรู้ที่ดีนั้นผู้เรียนต้องมีความอยากรู้อยากเรียนด้วย ดังนั้นการให้ความสำคัญแก่เจตคติ ค่านิยม ความสนใจและสุนทรียภาพแก่ผู้เรียนในการแสวงหาความรู้ ก่อให้เกิดความซาบซึ้งก่อนลงมือศึกษาซึ่งเป็นการจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี
3. บูรณาการระหว่างความรู้และการกระทำ การเรียนรู้ที่สามารถนำความรู้สู่การปฏิบัติได้นั้นถือเป็นการดีมาก ดังนั้นการให้ความสำคัญระหว่างองค์ความรู้ที่ศึกษากับการนำไปปฏิบัติจริงโดยนำความรู้ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง
4. บูรณาการระหว่างสิ่งที่เรียนรู้ในโรงเรียนและชีวิตประจำวัน การตระหนักถึงความสำคัญแห่งคุณภาพชีวิต เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้วต้องมีความหมายและคุณค่าต่อชีวิตของผู้เรียนอย่างแท้จริง
5. บูรณาการระหว่างวิชาต่างๆ เพื่อให้เกิดความรู้ เจตคติและการกระทำที่เหมาะสมกับความต้องการ ความสนใจของผู้เรียนอย่างแท้จริง ตอบสนองต่อคุณค่าในการดำรงชีวิตของผู้เรียน

4.2.2 รูปแบบของการบูรณาการ (Model of integration) โดยใช้พิจารณาจำนวนครูและรายวิชาที่นำมาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สามารถจัดได้ 4 รูปแบบ ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 รูปแบบของการบูรณาการ (Model of integration)

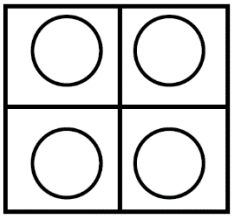
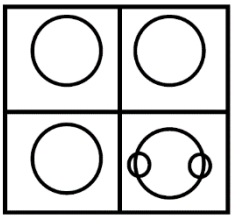
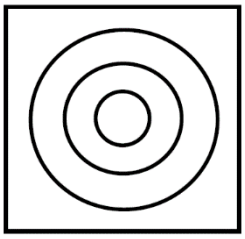
1. การบูรณาการแบบสอดแทก (Infusion) การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ครูออกแบบโดยนำเนื้อหาของวิชาต่าง ๆ มาสอดแทรกในจัดการเรียนรู้ของรายวิชาของตนเองและปฏิบัติการสอนโดยครูเพียง 1 ท่านในรายวิชาของตนเอง

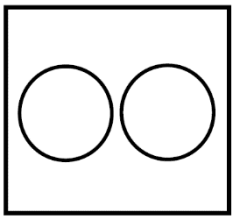
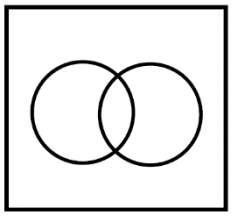
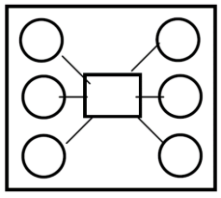
2. การบูรณาการแบบขนาน (Parallel) การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยครูแต่ละท่านปฏิบัติการสอนในรายวิชาของตนเอง แต่จะมาวางแผน ตัดสินใจร่วมกันในการออกแบบจัดแผนการเรียนรู้และจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยอยู่ภายใต้หัวเรื่อง (Theme) ความคิดรวบยอด (Concept) และปัญหา (Problem) เดียวกัน

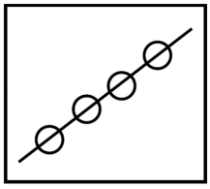
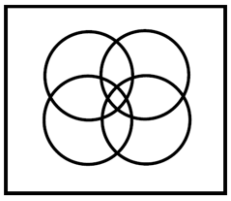
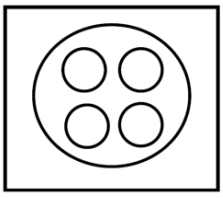
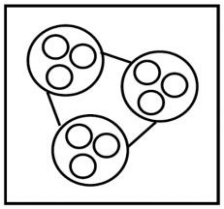
3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Multidiscipline) การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยครูแต่ละท่านปฏิบัติการสอนในรายวิชาของตน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองเป็นส่วนใหญ่มาวางแผนการสอนร่วมกันเพื่อให้งานหรือโครงการที่มีหัวเรื่องกันสำเร็จโดยนักเรียนมีแนวคิดหรือความคิดรวบยอดและปัญหาเดียวกัน

4. การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary) การจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูในรายวิชาต่างๆ มาออกแบบการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน กำหนดหัวเรื่อง ความคิดรวบยอดและปัญหาที่ใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ โดยครูสอนร่วมกันเป็นทีม (Team Teaching) และร่วมกันวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนร่วมกัน

4.2.3 รูปแบบการบูรณาการหลักสูตร การบูรณาการหลักสูตรสามารถทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันไป และเหมาะสมกับระดับชั้นต่างๆ กันไป Fogarty ได้เสนอรูปแบบการบูรณาการหลักสูตร ที่น่าสนใจไว้ 10 แบบ ดังนี้คือ

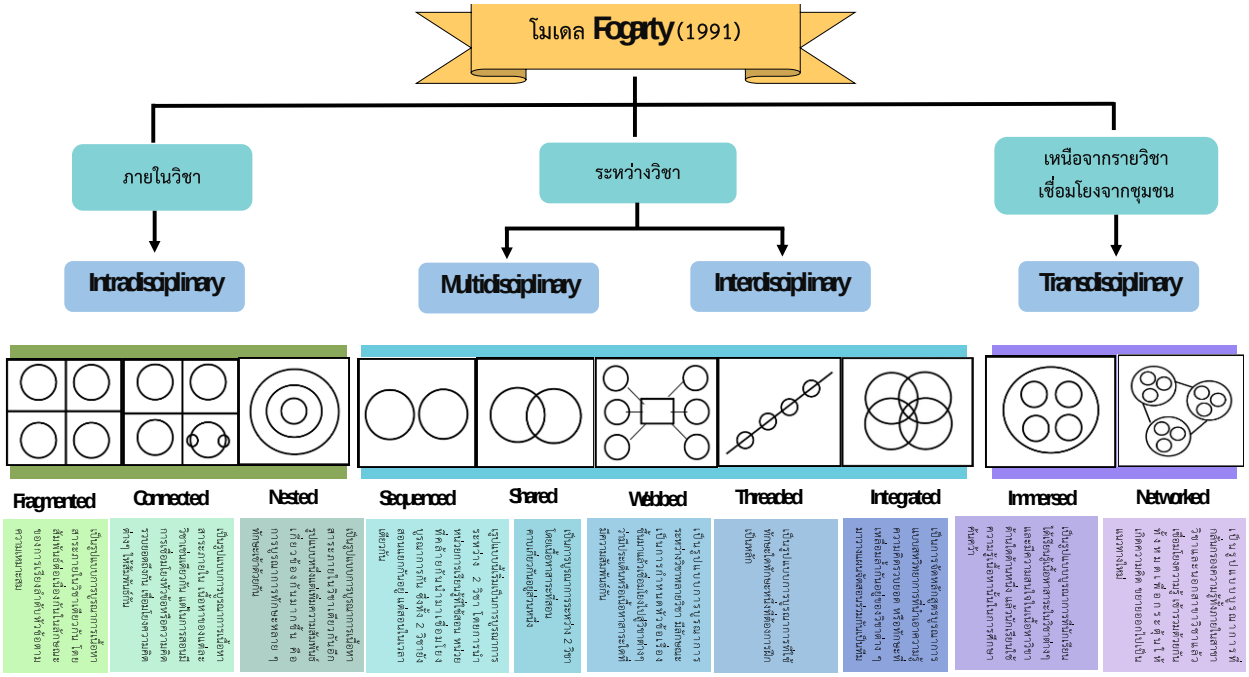
แผนผัง	รูปแบบ	ลักษณะ
	**Cellular หรือ Fragmented**	เป็นรูปแบบการบูรณาการ เนื้อหาสาระภายในวิชาเดียวกัน โดยสัมพันธ์ต่อเนื่องกันในลักษณะ ของการเรียงลำดับหัวข้อตามความเหมาะสม เช่น เรียงจากเรื่องที่ง่ายไปหายาก เรื่องที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาเรื่องที่ซับซ้อนมากขึ้น หรือเรียงจากเรื่องที่เป็นพื้นฐานไปหาเรื่องที่สัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และกว้างขวางขึ้น ในการสอนจะสอนตามหัวข้อที่กำหนด เมื่อจบหัวข้อหนึ่งก็ขึ้นหัวข้อใหม่ต่อไป
	**Connected**	เป็นรูปแบบการบูรณาการเนื้อหาสาระภายใน เนื้อหาของแต่ละวิชาเช่นเดียวกัน แต่ในการสอนมีการเชื่อมโยงหัวข้อหรือความคิดรวบยอดถึงกัน เชื่อมโยงความคิดต่างๆ ให้สัมพันธ์กัน ทำให้เห็นความต่อเนื่องหรือเกี่ยวข้องกันของเนื้อหาที่เรียน ในหัวข้อต่าง ๆ เช่น หัวข้อร่างกายของฉัน และอาหารที่มีประโยชน์ ในการสอน 2 หัวข้อนี้สามารถเชื่อมโยงให้เห็นว่าร่างกายต้องการอาหาร เพราะอะไร และอาหารมีความจำเป็นต่อคนอย่างไร เป็นต้น
	**Nested**	เป็นรูปแบบการบูรณาการเนื้อหาสาระ ภายในวิชาเดียวกันอีกรูปแบบหนึ่งแต่เพิ่มความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมากขึ้น คือ การบูรณาการทักษะหลาย ๆ ทักษะเข้าด้วยกันในการรวมเป็นเป้าหมายหลักของหัวข้อ เช่น หัวข้ออาหารที่มีประโยชน์ ครูนำทักษะต่าง ๆ มาบูรณาการสอนหัวข้อนี้ได้หลายทักษะ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคาดเดา ทักษะการตัดสินใจ ทักษะการคิด ทักษะทางสังคม ทักษะการจัดข้อมูล โดยตั้งประเด็นปัญหา

แผนผัง	รูปแบบ	ลักษณะ
	Sequenced	รูปแบบนี้เริ่มเป็นการบูรณาการระหว่าง2 วิชา รูปแบบบี้สามารถทำได้ง่าย โดยการนำหน่วยการเรียนรู้ที่ ใช้สอนกันอยู่มาพิจารณาความคิดรวบยอด ทักษะ หรือเจตคติของหน่วยใดคล้ายกันบ้างให้นำมาเชื่อมโยงบูรณาการกัน ซึ่งทั้ง 2 วิชายังสอนแยกกันอยู่ แต่สอนในเวลาเดียวกัน ดังนั้น ต้องมีการจัดลำดับการสอนหัวข้อเรื่องหรือหน่วยการเรียนต่าง ๆ ใหม่ เพื่อจะได้สอนในช่วงเวลาเดียวกันได้ อาจมีการปรับกิจกรรม การเรียนการสอนให้ชัดเจนขึ้นแล้ววางแผนว่าจะสอนในช่วงเวลาใด เพื่อสิ่งที่นำมาบูรณาการกันนั้นจะได้ประสานกันอย่างกลมกลืน
	Shared	เป็นการบูรณาการระหว่าง 2 วิชาโดยเนื้อหาสาระที่สอนนั้นมีสาระความรู้ หรือความคิดรวบยอดที่คาบเกี่ยวกันอยู่ส่วนหนึ่งในการบูรณาการรูปแบบนี้ ต้องมีการวางแผนร่วมกัน สอนร่วมกันในส่วนที่คาบเกี่ยวกัน โดยอาจจัดเป็นหัวข้อร่วมกัน หรือทำโครงงานร่วมกัน และอีกส่วนหนึ่งที่ไม่ได้คาบเกี่ยวกันนั้นครูก็สอนแยกกันไปตามปกติ
	Webbed	เป็นรูปแบบการบูรณาการระหว่างวิชา หลายวิชา มีลักษณะเป็นการกำหนดหัวข้อเรื่อง (theme) ขึ้นมาแล้วเชื่อมโยงไปสู่วิชาต่างๆ ว่ามีประเด็นหรือเนื้อหาสาระใดที่เห็นว่ามีความสัมพันธ์กัน คล้ายคลึงกัน หรือต่อเนื่องกัน ที่จะสามารถนำมาจัดรวมเป็นหัวข้อเรื่องเดียวกัน เพื่อที่จะได้สอนรวมกันไปอย่างกลมกลืนได้ ในการบูรณาการรูปแบบนี้จะบูรณาการกี่วิชาก็ได้ ขึ้นอยู่กับประเด็นเนื้อหาสาระ ความคิดรวบยอด หรือทักษะส่วนเนื้อหาสาระใดของวิชาใดไม่สามารถนำมาบูรณาการกันได้ก็ให้สอนตามปกติ

แผนผัง	รูปแบบ	ลักษณะ
	Threaded	เป็นรูปแบบการบูรณาการที่ใช้ทักษะใดทักษะหนึ่งที่ต้องการฝึกเป็นหลัก เช่น ทักษะการคาดเดา ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการวิเคราะห์ แล้วกำหนดเนื้อหาตลอดจนจัดการเรียนการสอนในแต่ละรายวิชา ให้สัมพันธ์กับทักษะที่กำหนด ซึ่งจะเป็นกี่วิชาก็ได้
	Integrated	เป็นการจัดหลักสูตรบูรณาการแบบสหวิทยาการที่นำเอาความรู้ ความคิดรวบยอด หรือทักษะที่เหลื่อมล้ำกันอยู่ของวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาไทย ศิลปศึกษา มาวางแผนจัดสอนร่วมกันเป็นทีม การบูรณาการแบบนี้เป็นการช่วยสร้างความเข้าใจ และความซาบซึ้งระหว่างวิชาต่าง ๆ ให้กับผู้เรียน
	Immersed	เป็นรูปแบบบูรณาการที่นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระในวิชาต่างๆ และมีความสนใจในเนื้อหาวิชาด้านใดด้านหนึ่ง แล้วนักเรียนใช้ความรู้เนื้อหานั้นในการศึกษาค้นคว้าซึ่งเปรียบเหมือนการใช้แว่นขยายประสบการณ์ของตนเอง สร้างประสบการณ์ให้กับตนเอง โดยในการหาประสบการณ์นั้นนักเรียนอาจจะต้องบูรณาการข้อมูลที่เรียนรู้ทั้งหมดมาใช้
	Networked	เป็นรูปแบบบูรณาการที่กลั่นกรองความรู้ที่มิใช่จากการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนเพียงอย่างเดียว แต่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากครู ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิ รวมทั้งการใช้เครือข่ายการเรียนรู้ เรียนรู้ทั้งภายในสาขาวิชาและนอกสาขาวิชา แล้วเชื่อมโยงความรู้ เข้ารวมด้วยกันทั้งหมดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดขยายออกไปเป็นแนวทางใหม่

อ้างอิงจาก ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ. (2564). ตำราสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพ: โปรเท็คซ์การพิมพ์.

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นการจัดประสบการณ์ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ที่ตรง สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม บริหารจัดการตนเองมีความรับผิดชอบ สามารถทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่น ระหว่างการเรียนรู้นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะความคิดขั้นสูงโดยเฉพาะความคิดริเริ่มเริ่มสร้างสรรค์ การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรบูรณาการ โดยสร้างหัวข้อเรื่องขึ้นแทนการสอนเนื้อหาเป็นรายวิชา นักเรียนจะมีความลึกซึ้งและเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนโดยองค์รวม เกิดความคิดและตระหนักถึงการเชื่อมโยงระหว่างความคิด การจัดการเรียนรู้บูรณาการมีวิธีการบูรณาการเนื้อหา วิชาต่างๆ เข้าด้วยกันได้หลายวิธี มีทั้งแบบบูรณาการภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้เดียวกัน บูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ และบูรณาการจากความคิดของผู้เรียนเอง การเลือกใช้รูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ ความคิดรวบยอด เจตคติ และทักษะที่ต้องการเน้น ซึ่งผู้สร้างหลักสูตรบูรณาการจะต้องรู้เนื้อหาสาระของหลักสูตรแล้วพิจารณาเลือกรูปแบบใช้ให้เหมาะสม โดยการจัดการเรียนรู้บูรณาการและรูปแบบการบูรณการหลักสูตรมีความสัมพันธ์กันดังแผนภาพที่ 3



แผนภาพที่ 3 โมเดล Fogarty

อ้างอิงจาก ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ. (2564). ตำราสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพ: โปรเท็คซ์การพิมพ์.

4.3 สมรรถนะนักเรียน (Student's Competency)

สมรรถนะที่นักเรียนต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นความสามารถเมื่อสำเร็จการศึกษา มีลักษณะเป็นสมรรถะข้ามสาระการเรียนรู้หรือคร่อมวิชา สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนได้ในสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่หลากหลาย หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผู้เรียนให้เรียนรู้สาระต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เป็นสมรรถนะที่มีลักษณะ "content - free" คือ ไม่ขึ้นกับเนื้อหาสาระของศาสตร์ใด ๆ อย่างไรก็ตามสมรรถนะหลักโดยตัวมันเองไม่ได้ปราศจากความรู้ แต่ความรู้ที่เป็นองค์ประกอบของสมรรถนะหลักจะเป็นองค์ความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural Knowledge) ซึ่งเป็นชุดของขั้นตอนหรือการปฏิบัติเพื่อดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายของสมรรถนะนั้น ๆ เป็นได้ทั้งกระบวนการที่ใช้เฉพาะศาสตร์หรือบูรณาการข้ามศาสตร์ เช่น ความรู้ที่เป็นองค์ประกอบของสมรรถะการคิดขั้นสูงเป็นเป็นชุดความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดประเภทต่าง ๆ เช่นการคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงวิพากษ์ และการคิดสร้างสรรค์

1) สมรรถนะการจัดการตนเอง การรู้จัก รัก เห็นคุณค่าในตนเองและผู้อื่น การพัฒนาปัญญาภายใน ตั้งเป้าหมายในชีวิตและกำกับตนเองในการเรียนรู้และใช้ชีวิต การจัดการอารมณ์และความเครียด รวมถึงการจัดการปัญหาและภาวะวิกฤต สามารถฟื้นคืนสู่สภาวะสมดุล (Resilience) เพื่อไปสู่ความสำเร็จของเป้าหมายในชีวิต มีสุขภาวะที่ดีและมีสัมพันธภาพกับผู้อื่นได้ดี

องค์ประกอบ

1. การเห็นคุณค่าในตนเอง : การรู้จัก รัก เห็นคุณค่าในตนเอง รู้จุดเด่น ข้อจำกัด ความสนใจความสามารถ ความถนัด และภาคภูมิใจในตนเอง มั่นใจในตนเอง เห็นอกเห็นใจ ให้เกียรติและเคารพสิทธิตนเองและผู้อื่น มีความรับผิดชอบในตนเอง

2. การมีเป้าหมายในชีวิต : การตั้งเป้าหมายในชีวิต มีวินัยในตนเอง สามารถบริหารจัดการเวลาทรัพยากร สามารถพึ่งพาและกำกับตนเองให้ไปสู่เป้าหมายในชีวิต และมีสุขภาวะที่ดี

3. การจัดการอารมณ์และความเครียด : การรับรู้ เข้าใจ รู้เท่าทัน อารมณ์ ความรู้สึก ความคิดและความเครียดที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของตนเอง เข้าใจสาเหตุและสามารถจัดการอารมณ์ความรู้สึก และความคิดของตนเอง

4. การจัดการปัญหาและภาวะวิกฤต : การรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปัญหาและภาวะวิกฤต สามารถฟื้นคืนสู่สภาวะสมดุลได้ สามารถเตรียมการ ป้องกัน และแก้ไข เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

2) สมรรถนะการคิดขั้นสูง สามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และตัดสินใจอย่างมีวิจารญาณบนหลักเหตุผลอย่างรอบด้าน โดยใช้คุณธรรมกำกับการตัดสินใจได้อย่างมีวิจารณญาณ มีความสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลด้วยความเข้าใจถึงความเชื่อมโยงของสรรพสิ่งที่อยู่ร่วมกันอย่างเป็นระบบ ใช้จินตนาการและความรู้สร้างทางเลือกใหม่ เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีเป้าหมาย

องค์ประกอบ

1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking : HOT-CTC) หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลที่มีจุดประสงค์เพื่อตัดสินว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือควรกระทำ โดยอาศัย

การใช้ทักษะหรือกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มความเป็นไปได้ของผลลัพธ์จากการตัดสินใจที่ดี เช่น ทักษะการตีความ ประเมิน วิเคราะห์ สรุปความ และอธิบาย ตามหลักฐาน แนวคิด วิธีการ กฎเกณฑ์ หรือบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมหรือข้อมูลจากการสังเกต ประสบการณ์ การใช้เหตุผล การสะท้อนคิด การสื่อสาร และการโต้แย้ง

2. การคิดเชิงระบบ (System Thinking : HOT-STM) หมายถึง การคิดที่แสดงให้เห็นโครงสร้างทั้งหมดที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กันเป็นหนึ่งเดียวกันภายใต้บริบท/ปัจจัยของสิ่งแวดล้อมที่เกิดปัญหานั้น ๆ โดยมองปัญหาให้ลึกลงไปกว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ให้เห็นถึงแบบแผนหรือรูปแบบพฤติกรรมที่เกิดขึ้นให้เห็นรากเหง้าของสถานการณ์และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ จนเกิดความเข้าใจในสถานการณ์ของระบบนั้นอย่างลึกซึ้ง นำไปสู่การแก้ปัญหาที่รากเหง้าของปัญหาอย่างแท้จริง

3. การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking : HOT-CRT) หมายถึง การคิดที่หลากหลายริเริ่ม ประเมิน ปรับปรุง และพัฒนาต่อยอดความคิด เพื่อการแก้ปัญหาหรือสร้างทางเลือกที่ มีประสิทธิภาพ การสร้างความก้าวหน้าในความรู้ หรือการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ โดยอาศัยจินตนาการและทักษะพื้นฐานด้านการคิดริเริ่ม คิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดละเอียดลออ คิดหลากหลาย คิดวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อให้ได้สิ่งใหม่ที่ดีกว่า แตกต่างไปจากเดิม มีประโยชน์ และมีคุณค่าต่อตนเอง ผู้อื่น และสังคมมากกว่าเดิม

4. การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking : HOT-PRB) หมายถึง การคิดของบุคคลในการระบุปัญหา นิยามปัญหา รวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเกณฑ์ที่ชัดเจนและครอบคุลมทุกมิติ

3) สมรรถนะการสื่อสาร มีความสามารถรับรู้ รับฟัง ตีความ และส่งสารด้วยภาษาต่าง (ทั้งวัจนภาษาและอวัจนภาษา โดยใช้กระบวนการคิด ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้ ความเข้าใจ ในระบบคุณค่าการแก้ปัญหาร่วมกันผ่านกลวิธีการสื่อสารอย่างฉลาดรู้ สร้างสรรค์ มีพลัง โดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคม

องค์ประกอบ

1. การรับสารอย่างมีสติและถอดหัสเพื่อให้เกิดความเข้าใจ หมายถึง การรับสารด้วยความใส่ใจ ผ่านประสาทสัมผัสในการรับสาร ตลอดจนสามารถตีความสารที่ส่งมาได้ทั้งความคิด ความรู้สึก เจตนาตลอดจนสามารถตีความสารและสามารถนำสารมาใช้พัฒนาตนเองและสังคม

2. การรับส่งสารบนพื้นฐานความเข้าใจและความเคารพในความคิดเห็นและวัฒนธรรมที่แตกต่าง หมายถึง การรับส่งสารด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทั้งการเจรจาต่อรอง หรือแลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศ องค์ความรู้ ประสบการณ์ ผ่านช่องทางหรือสื่อที่มีความหลากหลาย ทั้งสื่อบุคคล สื่อธรรมชาติสื่อสิ่งพิมพ์สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และสื่อระคน โดย

ปราศจากความขัดแย้งต่าง ๆ และรู้เท่าทัน บนพื้นฐานความเข้าใจในบริบทสังคมที่มีความคิดและวัฒนธรรมที่แตกต่าง ทั้งในระดับชุมชน ชาติ และสากล

3. การเลือกใช้กลวิธีการสื่อสารอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการสื่อสาร หมายถึง การเลือกใช้วิธีการสื่อสารในลักษณะต่าง ๆ ทั้งวัจนภาษาและอวัจนภาษา ตลอดจนการสื่อความหมายผ่านสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อบรรลุเป้าหมายในการสื่อสาร โดยมีความรับผิดชอบ ต่อผลที่จะเกิดขึ้นในสังคมและวัฒนธรรมที่แตกต่างทั้งในระดับชุมชน ชาติ และสากล

4) สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม สามารถจัดระบบและกระบวนการทำงาน กิจการ และการประกอบการใด ทั้งของตนเอง และร่วมกับผู้อื่นโดยใช้การรวมพลังทำงานเป็นทีม มีแผนขั้นตอน ให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย มีภาวะผู้นำ มีความโปร่งใสตรวจสอบได้ มีการประสานความคิดเห็นที่แตกต่างสู่การตัดสินใจและแก้ปัญหาเป็นทีม อย่างรับผิดชอบร่วมกันสร้างความสัมพันธ์ที่ดีและจัดการความขัดแย้งภายใต้สถานการณ์ที่ยุ่งยาก

องค์ประกอบ

1. เป็นสมาชิกทีมที่ดีและมีภาวะผู้นำ มีทักษะการทำงานเป็นทีม รับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตนและของทีม มีความยืดหยุ่นในการทำงานร่วมกับกลุ่มคนที่แตกต่าง นำจุดเด่นของตนและสมาชิกมาใช้ ในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย สะท้อนการทำงานของตนเองและทีม ส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของทีม สร้างแรงบันดาลใจในการพัฒนาตนเอง ให้เป็นที่ยอมรับและไว้วางใจ ประสานความร่วมมือภายในทีม และระหว่างทีม สร้างค่านิยมใหม่ในการทำงานร่วมกัน และการพัฒนาทีมที่เข้มแข็ง สามารถเป็นต้นแบบผู้สร้างการเปลี่ยนแปลง

2. กระบวนการทำงานแบบร่วมมือรวมพลังอย่างเป็นระบบ สามารถจัดระบบการทำงานกิจการ และการประกอบการใด ทั้งของตนเอง และร่วมกับผู้อื่น ร่วมกันกำหนดเป้าหมาย แผนการทำงาน ขั้นตอน และกระบวนการทำงานเป็นทีม เห็นภาพความสำเร็จของทีม คำนึงถึงประโยชน์ของทีมก่อนประโยชน์ส่วนตนแบ่งบทบาทหน้าที่ให้เหมาะสมกับศักยภาพของสมาชิก รับผิดชอบตามบทบาทหน้าที่ด้วยความใส่ใจ มีความพยายามในการทำงานและสนับสนุนช่วยเหลือให้เกิดความสำเร็จ เคารพ รับฟัง แลกเปลี่ยน และประสานความคิดเห็นที่แตกต่าง ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดขั้นสูงในการตัดสินใจเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพประเมินและปรับปรุงกระบวนการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ ด้วยความโปร่งใสและตรวจสอบได้ ร่วมรับผิดและรับชอบต่อผลการตัดสินใจของทีม เห็นคุณค่าของการทำงานแบบร่วมมือรวมพลัง

3. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีและการจัดการความขัดแย้ง มีทัศนคติเชิงบวกในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เห็นคุณค่าของสัมพันธภาพที่ดี สร้างและรักษาความสัมพันธ์อันดีในทีม ให้ความไว้วางใจซึ่งกันและกันปฏิบัติต่อผู้อื่นด้วยความจริงใจ เห็นอกเห็นใจในฐานะที่เป็น

มนุษย์ด้วยกัน เคารพและเห็นประโยชน์ของ ความแตกต่างหลากหลาย มีทักษะและใช้วิธีการป้องกันและจัดการความขัดแย้งได้อย่างเป็นระบบ

5) สมรรถนะการเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง การปฏิบัติตนอย่างรับผิดชอบในฐานะพลเมืองไทยและพลโลก รู้เคารพสิทธิเสรีภาพของตนเองและผู้อื่นเคารพในกฎกติกาและกฎหมาย มีส่วนร่วมทางสังคมอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ร่วมกับผู้อื่นท่ามกลางความหลากหลาย เห็นคุณค่าของศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ มีบทบาทในการตัดสินใจและสร้างการเปลี่ยนแปลงทางสังคมโดยยึดมั่นในความเท่าเทียมเป็นธรรม ค่านิยมประชาธิปไตย และสันติวิธี

องค์ประกอบ

1. พลเมืองรู้เคารพสิทธิ เคารพสิทธิเสรีภาพของผู้อื่น ตระหนักในสิทธิเสรีภาพของตนเอง ช่วยเหลือ ให้เกียรติ และเห็นอกเห็นใจผู้อื่นบนพื้นฐานของการพึ่งพาอาศัยกัน โดยปราศจากอคติ ไม่เลือกปฏิบัติเพื่อการอยู่ร่วมกันอย่างสันติ

2. พลเมืองรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ ปฏิบัติตนตามกฎ กติกา ข้อตกลง กฎหมาย อย่างถูกต้องและเหมาะสม รับผิดชอบบทบาทหน้าที่ตนเองในฐานะพลเมืองไทยและพลโลก

3. พลเมืองมีส่วนร่วมอย่างมีวิจารณญาณ ติดตามสถานการณ์และประเด็นปัญหาของสังคมอย่างมีวิจารณญาณ มีส่วนร่วมทางสังคมด้วยจิตสาธารณะและสำนึกสากล

4. พลเมืองผู้สร้างการเปลี่ยนแปลง มีความกระตือรือร้นในการสร้างการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกทางสังคม บนพื้นฐานของความเท่าเทียมเป็นธรรม ค่านิยมประชาธิปไตย และสันติวิธี

6) สมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน มีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของโลกและเอกภพและความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และธรรมชาติในชีวิตประจำวัน ใช้และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยี มีความอยากรู้ อยากเห็น ช่างสังเกต เห็นคุณค่าสามารถแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์นวัตกรรมได้เพื่อการดำรงชีวิตและอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน

องค์ประกอบ

1. การเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ: สืบเสาะ ทำความเข้าใจข้อเท็จจริง สาเหตุกระบวนการ และผลกระทบที่เกิดขึ้นของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก และในเอกภพ

2. การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์เพื่อการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน: มองเห็นปัญหา เชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อการดำรงชีวิตและอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน

3. การสร้าง ใช้ และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยี: สร้างและใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ สร้างสรรค์รู้เท่าทัน มีความฉลาดทางดิจิทัล คำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สิ่งแวดล้อม และสังคม

4. การมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบธรรมชาติและการอยู่ร่วมกันอย่างยั่งยืน: มีความอยากรู้อยากเห็น ช่างสังเกต เข้าใจระบบธรรมชาติ เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เพื่อการดำรงชีวิตและอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน

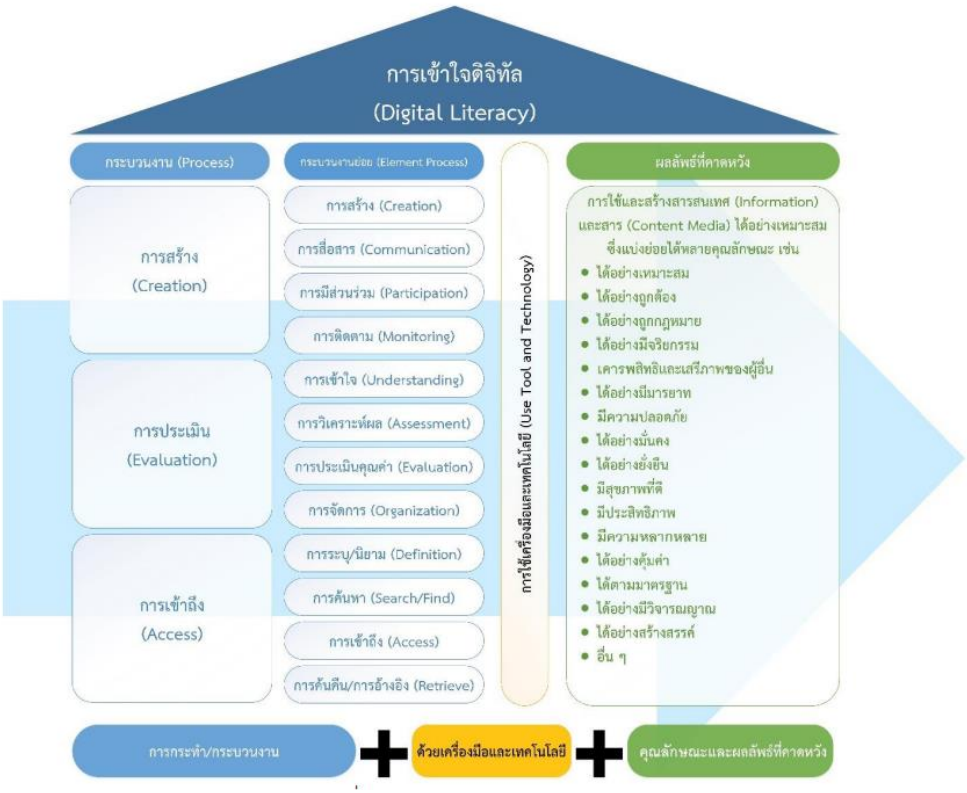
7) ความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล (Digital Literacy) นิยามหรือความหมายของความลาดรู้ด้านดิจิทัลแต่ละองค์กรหรือบุคคลให้ขอบเขตที่มีส่วนที่เหมือนกันและแตกต่างกัน แต่โดยรวมความฉลาดรู้ด้านดิจิทัลจะกล่าวถึงในการใช้งานเครื่องมือและเทคโนโลยีทางสารสนเทศให้ถูกต้อง เพื่อเข้าถึง วิเคราะห์ ประเมิน จัดการสื่อสาร และสร้างข้อมูล (Data) สารสนเทศ (Information) และสาร (Content Media) ได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยไม่ละเมิดกฎหมาย และมีประสิทธิภาพ DQ Institute (Digital Intelligence Quotient) ได้ให้คำนิยามความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล (Digital Literacy) ไว้ว่า ความสามารถในการค้นหา อ่านประเมิน สังเคราะห์ สร้าง ปรับแต่ง และแบ่งปันสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี มี 3 ระดับ ได้แก่ การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศ (Media and Information Literacy) การสร้างสารและการรู้เท่าทันคอมพิวเตอร์ (Content Creation and Computational Literacy) และการรู้เท่าทันข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์ (Data and AI Literacy) สอดคล้องกับ UNESCO ที่นิยามความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล (Digital Literacy) ไว้ว่า ความสามารถในการเข้าถึง จัดการเข้าใจ รวบรวม ประเมิน และสร้างสารสนเทศให้ปลอดภัยและเหมาะสม ตลอดจนถึงสามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อประกอบอาชีพ ทำงาน และประกอบกิจการ ความฉลาดรู้ด้านดิจิทัลยังร่วมถึงสมรรถนะที่หลากหลาย เช่น การรู้คอมพิวเตอร์ (Computer literacy) การรู้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT literacy) การรู้สารสนเทศ (Information literacy) และการรู้สื่อ (Media literacy) โดย Mike Ribble (2011) ได้เขียนหนังสือ Digital Citizenship in Schools นิยามนิยามความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล (Digital Literacy) หรือเรียกว่าความคล่องตัวทางดิจิทัล (Digital Fluency) ไว้ว่าความสามารถในการเข้าใจและใช้เทคโนโลยี เช่น สามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาให้ดียิ่งขึ้น สามารถตัดสินใจได้ดีบนโลกออนไลน์ สามารถทำให้ผู้อื่นยุติการแสดงความเห็นทางลบบนโลกออนไลน์ได้ สามารถสกัดสารสนเทศที่ดีออกมาจากข้อมูลทั่วไปได้ เช่น แยกแยะข่าวปลอมออกจากข่าวจริง เป็นต้นสมาคมเทคโนโลยีการศึกษานานาชาติ(International Society for Technology in Education: ISTE) ได้ให้คำนิยามความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล (Digital Literacy) ไว้ว่าความสามารถในการระบุ จำแนกประเภท ประเมินวิเคราะห์ และสร้างสื่อในรูปแบบดิจิทัล

สำหรับประเทศไทย กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมได้ให้คำนิยามความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล (Digital Literacy) ไว้ว่าการมีสมรรถนะในการใช้ข้อมูลเพื่อสื่อสารในสังคมดิจิทัล ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีจริยธรรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล ที่ทำให้เกิดความคล่องแคล่วทางเทคนิคที่จำเป็นในการใช้งานคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ความเข้าใจสารสนเทศและสามารถประเมินสื่อดิจิทัล เพื่อสามารถนำไปสู่กระบวนการตัดสินใจในการดำเนิน

กิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงสามารถผลิตเนื้อหาและการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพผ่านเครื่องมือดิจิทัล ได้ ประกอบด้วย 9 รายวิชา ได้แก่

- สิทธิและความรับผิดชอบยุคดิจิทัล (Digital Right)
- การเข้าถึงดิจิทัล (Digital Access)
- การสื่อสารยุคดิจิทัล (Digital Communication)
- ความปลอดภัยยุคดิจิทัล (Digital Safety)
- การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศ (Media and Information Literacy)
- แนวปฏิบัติในสังคมดิจิทัล (Digital Etiquette)
- สุขภาพดียุคดิจิทัล (Digital Health)
- ดิจิทัลคอมเมิร์ซ (Digital Commerce)
- กฎหมายดิจิทัล (Digital Law)

จากข้อมูลกรอบสมรรถนะหรือกรอบทักษะความฉลาดรู้ด้านดิจิทัลที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล คือ การใช้ข้อมูลและสารสนเทศในยุคดิจิทัลได้อย่างเหมาะสม อันประกอบด้วย 4 ด้าน คือ การเข้าถึง (Assess) การประเมิน (Evaluation) การสร้าง (Creation) และการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี (Use) โดยที่การเข้าถึง การประเมิน และการสร้างข้อมูลและสารสนเทศ จะเป็นกระบวนการทำงานหลัก และการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีจะเป็นส่วนประกอบสนับสนุนให้กระบวนการการเข้าถึง การประเมิน และการสร้างให้เกิดสารสนเทศ (Information) และสาร (Content Media) ได้อย่างเหมาะสม ดังแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 แสดงกรอบคำนิยามความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล

ที่มา : https://itm.eg.mahidol.ac.th/itm/wp-content/uploads/2020/04/MDES-ONDE-Digital-Literacy

จากภาพที่ 4 กรอบคำนิยามความฉลาดรู้ด้านดิจิทัลจะแบ่งออกเป็น 3 คือ

ส่วนที่ 1 การกระทำหรือกระบวนงานที่ได้สรุปจากข้อมูลที่ศึกษามาข้างต้น และได้แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ กระบวนงานหลัก (Process) และกระบวนงานย่อย (Element Process) ซึ่งแบ่งส่วนงานย่อยตามกรอบการรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศองค์การสหประชาชาติ (Global Media and Information Literacy Assessment Framework) 10 ประกอบด้วย

1) การเข้าถึง (Access) ประกอบด้วย การระบุ/การนิยาม (Definition) การค้นหา (Search/Find) การเข้าถึง (Access) และการค้นคืน/การอ้างอิง (Retrieve)

2) การประเมิน (Evaluation) ประกอบด้วย การเข้าใจ (Understanding) การวิเคราะห์ผล (Assessment) การประเมิน (Evaluation) และการจัดการ (Organization)

3) การสร้าง (Creation) ประกอบด้วย การสร้าง (Creation) การสื่อสาร (Communication) การมีส่วนร่วม (Participation) และการติดตาม (Monitoring)

ส่วนที่ 2 การใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีคือ เครื่องมือ อุปกรณ์ เทคโนโลยี กระบวนการ เทคนิคและนวัตกรรมใดที่สามารถถูกใช้เพื่อ การเข้าถึง (Access) การประเมิน (Evaluation) และการสร้าง (Creation) ข้อมูลสารสนเทศ และเนื้อหาสื่อได้ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นดิจิทัล หรืออิเล็กทรอนิกส์หรือเทคโนโลยีสารสนเทศเสมอไปซึ่งตัวเครื่องมือและเทคโนโลยีนั้นมีการเกิดขึ้นใหม่และพัฒนาตนเองตลอดเวลา ซึ่งตัวผู้ใช้ต้องมี

ความสามารถในการใช้เครื่องมือ หรือเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม และหลากหลายสำหรับเครื่องมือและเทคโนโลยีสำคัญในยุคดิจิทัลตัวอย่างเช่น คอมพิวเตอร์ (Computer) สมาร์ตโฟน (Smartphone) อินเทอร์เน็ต (Internet) สื่อสังคมออนไลน์(Social Media) ชุมชนออนไลน์(Online Communication) พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-Commerce) ฯลฯ ที่ผู้คนในยุคดิจิทัลต้องใช้ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ส่วนที่ 3 ผลลัพธ์ที่คาดหวัง คือ ส่วนขยายของการกระทำที่ต้องการให้เกิดผลลัพธ์ โดยการกระทำนั้นสามารถกำหนดได้อย่างหลากหลาย รวมถึงระดับความชำนาญ (Proficiency) อย่างเช่น ได้อย่างเหมาะสม ได้อย่างถูกต้อง ได้อย่างถูกกฎหมาย ได้อย่างถูกจริยธรรม ได้อย่างมีมารยาท ไม่ละเมิดสิทธิและเสรีภาพผู้อื่น เคารพผู้อื่นได้อย่างปลอดภัย ได้อย่างมั่นคง ได้อย่างยั่งยืน ได้อย่างหลากหลาย ได้อย่างคุ้มค่า ได้มาตรฐาน ได้อย่างมีวิจารณญาณ ได้อย่างสร้างสรรค์มีสุขภาพที่ดีมีประสิทธิภาพ ฯลฯ ทั้งนี้ผลลัพธ์ที่คาดหวังที่มีขอบเขตที่ชัดเจนในการตัดสินและวัดผลงานได้ ควรใช้คำเหล่านี้ได้แก่ ได้อย่างเหมาะสม ได้อย่างถูกกฎหมาย ไม่ละเมิดสิทธิและเสรีภาพผู้อื่น ได้อย่างปลอดภัย เป็นต้น

ดังนั้นคำนิยามความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล (Digital Literacy) สำหรับในกรอบสมรรถนะด้านดิจิทัลและหลักสูตรความฉลาดรู้ด้านดิจิทัล (Digital Literacy) พ.ศ. 2562 คือ “บุคคลมีสมรรถนะในการเข้าถึง ค้นหา คัดกรอง วิเคราะห์สังเคราะห์ ประเมิน จัดการ ประยุกต์ใช้ สื่อสาร สร้าง แบ่งปัน และติดตามข้อมูล (Data) สารสนเทศ (Information) และสาร (Content Media) ได้อย่างเหมาะสม ปลอดภัย มีความรับผิดชอบ มีมารยาท เคารพสิทธิและกฎหมาย ด้วยเครื่องมือและเทคโนโลยีที่เหมาะสมและหลากหลาย”

4.4 สะเต็มศึกษา (STEM Education)

สะเต็มศึกษา คือ เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ซึ่งถือว่าเป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนกับการเรียนรู้เนื้อหาด้วย พฤติกรรมเหล่านี้ รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานร่วมมือ

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ได้แก่

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวคิด การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวนักเรียน เชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วย ตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น (กมลฉัตร กล่อมอิ่ม และคณะ, 2557, น.129-139) กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ได้แก่

1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วย ตนเอง และนักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันรวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของครู

2) ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่และนักเรียนแต่ละคน มีความรู้และ ประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน

3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การมีประสบการณ์ตรง และการแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกันของนักเรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่

4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคาถามที่ ท้าทายความสามารถ กระตุ้น สนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุก ๆ ด้าน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวนักเรียนจุดเน้นของการเรียนแบบ มีส่วนร่วม คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมทางด้านจิตใจ การได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการ ฝึกฝนทักษะชีวิตต่าง ๆ การแสวงหาความรู้ การคิด การจัดการความรู้ การแสดงออก การสร้างความรู้ใหม่ และการ ทำงาน (จิราณี เมืองจันทร์, 2557, น.3) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ได้แก่

1) นักเรียนแต่ละ คน มีส่วนร่วมทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม อาศัยหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และการเรียนรู้ที่ มีประสิทธิภาพได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะการแสวงหาออก ทักษะการสร้าง ความรู้ใหม่ และทักษะการทำงานกลุ่ม

2) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจเลือก บทเรียนที่ต้องการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มหรือศึกษาด้วยตนเอง นักเรียนจะร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ฝึกปฏิบัติการวางแผนการทากิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันและทารายงานผลการเรียนรู้

3) นักเรียนได้รับผิดชอบต่อ การเรียนรู้ของตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติ ทากิจกรรมกลุ่ม ฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ทักษะการบริหาร การจัดการ การเป็นผู้นำผู้ตามและที่สำคัญเป็นการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน

4) ครูมีบทบาท กระตุ้นให้นักเรียนได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง ครูอาจใช้ใบชี้แจงกำหนดกิจกรรม ของนักเรียน ในการ นาเสนอประสบการณ์ ในกรณีที่นักเรียนไม่มีประสบการณ์ในเรื่องที่จะสอนหรือมีน้อย ครูอาจจะยกกรณี ตัวอย่าง หรือสถานการณ์ก็ได้

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) บรูเนอร์ เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และ การเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) (วารุณี หนองห้าง, 2553, น. 35) กรอบ แนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ได้แก่ 1) ครูควรจัดประสบการณ์ให้นักเรียนค้นพบการเรียนรู้ ด้วยตนเองซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดี มีความหมายต่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี 2) ก่อนสอนครูต้องมีการ วิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน 3) ครูควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีการสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการสติปัญญาของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี 4) ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระให้มาก เพื่อช่วยส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ของนักเรียน 5) ครูสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่นักเรียน 6) ครูควรสอนความคิดรวบยอดให้แก่นักเรียน

4. ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful verbal Learning) เน้นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีความเข้าใจและมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เรียนเชื่อมโยง (Subsume) สิ่งที่เรียนใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (Concept) หรือความรู้ที่ได้รับใหม่ ในโครงสร้าง สติปัญญากับความรู้เดิมที่อยู่ในสองของนักเรียนอยู่แล้ว (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557, น.92) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการ เรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful verbal Learning) ได้แก่

1) ครูควรมีการแนะนาบทเรียน นก่อนการเรียน การสอน และก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่มีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทาความเข้าใจ เรื่องที่จะเรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีต้องจัดให้ก่อนสอนเรื่องใหม่

2) ครูควรสอนโดยไม่เน้นการท่องจา แต่สอน ให้เกิดการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน

3) ครูควรใช้ Advance organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนอย่างมีความหมายจากการสอนหรือการ บรรยายของครู

4) ครูควรช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายโดยการจัดเรียบเรียงข้อมูลข่าวสาร ที่ต้องการให้เรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่

5) ครูควรนาเสนอกรอบหลักการกว้างๆก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่

5. ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของนักเรียน หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนาความคิดตนเองไป สร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน (ทวีป แซ่ฉิน, 2556, น.11) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) ได้แก่

1) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกตามความสนใจ จะทาให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการคิดทำและการเรียนรู้ต่อไป

2) เป็น การจัดสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันอันจะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างองค์ความรู้ เช่น ความถนัด ความสามารถและประสบการณ์แตกต่างกัน ซึ่งจะเอื้อให้มีการช่วยเหลือกันและกัน การสร้างสรรค์ผลงานและ ความรู้ รวมทั้งพัฒนาทักษะทางสังคมด้วย

3) เป็นบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร เป็นกันเองที่ทาให้นักเรียนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย สบายใจ จะเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข

แนวคิดและลักษณะของการจัดการศึกษาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว (Dejarnette, 2012; Wayne. 2012; Breiner, *et al*., 2012; ธวัช ชิตตระการ, 2555; รักษพล ธนานุวงศ์, 2556; อภิสิทธิ์ ธงไชยและคณะ, 2555) เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ซึ่งรายละเอียดของแนวคิด มีดังนี้

วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติโดยนักการศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ครูใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะกับนักเรียนระดับประถมศึกษาแต่ไม่เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาหรือมหาวิทยาลัยเพราะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจแต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน สะเต็มศึกษาจะทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้นรู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียนส่งผลให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆหรือกระบวนการต่างๆเพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่างๆให้กับนักเรียนโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญ ประการที่ 1 คือ กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่มการจัดแบบรูปและการบอกรูปร่างและคุณสมบัติประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่าใหญ่กว่าฯลฯ ประการที่ 2 คือ การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของนักเรียนหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

จุดเด่นของการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม

การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของนักเรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียน ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นักเรียนต้อง มีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) การระบุปัญหา (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดี และข้อด้อยและความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการ ดำเนินการให้ชัดเจนรวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ ใช้ในการแก้ปัญหา

4) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนาเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ (สสวท., 2558, น.38)

นอกจาก สะเต็มศึกษาจะเป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 สาขาดังที่กล่าวข้างต้นแล้วยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วยซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อนักเรียนทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้นๆและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงานการเพิ่มมูลค่าและสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการ เพื่อช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชา กับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพทั้งนี้ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษา สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1) การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary integration)

2) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary integration)

3) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration)

4) การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Trans disciplinary Integration) ดังแสดงในภาพที่ 5

รูปภาพที่ 5 ระดับการบูรณาการ

ที่มา: Vasquez, J. A., Snelder, C. and Comer, M. (2013), น.1

การบูรณาการภายในวิชาตามแนวทางสะเต็ม

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้ คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูครูแต่ละ วิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ., 2558, น.4)

การบูรณาการแบบพหุวิทยาการตามแนวทางสะเต็ม

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึง ความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆการจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆการ จัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

การบูรณาการแบบสหวิทยาการตามแนวทางสะเต็ม

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกัน โดยกิจกรรมมี การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูครู ในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกัน โดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ใน รายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากการเรียน

การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชาตามแนวทางสะเต็ม

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่ เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม ความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้างๆ แล้วให้นักเรียนระบุปัญหา ที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคานึงถึง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัญหาหรือคาถามที่นักเรียนสนใจ 2) ตัวชี้วัดในวิชา ต่างๆที่เกี่ยวข้อง 3) ความรู้เดิมของนักเรียน (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2558, น.5)

แนวทางการวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษา

การวัดและประเมินผลในสภาพจริงนักเรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ การสะท้อนถึง ความรู้ ความคิด เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ซึ่งแนวทางการวัดและ ประเมินผลมีดังนี้ (สสวท., 2558, น.18-19)

1. การประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) หมายถึง การประเมินความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่นักเรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูงกระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมี ประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากกลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) ความสามารถของนักเรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียง กับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติจริง โดยประเมินจาก กระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมิน ความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนทำได้หลายแนวทางต่างๆกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับ หลักสูตร เนื้อหาวิชาและชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้ เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2) การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้นักเรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การประเมินผลด้าน

ความสามารถประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน การมอบหมายชิ้นงานให้นักเรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความตกลงร่วมกันระหว่างครูและ นักเรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของนักเรียน และการติดตามความก้าวหน้าของครู

5. องค์ประกอบหลักสูตรการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

5.1 โครงสร้างหลักสูตร

ส่วนที่ 1 โมดูลการเรียนรู้ที่ 1-6

ลำดับ	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	วัตถุประสงค์	พฤติกรรมการเรียนรู้ของครูที่จะเกิดขึ้น
1	เรื่อง ทำความรู้จักกับ iPad เพื่อการศึกษา	3	1.เพื่อสร้างความตระหนักและเห็นความสำคัญของการบูรณาการเทคโนโลยีในการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนในยุคดิจิทัล 2.เพื่อให้ผู้เข้าอบรมเรียนรู้ เข้าใจพื้นฐานการจัดการเรียนรู้โดยการนำเทคโนโลยีในมาใช้ ให้เหมาะสมกับกิจกรรมการสอน 3.เพื่อฝึกปฏิบัติและเรียนรู้คุณสมบัติพื้นฐานบนอุปกรณ์ iPad เพื่อใช้ร่วมกับการเรียนการสอน	1.ร่วมอภิปรายถึงบทบาทของสื่อดิจิทัลและอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล 2.ลงมือปฏิบัติและฝึกทดลองใช้คุณสมบัติพื้นฐานบน iPad เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนสำหรับครู
2	เรื่อง สร้างสื่อหนังสือให้มีชีวิตด้วยแอปพลิเคชัน Pages บน iPad	3	1.เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือพื้นฐานของแอปพลิเคชัน Pages ที่ใช้สำหรับการออกแบบ 2.เพื่อฝึกปฏิบัติในการสร้างเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เช่น หนังสือ หรืออินโฟกราฟฟิก ด้วยแอปพลิเคชัน Pages	1.ร่วมอภิปรายเกี่ยวข้องกับการใช้เอกสารหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการจัดการเรียนการสอน 2.ลงมือปฏิบัติและฝึกทดลองใช้เครื่องมือเทคโนโลยีและเครื่องมือในแอปพลิเคชัน Pages
3	เรื่อง สร้างสื่อแอนิเมชันอย่างง่ายด้วยแอปพลิเคชัน Keynote บนiPad	3	1.เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือสำหรับการออกแบบและสร้างงานนำเสนอด้วย Keynote 2.เพื่อฝึกปฏิบัติในการสร้างงานนำเสนอด้วยแอปพลิเคชัน Keynote	1.ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับการนำเสนองานในการจัดการเรียนการสอน 2.ลงมือปฏิบัติและฝึกทดลองใช้เครื่องมือเทคโนโลยีและเครื่องมือในแอปพลิเคชัน Keynote

ลำดับ	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	วัตถุประสงค์	พฤติกรรมการเรียนรู้ของครูที่จะเกิดขึ้น
4	เรื่อง วางแผนโครงงานและการสอนด้วยแอปพลิเคชัน Numbers บน iPad	3	1.เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยด้วย Numbers 2.เพื่อฝึกปฏิบัติในการวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแอปพลิเคชัน Numbers	1.ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน 2.ลงมือปฏิบัติและฝึกทดลองใช้เครื่องมือเทคโนโลยีและเครื่องมือในแอปพลิเคชัน Numbers
5	เรื่อง สร้างสุนทรียสร้างสรรค์กับเสียงดนตรีด้วยแอปพลิเคชัน GarageBand บน iPad	3	1.เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือสำหรับการสร้างและตัดต่อเสียงเพื่อใช้งานในการเรียนการสอนด้วย GarageBand 2.เพื่อฝึกปฏิบัติ การใช้งาน GarageBand เพื่อประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนออนไลน์และออนไซต์	1.ร่วมอภิปรายความแนวทางการนำ GarageBand เพื่อไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนออนไลน์และแบบผสมผสาน 2.ฝึกปฏิบัติและสร้างไฟล์เสียงเพื่อการเรียนการสอนออนไลน์ ด้วย GarageBand
6	เรื่อง สร้างคลิปสอนให้สนุกด้วยแอปพลิเคชัน iMovie สำหรับ iPad	3	1.เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือสำหรับการสร้างและตัดต่อคลิปการสอนออนไลน์ด้วย iMovie 2.เพื่อฝึกปฏิบัติ การสร้าง และตัดต่อคลิปวีดีทัศน์การเรียนการสอนด้วย iMovie	1.ร่วมอภิปรายความสำคัญของคลิปวีดีทัศน์การเรียนการสอนออนไลน์ 2.ฝึกปฏิบัติและสร้างคลิปวีดีทัศน์การเรียนการสอนออนไลน์ด้วยตนเองผ่าน iMovie

ส่วนที่ 2 บทเรียนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล

ลำดับ	โมดูล	จำนวนชั่วโมงทั้งหมด	บูรณาการสาระการเรียนรู้	กิจกรรมย่อย	สมรรถนะผู้เรียน
1	เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้	6	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**กิจกรรมที่ 1** เรื่อง หลากสีสัน...แต่โทษมหันต์และอันตราย **กิจกรรมที่ 2** เรื่อง ใบไม้ซ่อนสี **กิจกรรมที่ 3** เรื่อง ปริศนาของสารสี	Teamwork Problem-solving Active Citizen Creativity, Problem-solving
2	เรื่อง บ้านของฉัน	6	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์	**กิจกรรมที่ 1** เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ **กิจกรรมที่ 2** เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน **กิจกรรมที่ 3** เรื่อง บันไดหรรษา	Problem-solving Creativity Digital Literacy, Problem-solving Communication ,Active Citizen
3	เรื่อง Electric Dough	6	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**กิจกรรมที่ 1** เรื่อง ความสำคัญของไฟฟ้า **กิจกรรมที่ 2** วงจรไฟฟ้าน่ารู้ **กิจกรรมที่ 3** เรื่อง ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือ	Collaboration Problem - Solving Active Citizen,Digital Literacy Creativity, Communication

6. แนวทางการใช้หลักสูตรตามโครงการการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM)

6.1 การพัฒนาศักยภาพบุคลากร

โดยจัดฝึกอบรมทั้งในรูปแบบ Onsite ให้กับผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ และครูผู้สอน

6.1.1 หลักสูตรการอบรมสำหรับผู้บริหารสถานศึกษาและศึกษานิเทศก์ (รูปแบบ Onsite)

เพื่อให้ผู้บริหารสถานศึกษา รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ ครูผู้รับผิดชอบโครงการ และศึกษานิเทศก์ผู้รับผิดชอบโครงการ มีความรู้ ความเข้าใจและเห็นความสำคัญของการพัฒนาผู้เรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และมีความพร้อมที่จะการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM) ให้เป็นโรงเรียนต้นแบบที่มีคุณภาพทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถเผยแพร่แนวทางการดำเนินงานโครงการให้กับโรงเรียนที่มีความสนใจเข้าร่วมเป็นโรงเรียนเครือข่าย โดย 1 โรงเรียนมีการพัฒนาหลักสูตร การการจัดการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM) ดังนี้

1) นโยบายและบทบาทผู้บริหารโรงเรียนมีการพัฒนาหลักสูตรการจัดการจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM)

2) การจัดหลักสูตรสถานศึกษาเพื่อเชื่อมโยงธรรมชาติ ชุมชน และวิทยาการอย่างยั่งยืน

3) การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน

4) การนิเทศติดตาม การเป็นโค้ช และชุมชนแห่งการเรียนรู้เชิงวิชาชีพ

5) ภาวะผู้นำเพื่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

กำหนดการการอบรมเชิงปฏิบัติการ

หลักสูตรการหนุนนำอย่างต่อเนื่องและการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล

(STEM Education and Digital Technology)

<u>สำหรับผู้บริหารสถานศึกษาและศึกษานิเทศก์กลุ่มเป้าหมาย</u>

วัน เวลา	8.30-9.00 น.	9.00-10.30 น.	10.30-10.45 น.	10.45 -12.00 น.	12.00-13.00 น.	13.00- 14.30 น.	14.30-14.45 น.	14.45-16.30 น.
	ลงทะเบียน	พิธีเปิด และการประเมิน สะท้อนตนเอง Pre-test (Self assessment)และ แนวคิดการพัฒนา โรงเรียนทั้งระบบ (Whole School Approach)	พักรับประทาน อาหารว่าง	ชี้แจงกรอบแนวคิดการ พัฒนาหลักสูตร STEM Education and Digital Technology รายละเอียด บทเรียนของหลักสูตร และการวิเคราะห์ เชื่อมโยงกับสมรรถนะ และร่วมแลกเปลี่ยน เรียนรู้	พักรับประทาน อาหารกลางวัน	บทบาทหน้าที่ของ ผู้บริหารสถานศึกษาและ ศึกษานิเทศก์ด้านการหนุน นำอย่างต่อเนื่อง และ เทคนิคการหนุนนำอย่าง ต่อเนื่องในแต่ละบริบท การใช้คำถามเพื่อสะท้อน คิด และการสร้างบท สนทนาการเรียนรู้	พักรับประทาน อาหารว่าง	เครื่องมือในการหนุนนำ อย่างต่อเนื่องและการ สร้างชุมชนแห่งการ เรียนรู้ทางวิชาชีพ และการประเมินสะท้อน ตนเอง Post-test (Self assessment

6.1.2 หลักสูตรการอบรมสำหรับครูผู้สอน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

เพื่อให้ครูผู้สอนได้พัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้ รวมถึงได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีหลักสูตรการอบรม ดังนี้

6.1.2.1 หลักสูตรการอบรมการจัดการเรียนรู้โดยการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล โมดูล 1-6 (Learning Module 1-6)

การอบรมการจัดการเรียนรู้โดยการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ในครั้งนี้เป็นหลักสูตรที่จัดขึ้นเป็นจำนวน 6 บทเรียน เพื่อให้ครูผู้จัดการเรียนรู้มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถใช้เครื่องมือที่มี ในการสร้างสื่อกิจกรรมการเรียนรู้ ให้เหมาะกับการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยี เพื่อความหลากหลายและเหมาะกับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

หลักสูตรอบรมนี้ จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เข้าอบรมได้รับ การพัฒนาสมรรถนะด้านการใช้เทคโนโลยีเพื่อให้สามารถสร้างสรรค์สื่อ บทเรียน และชิ้นงานที่ส่งเสริมการเชื่อมต่อการเรียนรู้ (Connected) การทำงานร่วมกัน (Collaborated) การคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และสามารถปรับใช้เทคโนโลยีให้ เหมาะสมตามความต้องการของแต่ละบุคคล (Personal) ผ่าน การใช้งานแท็ปเล็ตในระบบปฏิบัติการ iPadOs ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ระดับมืออาชีพจาก Apple Teacher Learning Center เพื่อทำแบบทดสอบ และรับการรับรองเป็น Apple Teacher โดยในหลักสูตรนี้ประกอบด้วยกิจกรรม 6 บทเรียน ได้แก่

1) ทำความรู้จักกับ iPad เพื่อการศึกษา

2) สร้างสื่อหนังสือให้มีชีวิตด้วยแอปพลิเคชัน Pages บน iPad

3) สร้างสื่อแอนิเมชันอย่างง่ายด้วยแอปพลิเคชัน Keynote บน iPad

4) วางแผนโครงงานและการสอนด้วยแอปพลิเคชัน Numbers บน iPad

5) สร้างสุนทรียสร้างสรรค์กับเสียงดนตรีด้วยแอปพลิเคชัน GarageBand บน iPad

6) สร้างคลิปสอนให้สนุกด้วยแอปพลิเคชัน iMovie สำหรับ iPad

กำหนดการการอบรมเชิงปฏิบัติการ

หลักสูตรบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM)

โมดูลที่ 1-6 (Learning Module 1-6)

<u>สำหรับครูผู้สอนกลุ่มเป้าหมาย</u>

วันที่	เวลา	กิจกรรม	หมายเหตุ
1	9.00- 12.00 น.	เรียนรู้ส่วนประกอบและพื้นฐานการใช้งานอุปกรณ์เทคโนโลยีดิจิทัล ในบทเรียนที่ 1 เรื่อง ทำความรู้จักกับ iPad เพื่อการศึกษา	
	12.00 -13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
	13.00 -16.00 น.	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีดิจิทัล - เรียนรู้ - ลองทำ - นำไปใช้ - เชื่อมโยง	
	16.00-16.30 น.	สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน	
2	9.00- 12.00 น.	เรียนรู้พื้นฐานการใช้ Pages ในบทเรียนที่ 2 เรื่อง สร้างสื่อหนังสือให้มีชีวิตด้วยแอปพลิเคชัน Pages บน iPad	
	12.00 -13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
	13.00 -16.00 น.	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล - เรียนรู้ - ลองทำ	

วันที่	เวลา	กิจกรรม	หมายเหตุ
		- นำไปใช้ - เชื่อมโยง	
	16.00-16.30 น.	สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน	
3	9.00- 12.00 น.	เรียนรู้พื้นฐานการใช้ Keynote ในบทเรียนที่ 3 เรื่อง สร้างสื่อแอนิเมชันอย่างง่ายด้วยแอปพลิเคชัน Keynote บนiPad	
	12.00 -13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
	13.00 -16.00 น.	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล - เรียนรู้ - ลองทำ - นำไปใช้ - เชื่อมโยง	
	16.00-16.30 น.	สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน	
4	9.00- 12.00 น.	เรียนรู้พื้นฐานการใช้ Number ในบทเรียนที่ 4 เรื่อง วางแผนโครงงานและการสอนด้วยแอปพลิเคชัน Numbers บน iPad	
	12.00 -13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
	13.00 -16.00 น.	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล - เรียนรู้ - ลองทำ - นำไปใช้ - เชื่อมโยง	

วันที่	เวลา	กิจกรรม	หมายเหตุ
	16.00-16.30 น.	สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน	
5	9.00- 12.00 น.	เรียนรู้พื้นฐานการใช้ GarageBand ในบทเรียนที่ 5 เรื่อง สร้างสุนทรียสร้างสรรค์กับเสียงดนตรีด้วยแอปพลิเคชัน GarageBand บน iPad	
	12.00 -13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
	13.00 -16.00 น.	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล - เรียนรู้ - ลองทำ - นำไปใช้ - เชื่อมโยง	
	16.00-16.30 น.	สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน	
6	9.00- 12.00 น.	เรียนรู้พื้นฐานการใช้ iMovie ในบทเรียนที่ 6 เรื่อง สร้างคลิปสอนให้สนุกด้วยแอปพลิเคชัน iMovie สำหรับ iPad	
	12.00 -13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
	13.00 -16.00 น.	ฝึกปฏิบัติการใช้งานและสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล - เรียนรู้ - ลองทำ - นำไปใช้ - เชื่อมโยง	
	16.00-16.30 น.	สะท้อนการเรียนรู้ และร่วมแลกเปลี่ยน	

6.1.2.2 หลักสูตรบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล สำหรับครู โมดูล 7-9 (Learning Module 7-9)

เพื่อให้ครูผู้รับผิดชอบโครงการ มีความรู้ ความเข้าใจและเห็นความสำคัญของการพัฒนาผู้เรียนเชิงบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล มีความพร้อมที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล และครูผู้สอนมีหลักสูตร และ Application ที่เป็นเครื่องมือ สำหรับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ในระดับชั้นมประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยในหลักสูตรนี้ประกอบด้วยกิจกรรม 3 บทเรียน ได้แก่ ดังนี้

1) บทเรียนที่ 7 เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้
2) บทเรียนที่ 8 เรื่อง บ้านของฉัน
3) บทเรียนที่ 9 เรื่อง Electric Dough

กำหนดการการอบรมเชิงปฏิบัติการ

หลักสูตรการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM Education and Digital Technology)

สำหรับครูปฏิบัติการ 3 กลุ่มสาระวิชา

วัน เดือน ปี	เวลา	กิจกรรม	วิทยากร
15 มิถุนายน 2565	8.00-8.30 น.	ลงทะเบียน	เจ้าหน้าที่เทคโนโลยี
	8.30-10.30 น.	**กิจกรรมที่ 1** กรอบแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา สมรรถนะเป้าหมาย กิจกรรมสำคัญของหน่วยการเรียนรู้	รองศาสตราจารย์ ดร. จุฬารัตน์ ธรรมประธีป และคณะทีมวิทยากร
	10.30-10.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
	10.45-11.00 น.	**Self Assessment** (ประเมินตนเองด้านการจัดการเรียนรู้)	นางสาววิภาวรรณ แสงทอง
	11.00-12.00 น.	กรอบแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา สมรรถนะเป้าหมาย กิจกรรมสำคัญของหน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)	รองศาสตราจารย์ ดร. จุฬารัตน์ ธรรมประธีป และคณะทีมวิทยากร
	12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
	13.00- 14.30 น.	**กิจกรรมที่ 2** แนวทางการนำหลักสูตรไปปฏิบัติใช้ในชั้นเรียน 1) การวางแผนการใช้หน่วยการเรียนรู้ การกำหนดตารางเวลาสอน ครูที่รับผิดชอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้) 2) การประเมินความพร้อมของการสอนในแต่ละหน่วย (เนื้อหา วิธีการสอน การใช้สื่อ การวัดประเมินผล) (กลุ่มย่อย)	รองศาสตราจารย์ ดร. จุฬารัตน์ ธรรมประธีป และคณะทีมวิทยากร
	14.30-14.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
	14.45-16.30 น.	แนวทางการนำหลักสูตรไปปฏิบัติใช้ในชั้นเรียน (ต่อ) 1) การวางแผนการใช้หน่วยการเรียนรู้ การกำหนดตารางเวลาสอน ครูที่รับผิดชอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้) 2) การประเมินความพร้อมของการสอนในแต่ละหน่วย (เนื้อหา วิธีการสอน การใช้สื่อ การวัดประเมินผล) (กลุ่มย่อย)	รองศาสตราจารย์ ดร. จุฬารัตน์ ธรรมประธีป และคณะทีมวิทยากร

วัน เดือน ปี	เวลา	กิจกรรม	วิทยากร
16 มิถุนายน 2565	8.00-8.30 น.	ลงทะเบียน	เจ้าหน้าที่เทคโนโลยี
	8.30-8.40 น.	Pre-test ด้านความรู้พื้นฐานโมดูลเรียนรู้ 7 และ 8	นางสาววิภาวรรณ แสงทอง
	8.40-10.30 น.	**กิจกรรมที่ 3** Hands on โมดูลที่ 7 เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้	คณะวิทยากรกิจกรรม
	10.30-10.40 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
	10.40-12.00 น.	การสะท้อนกิจกรรม และสรุปกิจกรรมโมดูลที่ 7 เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้	คณะวิทยากรกิจกรรม
	12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารเที่ยง	
	13.00-15.00 น.	**กิจกรรมที่ 4** Hands on โมดูลที่ 8 เรื่อง บ้านของฉัน	คณะวิทยากรกิจกรรม
	15.00-16.30 น.	การสะท้อนกิจกรรม และสรุปกิจกรรมโมดูลที่ 8 เรื่อง บ้านของฉัน	คณะวิทยากรกิจกรรม
17 มิถุนายน 2565	8.00-8.30 น.	ลงทะเบียน	
	8.30-8.40 น.	**Pre-test** ด้านความรู้พื้นฐานโมดูลเรียนรู้ 9	นางสาววิภาวรรณ แสงทอง
	8.40-10.30 น.	**กิจกรรมที่ 5** Hands on โมดูลที่ 9 เรื่อง Electric Dough	คณะวิทยากรกิจกรรม
	10.30-10.40 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
	10.40-12.00 น.	การสะท้อนกิจกรรม และสรุปกิจกรรมโมดูลที่ 9 เรื่อง Electric Dough	คณะวิทยากรกิจกรรม
	12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารเที่ยง	
	13.00-15.00 น.	**กิจกรรมที่ 6** แนวทางการนำหลักสูตรไปปฏิบัติใช้ในชั้นเรียน 1) การวางแผนการใช้หน่วยการเรียนรู้ การกำหนดตารางเวลาสอน ครูที่รับผิดชอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้) 2) การประเมินความพร้อมของการสอนในแต่ละหน่วย (เนื้อหา วิธีการสอน การใช้สื่อ การวัดประเมินผล) (กลุ่มย่อย)	คณะวิทยากรกิจกรรม
	15.00-16.30 น.	1. นำเสนอแนวทางการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 2. ตอบข้อซักถาม ประมวลผลการอบรมทั้งหมด 2. **Post-test** ด้านความรู้พื้นฐานโมดูลเรียนรู้ 7-9 4. ปิดการอบรม	รองศาสตราจารย์ ดร. จุฬารัตน์ ธรรมประธีป และคณะทีมวิทยากร

6.2 การวัดและประเมินผลนักเรียน

เน้นการประเมินตามสภาพจริงโดย

1. เน้นการวัดผลระหว่างการเรียนตลอดทุกระดับชั้นเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน (In-course assessment and feedback) และการวัดและประเมินผลฐานสมรรถนะ (Competency-based assessment)

2. เน้นการวัดผลที่สอดคล้องกับวิธีการจัดการเรียนการสอน โดยให้ความสำคัญกับประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้ ควบคู่ไปกับผลการเรียนรู้

3. เน้นการวัดผลอย่างชัดเจนโดยใช้ทั้งการสอบข้อเขียน การสอบปฏิบัติ และการวัดผล ตามสภาพจริง ตามแนวทางการประเมินของโปรแกรมการประเมินสมรรถนะผู้เรีน โดยจัดให้ครูได้มีโอกาสประเมินนักเรียนในหลายรูปแบบทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ

6.3 การประเมินหลักสูตร

1. การประเมินภาพรวมของหลักสูตรการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM) โดยเน้นการประเมินเพื่อให้รู้จุดอ่อนของหลักสูตรที่ควรปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2. ประเมินครอบคลุมทั้งด้านปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์ ประเมินโดยใช้เครื่องมือ ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่มีมาตรฐาน และช่วยในการเปรียบเทียบระหว่างปีต่าง ๆ

3. ผู้บริหาร ครู และศึกษานิเทศก์มีส่วนร่วมในการประเมิน หลักสูตรการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM)

4. ใช้กลไกการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้โดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน (School-based professional development)

7. หน่วยการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (STEM)

7.1 ส่วนที่ 2 บทเรียนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล

โมดูลที่ 7 เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้

โมดูลที่ 8 เรื่อง บ้านของฉัน

โมดูลที่ 9 เรื่อง Electric Dough

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 1**
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ **เวลา 6 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ม.2/3 นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง สสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ป.2/1 บรรยาย แนวการเคลื่อนที่ของแสงจากแหล่งกำเนิดแสง และอธิบายการมองเห็นวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ม.1/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ป.6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบ วิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

ม.1/3 รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ป.6/3 หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วน ที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ป.3/3 เลือกใช้เครื่องวัดความยาวที่เหมาะสม วัดและบอกความยาวของสิ่งต่างๆ เป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตร และเซนติเมตร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. วิเคราะห์ข้อดี - ข้อเสียของสีจากธรรมชาติและสีสังเคราะห์ เพื่อทำประกาศเสียงตามสายรณรงค์เพื่อสร้างความตระหนักเกี่ยวกับอันตรายของการใช้สีสังเคราะห์ได้ (P, A)

2. เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุปสีของใบไม้แต่ละระยะ ของพืชต่างชนิดกันได้ จากกราฟข้อมูลที่ได้จากการใช้ Application FizziQ โดยสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้ (P, A)

3. ออกแบบการทดลองเพื่อแยกองค์ประกอบของใบไม้แต่ละระยะของพืชต่างชนิดกันด้วยโครมาโทกราฟีได้ (P)

4. สร้างและทดสอบประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ CTK จากสถานการณ์ที่กำหนดได้ (K , P)

สาระสำคัญ

นักเรียนร่วมกับเพื่อนวิเคราะห์ข้อดี - ข้อเสียของสีจากธรรมชาติและสีสังเคราะห์ จากการอ่านบทความเพื่อนำไปทำประกาศเสียงตามสายให้ชุมชนตระหนักถึงอันตรายของการใช้สีสังเคราะห์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชน และสังคม นอกจากนี้ นักเรียนจะได้ศึกษาสีในใบไม้แต่ละระยะ ของพืชต่างชนิดกัน โดยทำการทดลองผ่าน Application FizziQ ซึ่งเป็นเครื่องมือแปลงสีจากวัตถุที่ศึกษาออกมาในรูปแบบกราฟแสดงปริมาณของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ตามหลักการของแม่สี เพื่อแสดงว่าสีที่ตาเรามองเห็นเป็นสีเดียว อาจจะมีสีอื่นอยู่ด้วย จากนั้น นักเรียนจะได้ศึกษาใบไม้ชนิดเดียวกันใน 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสด ระยะเริ่มเหี่ยว และระยะเหี่ยว และเปรียบเทียบระยะดังกล่าวกับใบไม้ชนิดอื่นจากการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเพื่อน เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของชุดข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของสีตามระยะของใบไม้ โดยปริมาณของสีจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะของใบไม้ ใบไม้สดจะมีปริมาณสีเขียวมากที่สุด ใบเหี่ยวจะมีปริมาณสีแดงมากที่สุด และในขณะที่ใบเริ่มเหี่ยวจะมีปริมาณสีแดงและสีเขียวใกล้เคียงกัน รวมถึงนักเรียนจะได้ใช้โครมาโทกราฟี ซึ่งเป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของสาร ด้วยหลักการละลายและการดูดซับที่ต่างกันของสาร ไปใช้ออกแบบการทดลองเพื่อสกัดสารที่อยู่ในใบไม้ในระยะต่าง ๆ ด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน เช่น น้ำ และแอลกอฮอล์ไอโซโพพิล ใช้โครมาโทกราฟีเพื่อสังเกต และศึกษาองค์ประกอบของใบไม้ดังกล่าว นอกจากนี้ นักเรียนจะได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาทั้งหมดเกี่ยวกับสี องค์ประกอบของใบไม้ ที่ได้จากการใช้ Application FizziQ และโครมาโทกราฟีไปใช้ในการสร้างและทดสอบชุดอุปกรณ์ CTK ตามเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การระบุชนิดและปริมาณตัวทำลายและตัวถูกละลาย การระบุชนิดของกระดาษที่ใช้สำหรับโครมาโทกราฟี การระบุวัสดุ ขนาด และส่วนประกอบของ CTK

สาระการเรียนรู้

1. อันตรายของสารสี
2. ข้อดี – ข้อเสียของสีจากธรรมชาติและสีสังเคราะห์
3. การใช้ Application FizziQ
4. สารสีของใบไม้
5. การแยกสารสีใบไม้ด้วยวิธีโครมาโทกราฟี
6. ความเข้มข้นของสารสีที่สกัดจากใบไม้ด้วยโครมาโทกราฟี
7. การคาดคะเนความน่าจะเป็น
8. การใช้เครื่องวัดความยาวที่เหมาะสม
9. อัตราส่วน

จุดเน้นสู้การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่21 (การเรียนรู้ 3R×8C)

3R

- ☑ R1 - Beading (อ่านออก)
- ☑ R2 - Writing (เขียนได้)
- ☑ R3 - Arithmetic (คิดเลขเป็น)

8C

- ☑ C1 - Critical Thinking and Problem Solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา)
- ☑ C2 - Creativity and Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรรม)
- ☑ C3 - Cross-cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์)
- ☑ C4 - Collaboration, Teamwork and Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ)
- ☐ C5 - Communications, Information and Media Literacy (ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ)
- ☐ C6 - Computing and ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร)
- ☑ C7 - Career and Learning Skills (ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้)
- ☑ C8 - Compassion (ความมีเมตตากรุณา วินัย คุณธรรม จริยธรรม)

สมรรถนะผู้เรียน

- ☑ การจัดการตนเอง
- ☑ การสื่อสาร
- ☑ การรวมพลังทำงานเป็นทีม
- ☑ การเป็นพลเมืองที่แข็งแรง
- ☑ การคิดขั้นสูง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันตอบคำถาม โดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

คำถาม นักเรียนคิดว่าพืชใบไม้มีสีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ เขียว แดง เหลือง

คำถาม ใบไม้ที่มีเหลือง ใบไม้สีแดง และใบไม้สีม่วงอะไรบ้างตามลำดับ

แนวคำตอบ ต้นโกสน ต้นบอนสี ว่านกาบหอย

คำถาม ใบของพืช ทำหน้าที่ใด

แนวคำตอบ ใบ ทำหน้าที่ สร้างอาหารด้วยวิธีการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ การหายใจ

คำถาม นักเรียนคิดว่าใบไม้สีเขียว มีเฉพาะสีเขียวอยู่ในใบไม้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน

คำถาม นักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่ามีสีอื่น ๆ ซ่อนอยู่ในไม้สีเขียว

แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ผจญภัยในดงพญาเย็น

1.2 ตัวแทนนักเรียนออกมารับใบกิจกรรมที่ 1 ผจญภัยในดงพญาเย็น

1.3 นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากใบกิจกรรมที่ 1 ผจญภัยในดงพญาเย็น พร้อมตอบคำถามลงในตอนที่ 1 ประเด็นปัญหา

“นักเรียน คือ ผู้เข้าชิงตำแหน่งผู้ช่วยวิจัยของศาสตราจารย์เบเอวรี่ โกลเวอร์ ผู้อำนวยการสวนพฤกษศาสตร์แห่งเคมบริดจ์ (Professor Beverley Glover, Director - Cambridge Botanic Garden) ที่จะเดินทางมาดงพญาเย็น เพื่อเก็บตัวอย่างดอกไม้ และพืชหายากของประเทศไทยกลับไปวิจัยต่อในมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ประเทศอังกฤษ สำหรับบททดสอบของผู้เข้าชิงคือ จะต้องสร้างอุปกรณ์ที่ใช้แยกองค์ประกอบในพืชออกจากกันได้อย่างชัดเจน สามารถระบุได้ว่าพืชที่นำมาทดสอบเป็นพืชชนิดใด และมาจากส่วนใดของพืชชนิดนั้น อุปกรณ์ต้องมีขนาดเล็กพกพาง่าย สามารถนำไปใช้ในป่าลึกได้ และไม่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่

ในขั้นตอนการคัดเลือกผู้ช่วยวิจัย นักเรียนต้องใช้อุปกรณ์ CTK ที่สร้างขึ้น จำแนกพืชปริศนา 3 ชนิด หากอุปกรณ์ของนักเรียนสามารถแยกพืชทั้ง 3 ชนิดได้ถูกต้องแม่นยำ นักเรียนจะได้ผ่านการคัดเลือกให้เป็นผู้ช่วยวิจัย”

1.4 นักเรียนและครูร่วมกันตอบคำถามจากสถานการณ์ ดังนี้

คำถาม จากสถานการณ์ดังกล่าว ประเด็นปัญหาคืออะไร

แนวคำตอบ แนวคำตอบ : การสร้างชุดอุปกรณ์ที่สามารถแยกองค์ประกอบในพืชได้อย่างชัดเจน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในป่าลึก

คำถาม จากสถานการณ์ได้ระบุเงื่อนไขอะไรบ้าง

แนวคำตอบ - ชุดอุปกรณ์ ต้องมีขนาดเล็ก
- พกพาง่าย
- ไม่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่
- สามารถแยกองค์ประกอบในพืชได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง และแม่นยำ

คำถาม จากสถานการณ์ ชุดอุปกรณ์ที่นักเรียนจะต้องสร้างคืออะไร และมีวัตถุประสงค์อะไรบ้าง

แนวคำตอบ สร้างชุดอุปกรณ์ CTK มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกองค์ประกอบของพืชให้ถูกต้อง และแม่นยำ เพื่อให้มั่นใจว่าชุดอุปกรณ์ CTK นี้ จะทำให้นักเรียนผ่านการคัดเลือกให้เป็นผู้ช่วยวิจัย

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

2.2 ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบกิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สารสีของใบไม้

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ ดังนี้

<u>ตอนที่ 1 หลากสีสัน...แต่โทษมหันต์และอันตราย</u>

2.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาจับฉลาก 2 บทความ

2.5 นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ ตอนที่ 1 หลากสีสัน...แต่โทษมหันต์และอันตราย

2.6 นักเรียนวิเคราะห์ตัวอย่างบทความ พร้อมตอบคำถามและบอกข้อดี - ข้อเสีย ของการใช้สีจากธรรมชาติและสีสังเคราะห์ลงในตารางที่กำหนดให้ ลงในตอนที่ 1 หลากสีสัน...แต่โทษมหันต์และอันตราย จากใบกิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ พร้อมนำเสนอข้อมูลในแอปพลิเคชัน Number เพื่อให้ทุกคนได้เห็นข้อมูลทั้งหมดของทุกกลุ่ม

2.7 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เรื่อง หลากสีสัน...แต่โทษมหันต์และอันตราย โดยใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ดังนี้

คำถาม นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด ลูกอม หรือขนมต่าง ๆ มักมีสีสันที่สดใส

แนวคำตอบ ในลูกอม มีส่วนประกอบของสารเคมีสกัดอื่น ๆ เพื่อควบคุมความหวาน แต่งรสและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยทั้งหมดนี้เป็นการดึงดูดผู้บริโภคให้สนใจในรสชาติ กลิ่น สี ของขนม หรือลูกอมชนิดนั้น ๆ

คำถาม นักเรียนคิดว่าหากร่างกายได้รับสารจากสีย้อมผ้าที่ปนเปื้อนในอาหาร จะเป็นอันตรายต่อร่างกายอย่างไร

แนวคำตอบ จะทำให้ร่างกายเสี่ยงต่อการเกิดอาการป่วยอย่างเฉียบพลัน ปัญหาผิวหนัง หรือแม้กระทั่งโรคมะเร็งได้

คำถาม นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดสีจึงมีความสำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในยุคปัจจุบัน

แนวคำตอบ เพื่อดึงดูดและเพิ่มการจดจำเอกลักษณ์ของแบรนด์เครื่องสำอางนั้น ๆ

คำถาม นักเรียนคิดว่าทำไมเด็กจึงควรได้รับสีเทียนที่ปลอดภัย

แนวคำตอบ เพราะในปัจจุบันสีเทียนมีหลากหลายยี่ห้อ มีมาตรฐานและคุณภาพที่แตกต่างกัน บางยี่ห้อที่ตรวจพบก็มีค่าเกินมาตรฐานที่เป็นอันตราย หากได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากอาจส่งผลต่อพัฒนาการของเด็ก ๆ ได้

คำถาม การใช้สีผสมในอาหาร การใช้สีย้อมผ้า และผลิตภัณฑ์เสริมความงามที่จะให้ความปลอดภัยมากที่สุดควรใช้สีชนิดใด

แนวคำตอบ สีที่ได้จากธรรมชาติ

คำถาม นักเรียนคิดว่าหากนักเรียนได้รับสารสีสังเคราะห์และสารเคมีในชีวิตประจำวัน จะส่งผลต่อร่างกายหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ส่งผลเสียต่อร่างกาย เพราะ จะทำให้มีพฤติกรรมอยู่ไม่นิ่ง สมาธิสั้น ในช่วงเวลาที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเคมีเหล่านี้ในปริมาณมาก ๆ เป็นประจำ จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพและอาจก่อให้เกิดโรคร้ายในอนาคตได้

2.8 ครูชี้แจงให้นักเรียนแต่กลุ่มทำประกาศเสียงตามสาย เพื่อให้ทุกคนในชุมชนตระหนักถึงอันตรายของการใช้สีสังเคราะห์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชน และสังคม

2.9 นักเรียนและครูร่วมกันพูดคุยจากการทำกิจกรรมเสียงตามสาย โดยใช้คำถาม ดังนี้

คำถาม นักเรียนจะมีวิธีการพูดคุยกับคนในชุมชนอย่างไร เพื่อช่วยให้ตระหนักถึงอันตรายของการใช้สีสังเคราะห์

แนวคำตอบ ประชาชนควรหลีกเลี่ยงเรื่องการบริโภคอาหารที่แต่งสีต่างๆ แต่หากมีความจำเป็นต้องการจะแต่งสีอาหารแล้ว ควรเลือกใช้สีธรรมชาติ หรือสีสังเคราะห์ประเภทที่ใช้เป็นสีผสมอาหารตามที่กระทรวงสาธารณสุขได้ประกาศอนุญาตให้ใช้ได้ตามความเหมาะสม)

ตอนที่ 2 ใบไม้ซ่อนสี

2.10 ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความลับของสีสัน และแบบบันทึกการทำงานร่วมกันในกิจกรรมสีที่ซ่อนอยู่ในใบไม้

2.11 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความลับของสีสัน และกิจกรรมในตอนที่ 2 ใบไม้ซ่อนสี

2.12 นัดกเรียนให้ข้อมูลว่าเป็นใบไม้ของพืชชนิดใดตามใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความลับของสีสัน จากใบไม้ 2 ชนิดที่ครูจัดเตรียม

2.13 นักเรียนฟังครูชี้แจงว่าในกิจกรรมนี้ นักเรียนจะได้ใช้ Application FizziQ เพื่อศึกษาว่ามีสีใดบ้างที่อยู่ในใบไม้แต่ละระยะ คือ สด เริ่มเหี่ยว เหี่ยว โดยแต่ละกลุ่มศึกษาใบไม้ 1 ชนิด คือ (ใบไม้ตามบริบทของโรงเรียน) ทั้งนี้ครูควรแบ่งกลุ่มในการศึกษาใบไม้แต่ละชนิดเท่า ๆ กัน

2.14 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการทำงาน 5 นาที พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการทำงาน

2.15 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารับอุปกรณ์

2.16 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรม พร้อมทั้งสังเกตผลและบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในตอนที่ 2 ใบไม้ซ่อนสี จากใบกิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สารสีของใบไม้

2.17 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลอง เพื่อศึกษารูปแบบของข้อมูลใบไม้แต่ละระยะ

2.18 นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทดลอง และลงข้อสรุปผลการทดลอง โดยคำนึงถึงเป้าหมายของทีม และสัมพันธภาพของทีมเป็นหลัก

2.19 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนผลการทำกิจกรรม เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลของกลุ่มตนเองและเพื่อน ๆ ที่ได้ใบไม้ชนิดเดียวกัน ด้วยคำถามต่อไป

คำถามข้อที่ 1 ใบไม้สีเขียวมีสีอื่นอยู่ด้วยหรือไม่ อย่างไร

คำถามข้อที่ 2 ใบไม้แต่ละระยะมีปริมาณสีใดมากที่สุด

คำถามข้อที่ 3 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในแต่ละครั้ง มีความสอดคล้องกันหรือไม่ อย่างไร

2.20 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปกิจกรรมในตอนที่ 2 ใบไม้ซ่อนสี

แนวทางการสรุป สรุปได้ว่า สีที่ตาเรามองเห็นเป็นสีเดียว อาจจะมีสีอื่นอยู่ด้วย ซึ่ง Application FizziQ จะแปลงสีจากวัตถุที่ศึกษาออกมาในรูปแบบกราฟแสดงปริมาณของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ตามหลักการของแม่สี ทำให้ทราบว่าใบไม้สีเขียวที่เราเห็น มีสีชนิดอื่นอยู่ด้วย เช่น สีแดง และสีน้ำเงิน เมื่อใบไม้เปลี่ยนสี ปริมาณของส่วนประกอบของสี ก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย เช่น ใบสดจะมีปริมาณสีเขียวมากที่สุด ใบเหี่ยวจะมีปริมาณสีแดงมากที่สุด ในขณะที่ใบเริ่มเหี่ยวจะมีปริมาณสีแดงและสีเขียวใกล้เคียงกัน โดยครูอธิบายเพิ่มเติมถึง คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุหรือสารสี (pigment) ที่มีสีเขียวอยู่ในคลอโรพลาสต์

(chloroplast) มีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช เพื่อสร้างเป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานในเซลล์ของพืช โดย การทำงานของคลอโรฟิลล์นั้น เมื่อใบไม้เริ่มเหี่ยว จะมีการเริ่มเสื่อมของคลอโรฟิลด์แต่ยังคงตรวจจับได้ด้วยกล้อง และเริ่มมีการผลิตเม็ดสีแดง จึงทำให้ในกราฟพบความเข้มแสงสีสูงกว่าใบสดและใบเหี่ยว และครูอธิบายเพิ่มเติมว่า สีเขียวของพืช มีชื่อว่า คลอโรฟิลล์ สีเหลือง แคโรทีนอยด์ สีแดงหรือสีน้ำเงินคือแอนโทไซยานิน (สีแดงหรือน้ำเงินจะขึ้นอยู่กับค่า pH

<u>ตอนที่ 3 ปริศนาของสารสี</u>

2.21 ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลายและโครมาโทกราฟีอย่างง่าย

2.22 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลายและโครมาโทกราฟีอย่างง่าย และกิจกรรมในตอนที่ 3 ปริศนาของสารสี

2.23 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการทดลองการแยกสีของใบไม้ด้วยโครมาโทกราฟี โดยใช้ข้อมูลที่ได้ศึกษามา

2.24 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมการแยกสีของใบไม้ด้วยโครมาโทกราฟี ลงในตอนที่ 3 ปริศนาของสารสี จากใบกิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ โดยครูจัดเตรียมใบไม้ 2 ชนิด พร้อมให้ข้อมูลว่าเป็นใบไม้ของพืชชนิดใด

2.25 ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับอุปกรณ์

2.26 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองเรื่อง การแยกสีของใบไม้ด้วยโครมาโทกราฟี พร้อมทั้งสังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในตอนที่ 3 ปริศนาของสารสี จากใบกิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สารสีของใบไม้

2.27 นักเรียนและครูร่วมกันลงข้อสรุป

แนวทางการสรุป 1. วิธีการแยกด้วยโครมาโทกราฟี

2. ความเข้มข้นของสีเมื่อสกัดจากตัวทำละลายต่าง ๆ)

2.28 นักเรียนร่วมกันศึกษาวิดีโอคลิปเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแยกสีด้วยโครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบชุดอุปกรณ์ CTK (วิดีโอคลิป : https://youtu.be/9G8NrkPyrVw)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

3.1 นักเรียนแต่กลุ่มร่วมกันระดมความคิดเกี่ยวกับการออกแบบชุดอุปกรณ์ CTK จากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ในตอนที่ 2 Chromatography Test Kit (CTK) จากใบกิจกรรมที่ 1 ผจญภัยในดงพญาเย็น

3.2 นักเรียนออกแบบชุดอุปกรณ์ CTK พร้อมทั้งวาดภาพและอธิบายแนวคิดในการสร้างชุดอุปกรณ์ CTK รวมไปถึงออกแบบวิธีการทดลองชุดอุปกรณ์ CTK โดยใช้ข้อมูลที่ได้ศึกษามา

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชุดอุปกรณ์ CTK และวิธีการทดลองตามที่ออกแบบไว้ให้เพื่อนในห้องฟัง เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับวัสดุชุดอุปกรณ์ CTK

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างชุดอุปกรณ์ CTK

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

5.1 นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์ CTK จากวัสดุที่นักเรียนเลือกใช้ โดยนักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดสอบลงในตอนที่ 2 Chromatography Test Kit (CTK) จากใบกิจกรรมที่ 1 ผจญภัยในดงพญาเย็น โดยตรวจสอบตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ดังนี้

- สามารถแยกองค์ประกอบได้อย่างรวดเร็ว และสะดวก
- สามารถแยกองค์ประกอบได้ครบถ้วน
- ชุดอุปกรณ์ CTK พกพาได้ง่าย
- สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

5.2 นักเรียนนำผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์ CTK จากวัสดุที่นักเรียนเลือกใช้ มาหาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ CTK มากขึ้นแล้วนำไปทำการทดลองอีกครั้ง (การระบุประสิทธิภาพ อุปสรรคและแนวทางการปรับปรุงแก้ไข)

5.3 นักเรียนบันทึกผลการทดสอบและแนวทางการปรับปรุงแก้ไขลงในตอนที่ 3 การปรับปรุงแก้ไขจากใบกิจกรรมที่ 1 ผจญภัยในดงพญาเย็น โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

คำถาม นักเรียนพบปัญหาระหว่างการสร้างชุดอุปกรณ์ CTK หรือไม่ หากพบปัญหานักเรียนมีวิธีแก้ไขปรับปรุงอย่างไร

แนวคำตอบ องค์ประกอบบนกระดาษโครมาโทกราฟีมองเห็นไม่ชัดเจน แก้ปัญหาโดยเพิ่มปริมาณสารสกัดจากใบไม้ ปรับความยาว หรือเปลี่ยนชนิดของกระดาษโครมาโทกราฟี

คำถาม นักเรียนมีวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของ CTK อย่างไรบ้าง เพื่อให้มั่นใจว่าชุดอุปกรณ์ CTK นี้จะทำให้นักเรียนผ่านการคัดเลือกให้เป็นผู้ช่วยวิจัย

แนวคำตอบ ชุดอุปกรณ์ CTK สามารถระบุองค์ประกอบได้ใกล้เคียง หรือตรงกับตัวอย่างพืชที่กำหนด

5.4 นักเรียนตอบคำถามการสะท้อนความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมลงในตอนที่ 4 การสะท้อนความรู้จากใบกิจกรรมที่ 1 ผจญภัยในดงพญาเย็น โดยมีคำถาม ดังนี้

คำถาม นักเรียนได้ความรู้อะไรบ้างจากการทำกิจกรรมนี้

แนวทางการสรุป วิทยาศาสตร์: การสกัดสีจากธรรมชาติด้วยโครมาโทกราฟี
เทคโนโลยี: การใช้ Application FizziQ และ Application Number
วิศวกรรมศาสตร์: การออกแบบชุดอุปกรณ์ CTK
คณิตศาสตร์: การคาดคะเนการเลือกใช้วัสดุในการทดลองเพื่อนำความน่าจะเป็นไปใช้ในชีวิตจริง การใช้เครื่องวัดความยาวที่เหมาะสมวัดและบอกความยาวของสิ่งต่างๆ เป็นเซนติเมตร และอัตราส่วนการสกัดสีจากธรรมชาติ

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

6.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอรายละเอียด และการทำงานของชุดอุปกรณ์ CTK ที่สร้างขึ้น โดยใช้ Keynote

6.2 นักเรียนอภิปรายประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์ CTK ตามเงื่อนไขที่ระบุ

แนวทางการสรุป
- การแยกองค์ประกอบได้อย่างรวดเร็ว และสะดวก
- การแยกองค์ประกอบได้ครบถ้วน
- ชุดอุปกรณ์ CTK พกพาได้ง่าย
- การเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

6.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปกระบวนการที่นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน

แนวทางการสรุป
- ระบุปัญหา
- รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
- วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
- ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน
- นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

6.4 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติว่านักเรียนได้ความรู้อะไรบ้างจากการทำกิจกรรมนี้

แนวทางการสรุป วิทยาศาสตร์: การสกัดสีจากธรรมชาติด้วยโครมาโทกราฟี
เทคโนโลยี: การใช้ Application FizziQ และ Application Number
วิศวกรรมศาสตร์: การออกแบบชุดอุปกรณ์ CTK
คณิตศาสตร์: การคาดคะเนการเลือกใช้วัสดุในการทดลองเพื่อนำความน่าจะเป็นไปใช้ในชีวิตจริง การใช้เครื่องวัดความยาวที่เหมาะสมวัดและบอกความยาวของสิ่งต่างๆ เป็นเซนติเมตร และอัตราส่วนการสกัดสีจากธรรมชาติ)

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 ผจญภัยในดงพญาเย็น
2. ใบกิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สารสีของใบไม้
3. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความลับของสีสัน
4. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลายและโครมาโทกราฟีอย่างง่าย

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือ/แบบประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. วิเคราะห์ข้อดี - ข้อเสียของสีจากธรรมชาติและสีสังเคราะห์ เพื่อทำประกาศเสียงตามสายรณรงค์เพื่อสร้างความตระหนักเกี่ยวกับอันตรายของการใช้สีสังเคราะห์ได้ (P, A)	- ใบกิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ ตอนที่ 1 หลากสีสัน...แต่โทษมหันต์และอันตราย	ผ่านเกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุปสีของใบไม้แต่ละระยะ ของพืชต่างชนิดกันได้ จากกราฟข้อมูลที่ได้จากการใช้ Application FizziQ โดยสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้ (P, A)	- ใบกิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ ตอนที่ 2 ใบไม้ซ่อนสี - แบบบันทึกพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน	บันทึกผลการทดลองสอดคล้องกับระยะของใบไม้อย่างเป็นระบบ
3. ออกแบบการทดลองเพื่อแยกองค์ประกอบของใบไม้แต่ละระยะของพืชต่างชนิดกัน ด้วยโครมาโทกราฟีได้ (P)	- ใบกิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์สารสีของใบไม้ ตอนที่ 3 ปริศนาของสารสี	ผ่านเกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 80 ขึ้นไป
4. สร้างและทดสอบประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ CTK จากสถานการณ์ที่กำหนดได้ (K , P)	- ใบกิจกรรมที่ 1 ผจญภัยในดงพญาเย็น	ผ่านเกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 80 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง ความลับของสีสัน

(ตัวอย่างข้อมูลของใบไม้ 2 ชนิด)

ภาพใบไม้	ข้อมูล
1. ใบโกสน 	**ลักษณะภายนอกของใบ :** เป็นใบเดี่ยว โคนใบรูปลิ่ม ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ เนื้อของใบคล้ายกับกระดาษ การเรียงตัวของเส้นใบมีรูปร่างคล้ายแหแบบขนนก ใบรูปขอบขนาน ส่วนสีของใบนั้นจะมีหลายสีตามแต่ละสายพันธุ์ เช่น **สีเหลือง แดง เขียว** เป็นต้น โดยปกติแล้วท้องใบจะมีสีที่อ่อนกว่า ใบมีความกว้างประมาณ 1-2 เซนติเมตร และยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร
2. ว่านกาบหอย 	**ลักษณะภายนอกของใบ :** ใบเดี่ยว เรียงเวียนรอบต้นเป็นรัศมี รูปใบหอก กว้าง 4 – 5 เซนติเมตร ยาว 15 – 45 เซนติเมตรปลายใบแหลม **หลังใบสีเขียว ท้องใบสีม่วงแดง** แผ่นใบหนา

ใบความรู้ที่ 2
เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลายและโครมาโทกราฟีอย่างง่าย

การสกัดด้วยตัวทำละลาย

เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ในอุตสาหกรรม โดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นวิธีการแยกสารที่ใช้มากในชีวิตประจำวัน เป็นการแยกสาร ที่ต้องการออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืชหรือจากของผสมต้องเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารที่ต้องการ

การเลือกตัวทำละลายที่นำมาใช้ในการสกัดมีหลักทั่วไป ดังนี้

1. ต้องละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี
2. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด
3. ถ้าต้องการแยกสี ตัวทำละลายจะต้องไม่มีสี ถ้าต้องการแยกกลิ่นตัวทำละลายต้องไม่มีกลิ่น
4. ไม่มีพิษ มีจุดเดือดต่ำ และแยกตัวออกจากสารที่ต้องการสกัดได้ง่าย
5. ไม่ละลายปนเป็นเนื้อเดียวกับสารที่นำมาสกัด
6. มีราคาถูก

ประโยชน์ของการสกัดด้วยด้วยตัวทำละลาย

1. สกัดน้ำมันพืชจากเมล็ดพืช เช่น น้ำมันงา ถั่ว ปาล์ม นุ่น บัว เป็นต้น นิยมใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย
2. สกัดสารมีสีออกจากพืช
3. สกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากพืช
4. สกัดยาออกจากสมุนไพร

****เฮกเซน มีสูตรทางเคมีคือ C_2H_{14} เป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีจุดเดือด 69 องศาเซลเซียส ไอของเฮกเซนเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ****

โครมาโทกราฟีอย่างง่าย

(ภาพประกอบจาก https://www.greelane.com/th)

โครมาโทกราฟี (Chromatography) เป็นเทคนิคที่ใช้แยกสารโดยอาศัยความสามารถในการละลายของสารแต่ละตัวที่ไม่เท่ากัน นอกจากความสามารถในการละลายในตัวทำละลายที่ใช้แล้ว การที่สารจะแยกออกจากกันยังขึ้นอยู่กับความสามารถในการดูดซับกับตัวกลางที่ใช้ด้วย การแยกสารที่มีสีโดยใช้ตัวทำละลายที่เป็นน้ำพาสารเคลื่อนที่ไปในตัวกลางที่เป็นกระดาษกรอง

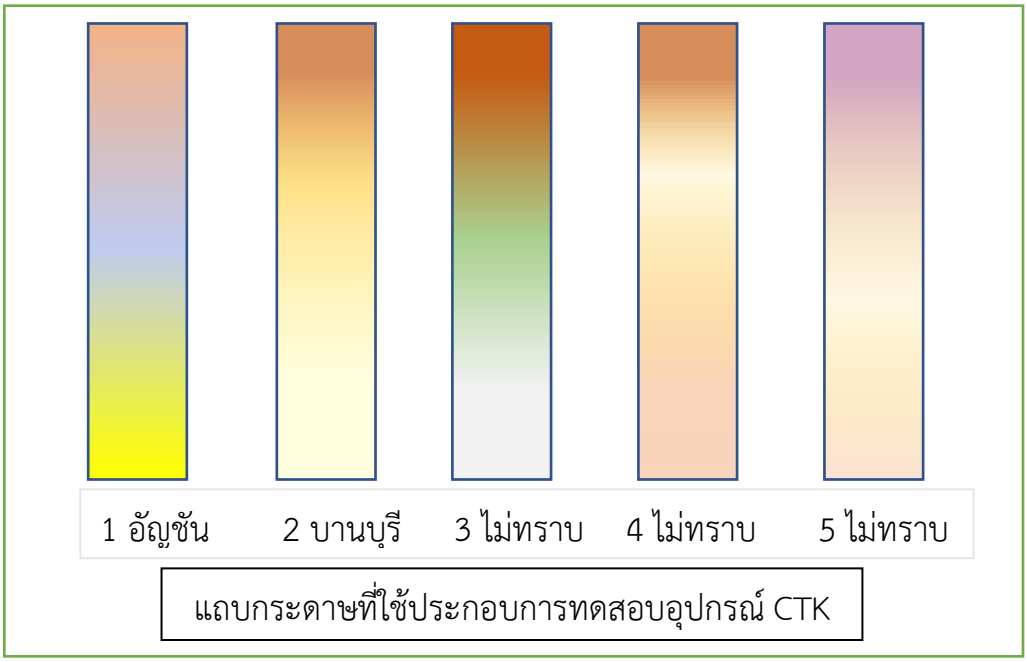
ใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง ผจญภัยในดงพญาเย็น

สถานการณ์

นักเรียน คือ ผู้เข้าชิงตำแหน่งผู้ช่วยวิจัยของศาสตราจารย์เบเวรี่ โกลเวอร์ ผู้อำนวยการสวนพฤกษศาสตร์แห่งเคมบริดจ์ (Professor Beverley Glover, Director - Cambridge Botanic Garden) ที่จะเดินทางมาดงพญาเย็น เพื่อเก็บตัวอย่างดอกไม้ และพืชหายากของประเทศไทย กลับไปวิจัยต่อในมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ประเทศอังกฤษ สำหรับบททดสอบของผู้เข้าชิงคือ จะต้องสร้างอุปกรณ์ที่ใช้แยกองค์ประกอบในพืชออกจากกันได้อย่างชัดเจน สามารถระบุได้ว่าพืชที่นำมาทดสอบเป็นพืชชนิดใด อุปกรณ์ต้องมีขนาดเล็กพกพาง่าย สามารถนำไปใช้ในป่าลึกได้ และไม่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่

ในขั้นตอนการคัดเลือกผู้ช่วยวิจัย นักเรียนต้องใช้อุปกรณ์ CTK ที่สร้างขึ้น จำแนกพืชปริศนา 3 ชนิด หากอุปกรณ์ของนักเรียนสามารถแยกพืชทั้ง 3 ชนิดได้ถูกต้องแม่นยำ นักเรียนจะได้ผ่านการคัดเลือกให้เป็นผู้ช่วยวิจัย

ปริศนาของสารสี



แถบกระดาษที่ใช้ประกอบการทดสอบอุปกรณ์ CTK

***รายชื่อพืชปริศนาที่เป็นไปได้ ดอกชบา ใบลิ้นกระบือ และว่านกาบหอย

<u>ตอนที่ 1</u> ประเด็นปัญหา

ปัญหาของสถานการณ์นี้คือ

.....

.....

.....

เงื่อนไขที่จะต้องพิจารณาในการแก้ปัญหา ได้แก่

.....

.....

.....

.....

จากสถานการณ์ ชุดอุปกรณ์ที่นักเรียนจะต้องสร้างคืออะไร และมีวัตถุประสงค์อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

<u>ตอนที่ 2</u> Chromatography Test Kit (CTK)

คำชี้แจง : นักเรียนวาดภาพและอธิบายแนวคิดในการสร้าง CTK จากวัสดุที่กำหนดให้ (ระบุชนิดและปริมาณตัวทำลายและตัวถูกละลาย ระบุชนิดของกระดาษที่ใช้สำหรับโครมาโทกราฟี ระบุวัสดุ ขนาด และส่วนประกอบของ CTK)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. กระดาษกรอง	9. แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 70%	17. ที่เจาะกระดาษ
2. กระดาษกรองกาแฟ	10. ฟิวเจอร์บอร์ด	18. แผ่นโฟมยาง
3. กระดาษซับน้ำมัน	11. กาว	19. ดอกชบา
4. กระดาษลัง	12. กรรไกร	20. ใบลิ้นกระบือ
5.กระดาษวาดภาพ	13. ไม้บรรทัด	21. ว่านกาบหอย
6. กระดาษทิชชู	14. สก๊อตเทป	22. ตัวอย่างใบไม้ที่นักเรียน
7. น้ำเปล่า	15. แรปห่ออาหาร สนใจ 2 ชนิด	
8. แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 95%	16. แก้วพลาสติกใส	

ออกแบบชุดอุปกรณ์ CTK

วิธีการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

<u>ตอนที่ 3</u> การปรับปรุงแก้ไข

1. นักเรียนพบปัญหาระหว่างการสร้างชุดอุปกรณ์ CTK หรือไม่ หากพบปัญหานักเรียนมีวิธีแก้ไขปรับปรุงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของ CTK อย่างไรบ้าง เพื่อให้มั่นใจว่าชุดอุปกรณ์ CTK นี้ จะทำให้นักเรียนผ่านการคัดเลือกให้เป็นผู้ช่วยวิจัย

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ตอนที่ 4</u> การสะท้อนความรู้

คำชี้แจง : จากการทำกิจกรรมนักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้

<u>ตอนที่ 1</u> หลากสีสัน...แต่โทษมหันต์และอันตราย

คำชี้แจง : นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดให้ พร้อมทั้งตอบคำถามให้ถูกต้อง

บทความที่ 1

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด (สสจ.) ตรวจสอบลูกอม 387 ชนิด พบว่า มีการใช้สีอินทรีย์สังเคราะห์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 30 ตัวอย่าง โดยใช้การแต่งสีอาหารให้มีสีสันน่ารับประทานมากขึ้น ในลูกอมและหมากฝรั่ง หากร่างกายได้รับในปริมาณมากหรือบ่อยครั้ง ย่อมก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น สีจะไปเคลือบเยื่อบุกระเพาะอาหารและลำไส้ ทำให้น้ำย่อยอาหารออกมาไม่สะดวก เกิดอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ และขัดขวาการดูดซึมสารอาหาร ทำให้ท้องเดิน อ่อนเพลีย คลื่นไส้อาเจียน ก่อให้เกิดภูมิแพ้หรืออาจมีอาการของตับไตอักเสบ บางชนิดอาจก่อให้เกิดมะเร็งที่ต่อมน้ำเหลืองและอวัยวะอื่น ๆ

(ข้อมูลจาก https://www.thebangkokinsight.com/news/politics-general/general/465490/)

(https://www.istockphoto.com/search/2/image?phrase=lots+of+candy)

บทความที่ 2

รู้ทัน! สารพิษในเสื้อผ้า 'โนนิลฟีนอล' อันตรายมากกว่าปลากลายพันธุ์ !

ภาพประกอบจาก : https://www.facebook.com/environman.th/photos/

แฟชั่นทำพิษ แม่น้ำในบังคลาเทศเน่าเสียเป็นสีดำเพราะสี-สารเคมีย้อมผ้าที่ถูกปล่อยสู่น้ำกลายเป็นมลพิษ ยีนส์เพียงหนึ่งตัวต้องใช้น้ำปริมาณ 7,500 ลิตร ในการปลูกฝ้ายสำหรับการถักทอยีนส์ และต้องใช้สารเคมีใน การย้อมสีผ้าและทำให้เนื้อผ้านิ่มลง เมื่อสารพิษไหลลงสู่แม่น้ำจนเกิดการสะสมไปเรื่อย ๆ จนถึงจุดที่แสงไม่สามารถส่องผ่านมายังพื้นผิวทำให้พืชไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ส่งผลให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลงจนพืชน้ำและสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ๆ ตายลง นอกจากนี้ยังพบว่าในพื้นที่เพาะปลูกบริเวณแม่น้ำมีสีย้อมผ้าตกค้างในผักและผลไม้ เมื่อคนกินผักและผลไม้จะได้รับสารเคมีและโลหะหนักสะสมในร่างกาย สามารถเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอาการป่วยอย่างเฉียบพลัน ปัญหาผิวหนัง หรือแม้กระทั่งโรคมะเร็งได้ (https://edition.cnn.com/.../dyeing-pollution.../index.html) Bottom of Form

บทความที่ 3

สีสวยงามในเครื่องสำอาง

สี เป็นปัจจัยมีผลต่อการตอบสนองทางพฤติกรรมและอารมณ์ของมนุษย์อย่างหนึ่ง จึงมีอิทธิพลในการสร้างความดึงดูดและเพิ่มการจดจำเอกลักษณ์ของแบรนด์เครื่องสำอาง (ข้อมูลจาก http://sumeka.co.th/2824/)

แพ้สีในเครื่องสำอาง

ปฏิกิริยาที่ผิวแสดงออกถึงสภาวะของการแพ้สารเคมีในเครื่องสำอาง อาทิ สารแต่งกลิ่นหอม สารกันแดด สารแต่งสีพาราฟีนิลีนไดอะมีน (ยาย้อมสีผม) วัตถุกันเสีย แอลกอฮอล์ สารปรอท สเตียรอยด์และสารอื่น ๆ อีกมากมาย ที่มีผลข้างเคียงในเชิงลบต่อผิว เป็นต้นเหตุทำให้ผิวเกิดอาการระคายเคืองจนนำไปสู่อาการแพ้ โรคผิวหนัง ติดเชื้อ และลมพิษต่าง ๆ นั่นเอง (ข้อมูลจาก https://www.acseine.in.th)

บทความที่ 4

ข้อดีของสีในเครื่องเขียน

จุดเริ่มต้นของการสร้างความทรงจำในสมอง การมองเห็นจะทำให้เราเกิดภาพจำในระยะสั้นๆ ซึ่งหากภาพที่เราเห็นนั้นมีสิ่งสะดุดตา หรือโดดเด่นขึ้นมา ก็จะทำให้สมองจดจำสิ่งๆ นั้นได้นานขึ้น การใช้ปากกาสีเน้นในจุดที่เป็นใจความสำคัญ ให้โดดเด่นออกมาจากตัวหนังสือสีดำหรือสีน้ำเงินจึงช่วยให้เราจำข้อความสีๆ นั้นได้นานขึ้นนั่นเอง (ข้อมูลจาก https://www.officemate.co.th/blog)

อันตรายของสีเทียน

สำนักงานการแข่งขันทางการค้าและคุ้มครองผู้บริโภคประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ ACCC สุ่มตรวจสีเทียนบางยี่ห้อ และตรวจพบสารเคมีที่เป็นอันตราย เช่น แร่ใยหิน, สารหนู, แบเรี่ยม, โครเมี่ยม, ปรอทและตะกั่วในปริมาณเล็กน้อย แต่ในขณะเดียวกัน บางยี่ห้อที่ตรวจพบก็มีค่าเกินมาตรฐาน ซึ่งสารเคมีที่เป็นอันตรายเหล่านี้ หากได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากอาจส่งผลต่อพัฒนาการของเด็ก ๆ ได้ (ข้อมูลจาก https://www.kombinery.com/)

บทความที่ 5

การย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ

ปัจจุบันคนหันมาสนใจใช้สีธรรมชาติในการย้อมผ้ามากขึ้น เพราะไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม วัตถุดิบที่ใช้หาได้ง่ายในชุมชนไม่ต้องใช้สีเคมีที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้เห็นคุณค่าทรัพยากรเกิดความรักความหวงแหนเรียนรู้ที่จะอนุรักษ์ และปลูกทดแทนเพื่อการผลิตที่ยั่งยืน การย้อมสีธรรมชาติเป็นภูมิปัญญาของท้องถิ่น สีธรรมชาติมีความหลากหลาย ตามชนิด อายุ ส่วนของพืชที่ใช้ และขั้นตอนการย้อม แม้ข้อดีในการใช้สีธรรมชาติในการย้อมผ้า แต่ก็ยังมีข้อจำกัดของสีธรรมชาติอยู่ เช่น ปริมาณสารสีในวัตถุดิบย้อมสีมีน้อย ทำให้ย้อมได้สีไม่เข้ม หรือต้องใช้วัตถุดิบปริมาณมาก ทำให้ผลิตได้ในประมาณมากและไม่สามารถผลิตสีตามที่ตลาดต้องการ ในการดูแลรักษามีความยุ่งยาก อาจทำให้ผ้ามีสีซีดจาง ไม่ทนแสง คุณภาพการย้อมสีธรรมชาติขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยซึ่งควบคุมสีให้เหมือนเดิมยาก ในการย้อมสีธรรมชาติหากขาดจิตสำนึกในการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนจะกลายเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมได้ (ข้อมูลจาก https://kmipc6.blo gspot.com/)

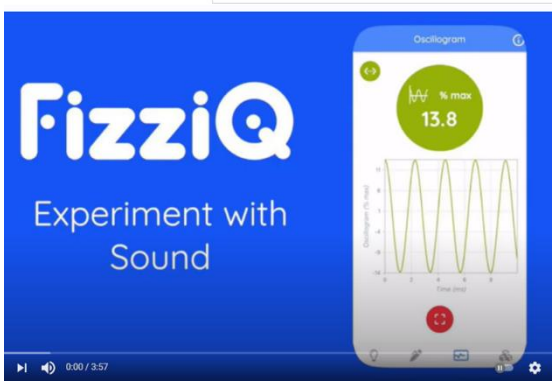
คำชี้แจง : จากการศึกษาตัวอย่างบทความที่กำหนดให้ ให้นักเรียนระบุข้อดี และข้อเสียของการใช้สีจากธรรมชาติและสีสังเคราะห์ลงในตารางให้ถูกต้อง

	ข้อดี	**ข้อเสีย**
สีสังเคราะห์ บทความที่**.....**		
	ข้อดี	**ข้อเสีย**
สีจากธรรมชาติ บทความที่ 5		

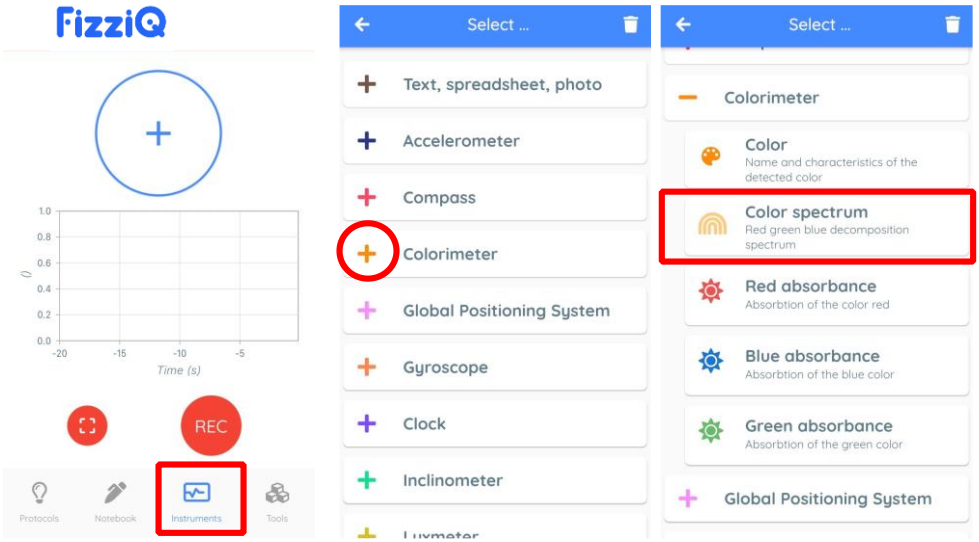
<u>ตอนที่ 2</u> ใบไม้ซ่อนสี

คำชี้แจง : นักเรียนศึกษาการใช้ Application FizziQ วางแผนและออกแบบการเก็บข้อมูลเพื่อแยกสารสีจากใบไม้พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลให้ถูกต้อง

ขั้นตอนการใช้ App FizziQ ในการเก็บข้อมูล



1. ดาวน์โหลด App FizziQ



- ยิ่งสำรวจยิ่งเรียนรู้ -

2. กดเลือกฟังก์ชั่น Instruments
3. กดปุ่มบวกที่แสดงอยู่แถบด้านบนของหน้าจอ
4. เลือกเมนู Colorimenter
5. เลือกเมนู Color spectrum

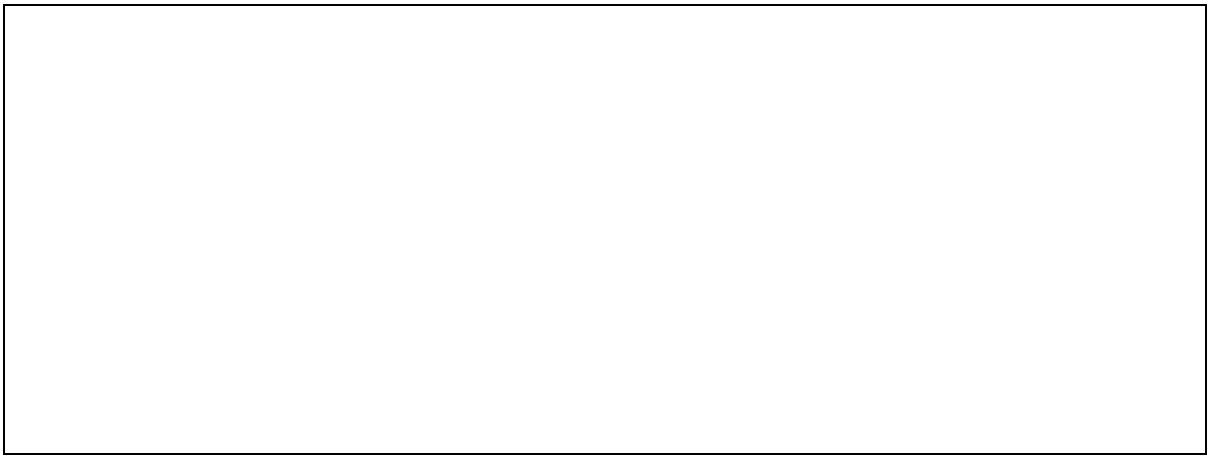
6. ใช้ใบไม้ที่นักเรียนต้องการศึกษา วางลงแล้วนำกล้องไปส่องพร้อมกดปุ่มสีแดงแถบหน้าจอด้านล่าง
7. อ่านค่าสีที่ได้พร้อมทั้งบันทึกผล

ตารางการบันทึกข้อมูล

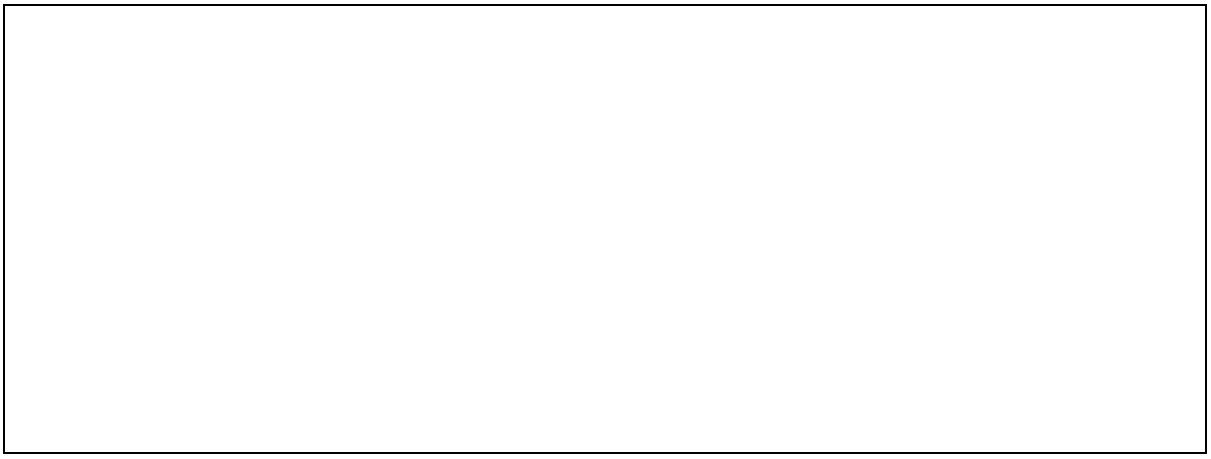
คำชี้แจง : ให้นักเรียนใส่ภาพที่ได้จากการศึกษาใบไม้แต่ละระยะ

ใบไม้ชนิดที่ 1 ชื่อ..... .....

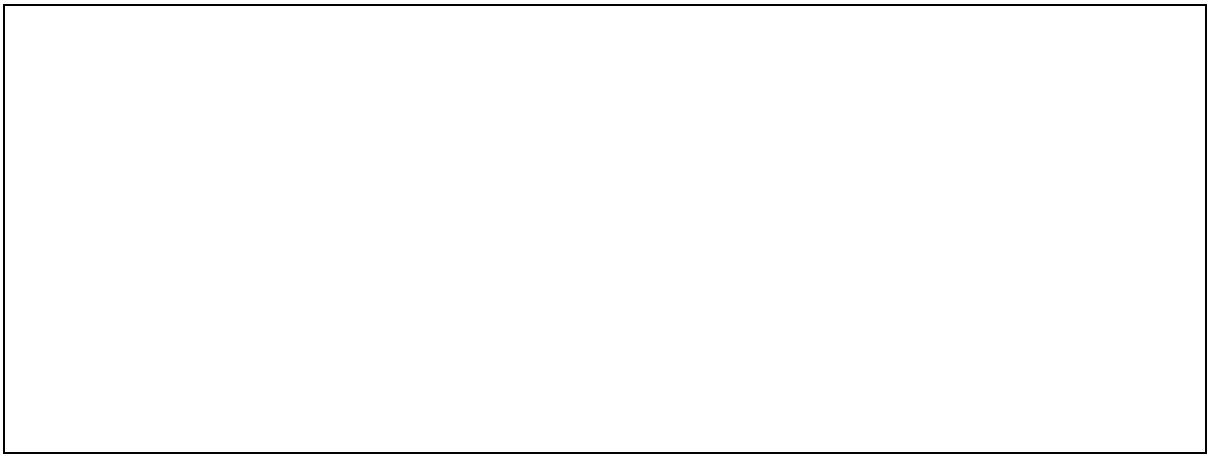
วันที่ทำการทดลอง.....



ระยะ.....



ระยะ.....



ระยะ.....

คำถามข้อที่ 1 ใบไม้สีเขียวมีสีอื่นอยู่ด้วยหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

คำถามข้อที่ 2 ใบไม้แต่ละระยะมีปริมาณสีใดมากที่สุด

ระยะของใบไม้	ปริมาณสีที่พบมากที่สุด
สด	
เริ่มเหี่ยว	
เหี่ยว	

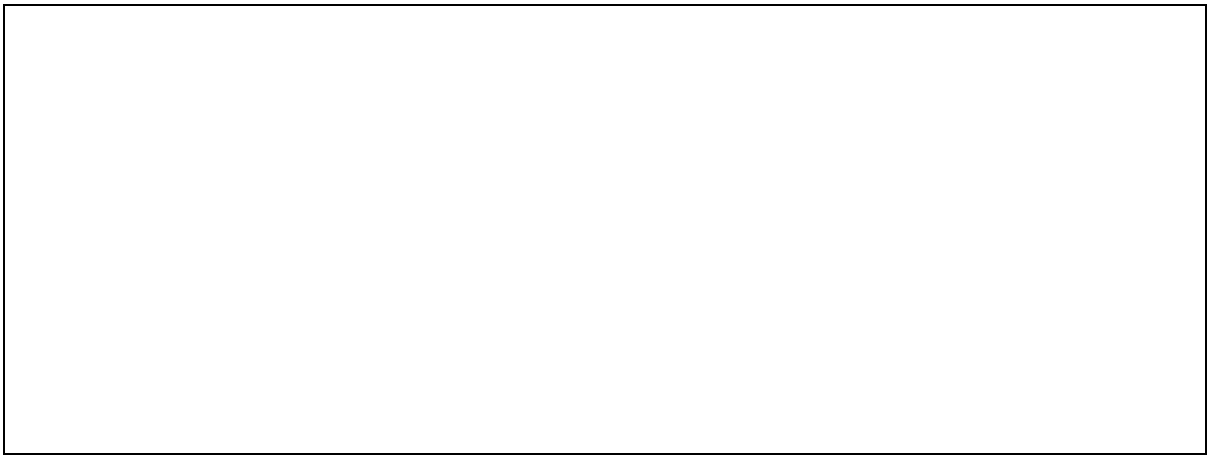
คำถามข้อที่ 3 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในแต่ละครั้ง มีความสอดคล้องกันหรือไม่ อย่างไร

.....

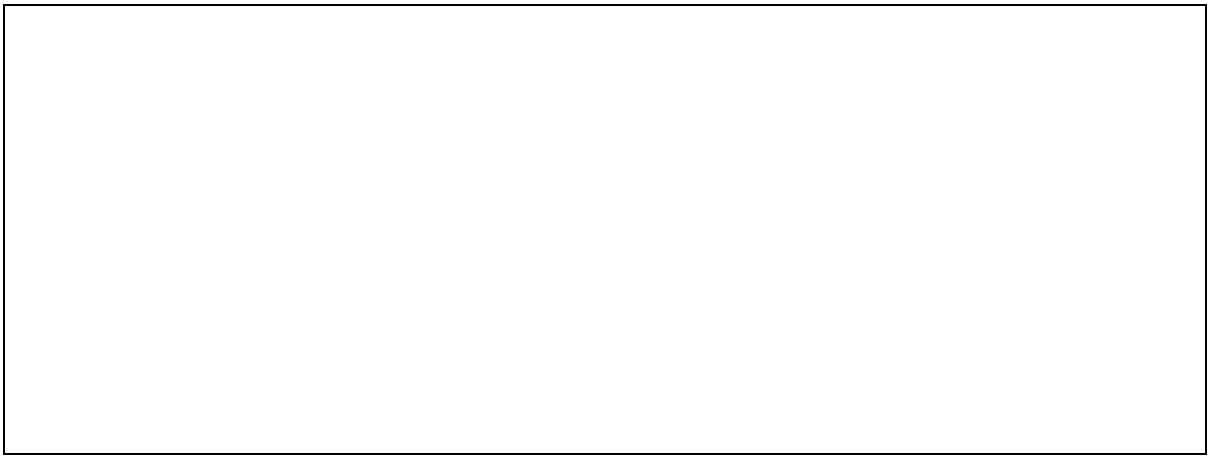
.....

ใบไม้ชนิดที่ 2 ชื่อ..... .....

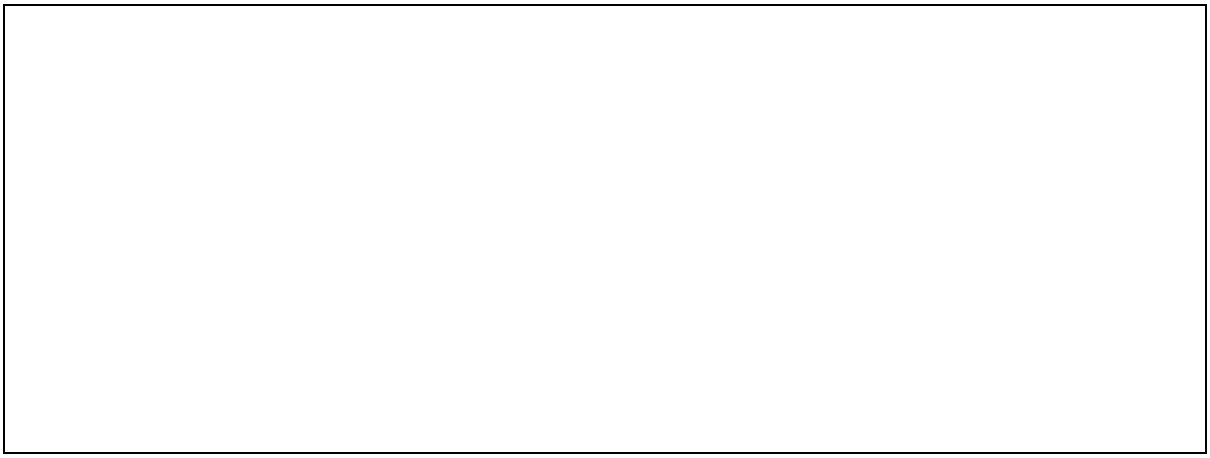
วันที่ทำการทดลอง..... .....



ระยะ.....



ระยะ.....



ระยะ.....

คำถามข้อที่ 1 ใบไม้สีเขียวมีสีอื่นอยู่ด้วยหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

คำถามข้อที่ 2 ใบไม้แต่ละระยะมีปริมาณสีใดมากที่สุด

ระยะของใบไม้	ปริมาณสีที่พบมากที่สุด
สด	
เริ่มเหี่ยว	
เหี่ยว	

คำถามข้อที่ 3 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในแต่ละครั้ง มีความสอดคล้องกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

อภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

<u>ตอนที่ 3</u> ปริศนาของสารสี

คำชี้แจง : นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาขั้นตอนการทดลองให้เข้าใจและลงมือปฏิบัติ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ขวดแก้วขนาด 16 ออนซ์
2. หลอดหยด
3. กรรไกร
4. ตัวอย่างใบไม้ 1 ชนิด
5. ไม้บรรทัด
6. แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 95%
7. แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 70%
8. น้ำ
9. บีกเกอร์
10. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์
11. ไม้ขีดไฟ
12. กระดาษโครมาโทกราฟี
13. กาวสองหน้าแบบบาง

วิธีการทดลอง

1. นำตัวอย่างใบไม้ 1 ชนิดที่เก็บได้มาฉีกจนขาด ใส่ตัวอย่างของใบลงไปในแต่ละขวดแก้วขนาด 16 ออนซ์ จำนวน 3 ขวด โดยกำหนดดังนี้

(ภาพประกอบจาก https://www.123homeschool4me.com/why-do-leaves-change-color-science_52/)

- ขวดที่ 1 เติมน้ำต้มแล้วลงไปโดยใช้อัตราส่วน 2:3 ของขวด และเติมน้ำร้อนเพื่อช่วยให้มีการสกัดสีจากเซลล์ใบ (ทิ้งไว้ 1 คืน)

- ขวดที่ 2 เติมแอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 95% ลงไปโดยใช้อัตราส่วน 2:3 ของขวด และเติมน้ำร้อนเพื่อช่วยให้มีการสกัดสีจากเซลล์ใบ (ทิ้งไว้ 1 คืน)

- ขวดที่ 3 เติมแอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 70% ลงไปโดยใช้อัตราส่วน 2:3 ของขวด และเติมน้ำร้อนเพื่อช่วยให้มีการสกัดสีจากเซลล์ใบ (ทิ้งไว้ 1 คืน)

2. ตัดกระดาษโครมาโทกราฟี ให้มีขนาดความยาว 8 เซนติเมตรและมีความกว้าง 2 เซนติเมตร

3. ใช้หลอดหยดดูดน้ำจากขวดแก้วที่สกัดสีจากใบไม้ มาหยดลงบนกระดาษโครมาโทกราฟีจำนวน 5 หยด แล้วทิ้งไว้ 5 นาที

4. วัดระยะทางการเคลื่อนที่ของสารสี

5. สังเกตผลการทดลองพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

คำถามก่อนการทดลอง

1. ระบุปัญหาของการทดลอง

.....

.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

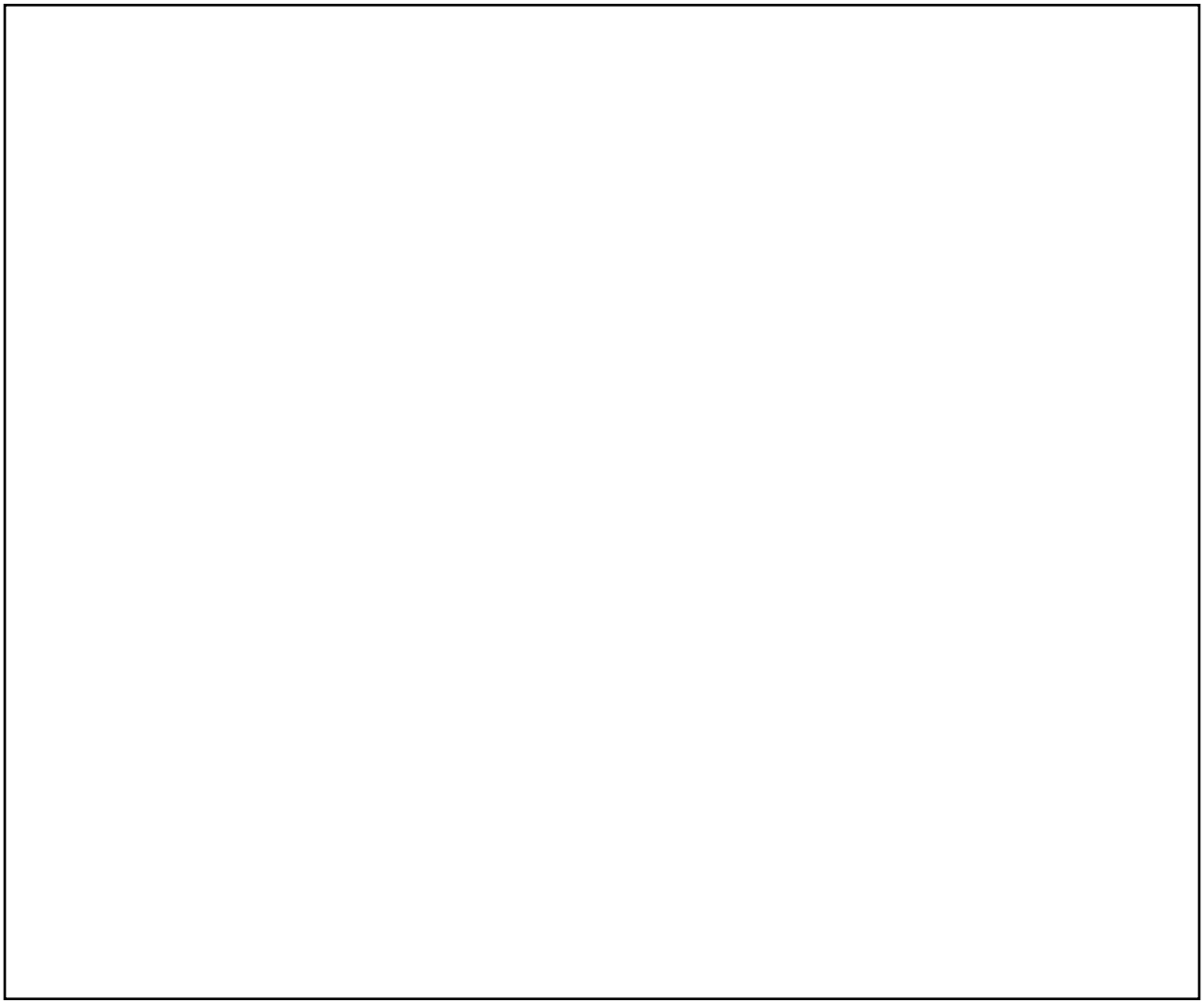
ตัวแปรควบคุม.....

2. สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

3. การวางแผนการทดลองการแยกสีของใบไม้ด้วยโครมาโทกราฟี (วาดภาพพร้อมระบุขั้นตอนการทดลอง)



4. ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของใบไม้ คือ..... .....

ชนิดของตัวทำละลาย คือ .....

ระยะของใบไม้	ผลการทดลอง
1. ระยะใบสด	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....
2. ระยะใบเริ่มเหี่ยว	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....
3. ระยะใบเหี่ยว	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....

หมายเหตุ นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่แสดงสารสีของใบไม้แต่ละชนิดติดลงในช่อง “ผลการทดลอง”

ชนิดของใบไม้ คือ..... .....

ชนิดของตัวทำละลาย คือ ....

ระยะของใบไม้	ผลการทดลอง
1. ระยะใบสด	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....
2. ระยะใบเริ่มเหี่ยว	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....
3. ระยะใบเหี่ยว	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....

หมายเหตุ นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่แสดงสารสีของใบไม้แต่ละชนิดติดลงในช่อง “ผลการทดลอง”

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนใช้เครื่องหมาย + แสดงความเข้มของสีที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกันในแต่ละระยะของใบไม้

ชนิดของตัวทำละลาย	**ระยะของใบไม้**		
	ใบสด	ใบเริ่มเหี่ยว	ใบเหี่ยว
น้ำ			
แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 70% หรือ 95%			

ความเข้มของสีใบไม้ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดเดียวกันเหมือนหรือต่างกันในแต่ละระยะของใบไม้

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนระบุจำนวนองค์ประกอบของสีบนกระดาษกรอง เมื่อชนิดของตัวทำละลายและระยะของใบไม้แตกต่างกัน

ชนิดของตัวทำละลาย	**ระบุจำนวนองค์ประกอบของสีบนกระดาษกรอง**		
	ใบสด	ใบเริ่มเหี่ยว	ใบเหี่ยว
น้ำ			
แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 70% หรือ 95%			

จำนวนองค์ประกอบของสีบนกระดาษกรองแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

5. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เสียงตามสาย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำประกาศเสียงตามสายความยาวประมาณ 4-5 บรรทัด เพื่อให้ทุกคนในชุมชนตระหนักถึงอันตรายของการใช้สีสังเคราะห์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชน และสังคม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกการทำงานร่วมกันในกิจกรรมสีที่ซ่อนอยู่ในใบไม้

คำชี้แจง : ให้นักเรียนระบุแนวทางการทำงานร่วมกันในกิจกรรมสีที่ซ่อนอยู่ในใบไม้ของกลุ่มตนเอง

1. เป้าหมายของการทำงาน

.....

.....

.....

2. การแบ่งหน้าที่

1. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

2. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

3. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

4. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

5. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

3. วิธีการรวบรวมข้อมูลและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่ม

.....

.....

.....

.....

4. สรุปการทำงานร่วมกัน

4.1 การทำงานร่วมกันเป็นทีมช่วยทำให้บรรลุได้ตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4.2 กลุ่มของนักเรียนมีการสนับสนุนการทำงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

5. การทำงานเกิดข้อขัดแย้งเกิดขึ้นหรือไม่ และมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

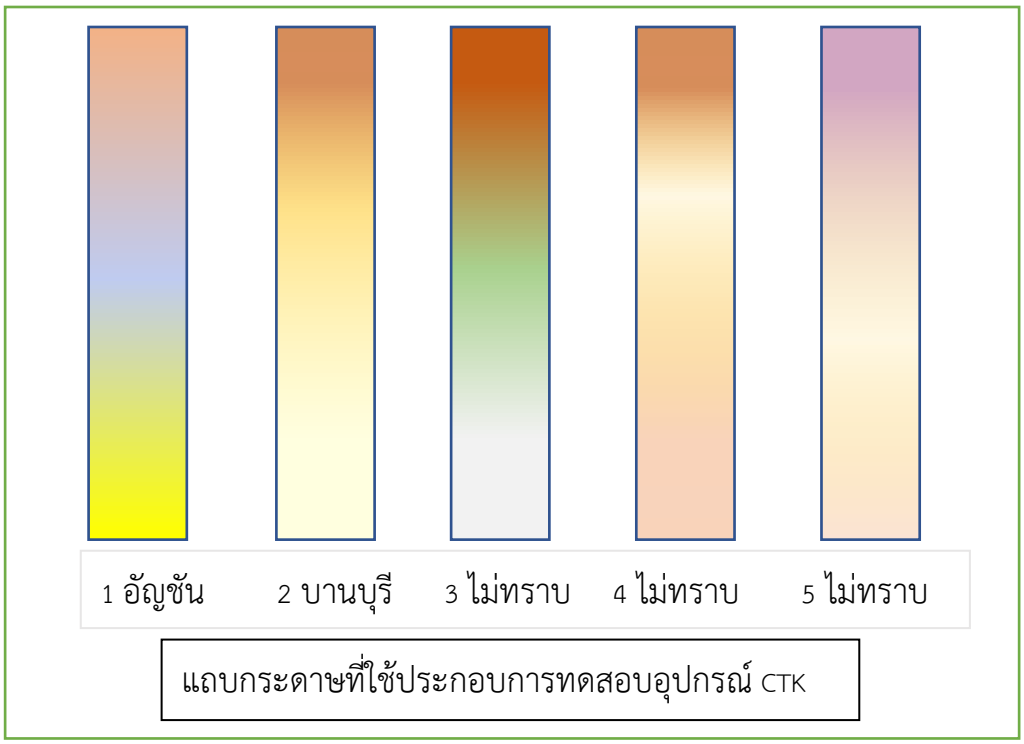
เฉลยใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง ผจญภัยในดงพญาเย็น

สถานการณ์

นักเรียน คือ ผู้เข้าชิงตำแหน่งผู้ช่วยวิจัยของศาสตราจารย์เบเอวรี่ โกลเวอร์ ผู้อำนวยการสวนพฤกษศาสตร์แห่งเคมบริดจ์ (Professor Beverley Glover, Director - Cambridge Botanic Garden) ที่จะเดินทางมาดงพญาเย็นเพื่อเก็บตัวอย่างดอกไม้ และพืชหายากของประเทศไทย กลับไปวิจัยต่อในมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ประเทศอังกฤษ สำหรับบททดสอบของผู้เข้าชิงคือ จะต้องสร้างอุปกรณ์ที่ใช้แยกองค์ประกอบในพืชออกจากกันได้อย่างชัดเจน สามารถระบุได้ว่าพืชที่นำมาทดสอบเป็นพืชชนิดใด อุปกรณ์ต้องมีขนาดเล็กพกพาง่าย สามารถนำไปใช้ในป่าลึกได้ และไม่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่

ในขั้นตอนการคัดเลือกผู้ช่วยวิจัย นักเรียนต้องใช้อุปกรณ์ CTK ที่สร้างขึ้น จำแนกพืชปริศนา 3 ชนิด หากอุปกรณ์ของนักเรียนสามารถแยกพืชทั้ง 3 ชนิดได้ถูกต้องแม่นยำ นักเรียนจะได้ผ่านการคัดเลือกให้เป็นผู้ช่วยวิจัย

ปริศนาของสารสี



แถบกระดาษที่ใช้ประกอบการทดสอบอุปกรณ์ CTK

***รายชื่อพืชปริศนาที่เป็นไปได้ ดอกชบา ใบลิ้นกระบือ และว่านกาบหอย

ตอนที่ 1 ประเด็นปัญหา

ปัญหาของสถานการณ์นี้คือ

การสร้างชุดอุปกรณ์ที่สามารถแยกองค์ประกอบในพืชได้อย่างชัดเจน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในป่าลึก

เงื่อนไขที่จะต้องพิจารณาในการแก้ปัญหา ได้แก่

ชุดอุปกรณ์ ต้องมีขนาดเล็ก พกพาง่าย ไม่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ สามารถแยกองค์ประกอบในพืชได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง และแม่นยำ

จากสถานการณ์ ชุดอุปกรณ์ที่นักเรียนจะต้องสร้างคืออะไร และมีวัตถุประสงค์อะไรบ้าง

สร้างชุดอุปกรณ์ CTK มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกองค์ประกอบของพืชให้ถูกต้อง และแม่นยำ เพื่อให้มั่นใจว่าชุดอุปกรณ์ CTK นี้ จะทำให้นักเรียนผ่านการคัดเลือกให้เป็นผู้ช่วยวิจัย

<u>ตอนที่ 2</u> Chromatography Test Kit (CTK)

คำชี้แจง : นักเรียนวาดภาพและอธิบายแนวคิดในการสร้าง CTK จากวัสดุที่กำหนดให้ (ระบุชนิดและปริมาณตัวทำลายและตัวถูกละลาย ระบุชนิดของกระดาษที่ใช้สำหรับโครมาโทกราฟี ระบุวัสดุ ขนาด และส่วนประกอบของ CTK)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. กระดาษกรอง	9. แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 70%	17. ที่เจาะกระดาษ
2. กระดาษกรองกาแฟ	10. ฟิวเจอร์บอร์ด	18. แผ่นโฟมยาง
3. กระดาษซับน้ำมัน	11. กาว	19. ดอกชบา
4. กระดาษลัง	12. กรรไกร	20. ใบลิ้นกระบือ
5.กระดาษวาดภาพ	13. ไม้บรรทัด	21. ว่านกาบหอย
6. กระดาษทิชชู	14. สก๊อตเทป	22. ตัวอย่างใบไม้ที่นักเรียน
7. น้ำเปล่า	15. แรปห่ออาหาร สนใจ 2 ชนิด	
8. แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 95%	16. แก้วพลาสติกใส	

ออกแบบชุดอุปกรณ์ CTK

วิธีการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 3 การปรับปรุงแก้ไข

1. นักเรียนพบปัญหาระหว่างการสร้างชุดอุปกรณ์ CTK หรือไม่ หากพบปัญหานักเรียนมีวิธีแก้ไขปรับปรุงอย่างไร

องค์ประกอบบนกระดาษโครมาโทกราฟี มองเห็นไม่ชัดเจน แก้ปัญหาโดยเพิ่มปริมาณสารสกัดจากใบไม้ ปรับความยาว หรือเปลี่ยนชนิดของกระดาษโครมาโทกราฟี

2. นักเรียนมีวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของ CTK อย่างไรบ้าง เพื่อให้มั่นใจว่าชุดอุปกรณ์ CTK นี้ จะทำให้นักเรียนผ่านการคัดเลือกให้เป็นผู้ช่วยวิจัย

ชุดอุปกรณ์ CTK สามารถระบุองค์ประกอบได้ใกล้เคียง หรือตรงกับตัวอย่างพืชที่กำหนด

ตอนที่ 4 การสะท้อนความรู้

คำชี้แจง : จากการทำกิจกรรมนักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์ – การสกัดสีจากธรรมชาติด้วยโครมาโทกราฟี

เทคโนโลยี – การใช้ Application FizziQ และ Application Number

วิศวกรรมศาสตร์ – การออกแบบชุดอุปกรณ์ CTK

คณิตศาสตร์ – การคาดคะเนการเลือกใช้วัสดุในการทดลองเพื่อนำความน่าจะเป็นไปใช้ในชีวิตจริง การใช้เครื่องวัดความยาวที่เหมาะสมวัดและบอกความยาวของสิ่งต่างๆ เป็นเซนติเมตร และอัตราส่วนการสกัดสีจากธรรมชาติ

เกณฑ์การประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

กระบวนแก้ปัญหา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	3	2	1	
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหาที่กล่าวถึงการสร้างชุดอุปกรณ์ เหตุผลในการแยกองค์ประกอบ และการนำไปใช้ในป่า	ระบุปัญหาที่กล่าวถึงการสร้างชุดอุปกรณ์ และเหตุผลอย่างใดอย่างหนึ่ง (องค์ประกอบ/และการนำไปใช้ในป่า)	ระบุปัญหาที่กล่าวถึงการสร้างสร้างชุดอุปกรณ์ แต่ไม่มีเหตุผลประกอบ	
2. การวิเคราะห์ปัญหา	ระบุเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดอุปกรณ์ CTK ได้ครบถ้วน (1. ขนาดของอุปกรณ์ 2. ความสะดวกในการพกพา 3. การเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสม 4. ความสามารถในการแยกองค์ประกอบในพืช)	ระบุเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดอุปกรณ์ CTK ได้อย่างน้อย 2 เงื่อนไข	ระบุเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดอุปกรณ์ CTK ได้ 1 เงื่อนไข	

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	3	2	1	
3. การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	ออกแบบชุดอุปกรณ์ CTK ตามเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุด CTK ได้ครบถ้วน **และ** ออกแบบวิธีการทดลองที่มีขั้นตอนชัดเจน เป็นระบบสอดคล้องกับการออกแบบชุดอุปกรณ์อย่างครบถ้วน	ออกแบบชุดอุปกรณ์ CTK ตามเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุด CTK ได้บางส่วน **และ/หรือ** ออกแบบวิธีการทดลองที่มีขั้นตอนชัดเจน เป็นระบบสอดคล้องกับการออกแบบชุดอุปกรณ์ได้บางส่วน	ออกแบบชุดอุปกรณ์ CTK ตามเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุด CTK ได้บางส่วน **หรือ** ออกแบบวิธีการทดลองที่มีขั้นตอนสอดคล้องกับการออกแบบชุดอุปกรณ์ได้บางส่วน	
4. การตรวจสอบผลลัพธ์	- บันทึกผลการทดลองครบถ้วน ถูกต้อง และ - ตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ และ - อภิปรายประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ CTK ได้ครบถ้วนทุกปัจจัย	- บันทึกผลการทดลองครบถ้วน ถูกต้องบางส่วน และ/หรือ - ตอบคำถามได้ถูกต้องบางข้อ และ/หรือ - อภิปรายประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ CTK ได้บางปัจจัย	- บันทึกผลการทดลองถูกต้องบางส่วน หรือ - ตอบคำถามได้ถูกต้องบางข้อ หรือ - อธิบายการทำงานของชุดอุปกรณ์ CTK ได้	
คะแนนรวม				

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	3	2	1	
1. เนื้อหาหรือข้อมูลที่นำเสนอ	ระบุวัสดุ อธิบายรายละเอียดชุดอุปกรณ์และการทำงานของชุดอุปกรณ์ได้อย่างครบถ้วน ชัดเจน และอภิปรายประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์ CTK ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน	ระบุวัสดุ อธิบายชุดอุปกรณ์ และการทำงานของชุดอุปกรณ์ได้บางส่วน และ/หรืออภิปรายประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์ CTK ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้บางส่วน	ระบุวัสดุ อธิบายชุดอุปกรณ์ และการทำงานของชุดอุปกรณ์ได้บางส่วน และ/หรืออธิบายชุดอุปกรณ์ CTK ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้บางส่วน	
2. การใช้สื่อในการนำเสนอ	มีภาพ/การแสดงข้อมูลที่ชัดเจน มีการใช้สีที่เหมาะสม สื่อดึงดูดใจ	มีภาพ/การแสดงข้อมูลที่สอดคล้องกับเนื้อหา มีการใช้สีที่เหมาะสม น่าสนใจ	มีภาพ/การแสดงข้อมูลตามเนื้อหา หรือข้อมูลที่นำเสนอ	
3. การสื่อสาร	พูดชัดเจน สบตาผู้ฟัง กระตุ้นให้ผู้ฟังมีส่วนร่วม	พูดชัดเจน สบตาผู้ฟัง ขาดการกระตุ้นให้ผู้ฟังมีส่วนร่วม	พูดไม่ชัดเจน ไม่สบตาผู้ฟัง ขาดการกระตุ้นให้ผู้ฟังมีส่วนร่วม	
คะแนนรวม				

เฉลยใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง มหัศจรรย์สารสีของใบไม้

<u>ตอนที่ 1</u> หลากสีสัน...แต่โทษมหันต์และอันตราย

คำชี้แจง : นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดให้ พร้อมทั้งตอบคำถามให้ถูกต้อง

บทความที่ 1

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด (สสจ.) ตรวจสอบลูกอม 387 ชนิด พบว่า มีการใช้สีอินทรีย์สังเคราะห์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน 30 ตัวอย่าง โดยใช้การแต่งสีอาหารให้มีสีสันน่ารับประทานมากขึ้น ในลูกอมและหมากฝรั่ง หากร่างกายได้รับในปริมาณมากหรือบ่อยครั้ง ย่อมก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น สีจะไปเคลือบเยื่อบุกระเพาะอาหารและลำไส้ ทำให้น้ำย่อยอาหารออกมาไม่สะดวก เกิดอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ และขัดขวาการดูดซึมสารอาหาร ทำให้ท้องเดิน อ่อนเพลีย คลื่นไส้อาเจียน ก่อให้เกิดภูมิแพ้ หรืออาจมีอาการของตับ ไตอักเสบ บางชนิดอาจก่อให้เกิดมะเร็งที่ต่อมน้ำเหลืองและอวัยวะอื่น ๆ

(ข้อมูลจาก https://www.thebangkokinsight.com/news/politics-general/general/465490/)

(https://www.istockphoto.com/search/2/image?phrase=lots+of+candy)

บทความที่ 2

รู้ทัน! สารพิษในเสื้อผ้า 'โนนิลฟีนอล' อันตรายมากกว่าปลากลายพันธุ์ !

ภาพประกอบจาก : https://www.facebook.com/environman.th/photos/

แฟชั่นทำพิษ แม่น้ำในบังคลาเทศเน่าเสียเป็นสีดำเพราะสี-สารเคมีย้อมผ้าที่ถูกปล่อยสู่น้ำกลายเป็นมลพิษ ยีนส์เพียงหนึ่งตัวต้องใช้น้ำปริมาณ 7,500 ลิตร ในการปลูกฝ้ายสำหรับการถักทอยีนส์ และต้องใช้สารเคมีในการย้อมสีผ้าและทำให้เนื้อผ้านิ่มลง เมื่อสารพิษไหลลงสู่แม่น้ำจนเกิดการสะสมไปเรื่อย ๆ จนถึงจุดที่แสงไม่สามารถส่องผ่านมายังพื้นผิวทำให้พืชไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ส่งผลให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลงจนพืชน้ำและสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ๆ ตายลง นอกจากนี้ยังพบว่าในพื้นที่เพาะปลูกบริเวณแม่น้ำมีสีย้อมผ้าตกค้างในผักและผลไม้ เมื่อคนกินผักและผลไม้จะได้รับสารเคมีและโลหะหนักสะสมในร่างกาย สามารถเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอาการป่วยอย่างเฉียบพลัน ปัญหาผิวหนัง หรือแม้กระทั่งโรคมะเร็งได้ (https://edition.cnn.com/.../dyeing-pollution.../index.html) Bottom of Form

บทความที่ 3

สีสวยงามในเครื่องสำอาง

สี เป็นปัจจัยมีผลต่อการตอบสนองทางพฤติกรรมและอารมณ์ของมนุษย์อย่างหนึ่ง จึงมีอิทธิพลในการสร้างความดึงดูดและเพิ่มการจดจำเอกลักษณ์ของแบรนด์เครื่องสำอาง (ข้อมูลจาก http://sumeka.co.th/2824/)

แพ้สีในเครื่องสำอาง

ปฏิกิริยาที่ผิวแสดงออกถึงสภาวะของการแพ้สารเคมีในเครื่องสำอาง อาทิ สารแต่งกลิ่นหอม สารกันแดด สารแต่งสีพาราฟีนิลีนไดอะมีน (ยาย้อมสีผม) วัตถุกันเสีย แอลกอฮอล์ สารปรอท สเตียรอยด์และสารอื่น ๆ อีกมากมาย ที่มีผลข้างเคียงในเชิงลบต่อผิว เป็นต้นเหตุทำให้ผิวเกิดอาการระคายเคืองจนนำไปสู่อาการแพ้ โรคผิวหนังติดเชื้อ และลมพิษต่าง ๆ นั่นเอง (ข้อมูลจาก https://www.acseine.in.th)

บทความที่ 4

ข้อดีของสีในเครื่องเขียน

จุดเริ่มต้นของการสร้างความทรงจำในสมอง การมองเห็นจะทำให้เราเกิดภาพจำในระยะสั้นๆ ซึ่งหากภาพที่เราเห็นนั้นมีสิ่งสะดุดตา หรือโดดเด่นขึ้นมา ก็จะทำให้สมองจดจำสิ่งๆ นั้นได้นานขึ้น การใช้ปากกาสีเน้นในจุดที่เป็นใจความสำคัญ ให้โดดเด่นออกมาจากตัวหนังสือสีดำหรือสีน้ำเงินจึงช่วยให้เราจำข้อความสีๆ นั้นได้นานขึ้นนั่นเอง (ข้อมูลจาก https://www.officemate.co.th/blog)

อันตรายของสีเทียน

สำนักงานการแข่งขันทางการค้าและคุ้มครองผู้บริโภคประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ ACCC สุ่มตรวจสีเทียนบางยี่ห้อ และตรวจพบสารเคมีที่เป็นอันตราย เช่น แร่ใยหิน, สารหนู, แบเรี่ยม, โครเมี่ยม, ปรอทและตะกั่วในปริมาณเล็กน้อย แต่ในขณะเดียวกัน บางยี่ห้อที่ตรวจพบก็มีค่าเกินมาตรฐาน ซึ่งสารเคมีที่เป็นอันตรายเหล่านี้ หากได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากอาจส่งผลต่อพัฒนาการของเด็ก ๆ ได้ (ข้อมูลจาก https://www.kombinery.com/)

บทความที่ 5

การย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ

ปัจจุบันคนหันมาสนใจใช้สีธรรมชาติในการย้อมผ้ามากขึ้น เพราะไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม วัตถุดิบที่ใช้หาได้ง่ายในชุมชนไม่ต้องใช้สีเคมีที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้เห็นคุณค่าทรัพยากรเกิดความรักความหวงแหนเรียนรู้ที่จะอนุรักษ์ และปลูกทดแทนเพื่อการผลิตที่ยั่งยืน การย้อมสีธรรมชาติเป็นภูมิปัญญาของท้องถิ่น สีธรรมชาติมีความหลากหลาย ตามชนิด อายุ ส่วนของพืชที่ใช้ และขั้นตอนการย้อม แม้ข้อดีในการใช้สีธรรมชาติในการย้อมผ้า แต่ก็ยังมีข้อจำกัดของสีธรรมชาติอยู่ เช่น ปริมาณสารสีในวัตถุดิบย้อมสีมีน้อย ทำให้ย้อมได้สีไม่เข้ม หรือต้องใช้วัตถุดิบปริมาณมาก ทำให้ผลิตได้ในประมาณมากและไม่สามารถผลิตสีตามที่ตลาดต้องการ ในการดูแลรักษามีความยุ่งยาก อาจทำให้ผ้ามีสีซีดจาง ไม่ทนแสง คุณภาพการย้อมสีธรรมชาติขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยซึ่งควบคุมสีให้เหมือนเดิมยาก ในการย้อมสีธรรมชาติหากขาดจิตสำนึกในการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนจะกลายเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมได้ (ข้อมูลจาก https://kmipc6.blogspot.com/)

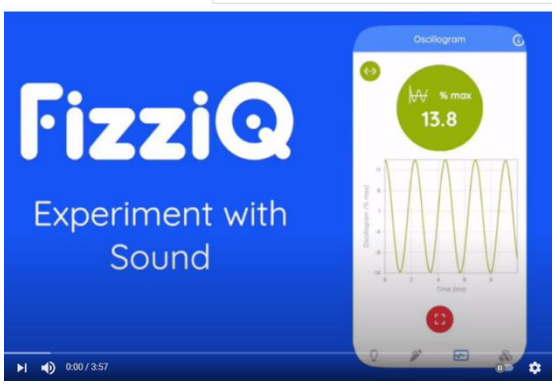
คำชี้แจง : จากการศึกษาตัวอย่างบทความที่กำหนดให้ ให้นักเรียนระบุข้อดี และข้อเสียของการใช้สีจากธรรมชาติและสีสังเคราะห์ลงในตารางให้ถูกต้อง

	ข้อดี	**ข้อเสีย**
สีสังเคราะห์ บทความที่ 1	- มีสีสันหลากหลายที่ดึงดูดผู้บริโภค	หากได้รับในปริมาณมากหรือบ่อยเกินไป ย่อมก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น - เกิดอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ - อ่อนเพลีย คลื่นไส้อาเจียน - ไตอักเสบ หรือบางชนิดอาจก่อให้เกิดมะเร็งที่ต่อมน้ำเหลืองและอวัยวะอื่น ๆ ได้
	ข้อดี	**ข้อเสีย**
สีจากธรรมชาติ บทความที่ 5	- หาง่าย - ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ - น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม	- ปริมาณสารสีในวัตถุดิบย้อมสีมีน้อย ทำให้ย้อมได้สีไม่เข้ม - ไม่สามารถผลิตสีตามที่ตลาดต้องการได้ - ไม่ทนแสง - การดูแลรักษามีความยุ่งยาก

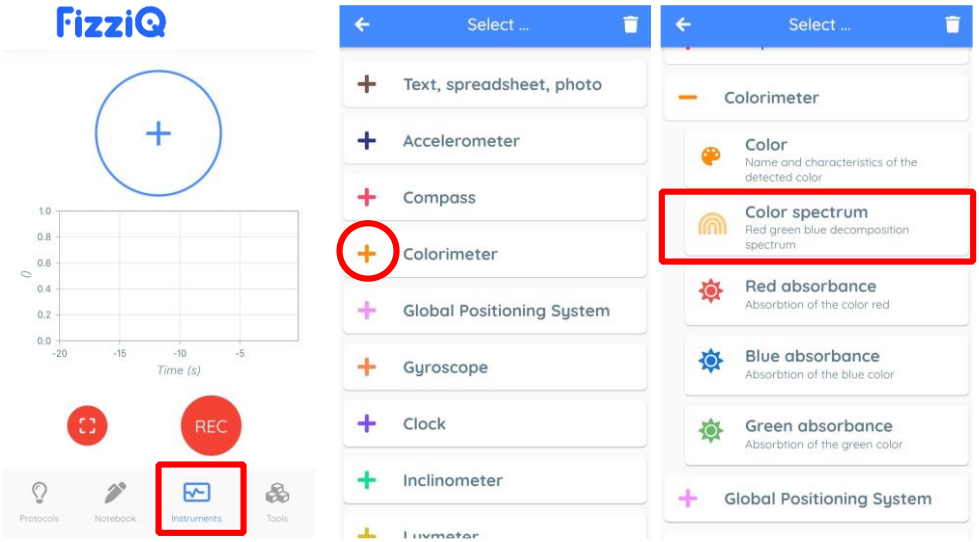
<u>ตอนที่ 2</u> ใบไม้ซ่อนสี

คำชี้แจง : นักเรียนศึกษาการใช้ Application FizziQ วางแผนและออกแบบการเก็บข้อมูลเพื่อแยกสารสีจากใบไม้พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลให้ถูกต้อง

ขั้นตอนการใช้ App FizziQ ในการเก็บข้อมูล



1. ดาวน์โหลด App FizziQ



- ยิ่งสำรวจยิ่งเรียนรู้ -

2. กดเลือกฟังก์ชั่น Instruments
3. กดปุ่มบวกที่แสดงอยู่แถบด้านบนของหน้าจอ
4. เลือกเมนู Colorimenter
5. เลือกเมนู Color spectrum

6. ใช้ใบไม้ที่นักเรียนต้องการศึกษา วางลงแล้วนำกล้องไปส่องพร้อมกดปุ่มสีแดงแถบหน้าจอด้านล่าง
7. อ่านค่าสีที่ได้พร้อมทั้งบันทึกผล

ตารางการบันทึกข้อมูล

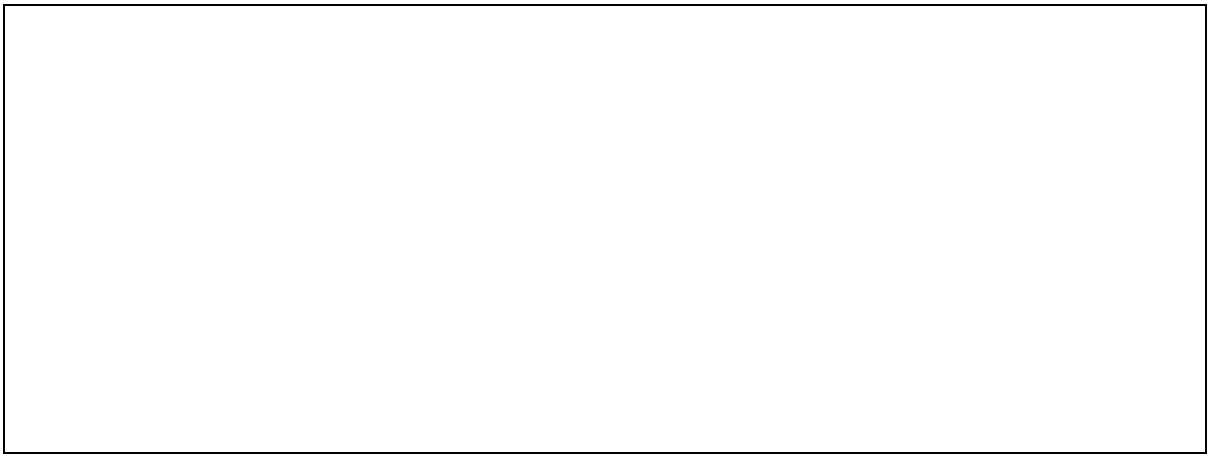
คำชี้แจง : ให้นักเรียนใส่ภาพที่ได้จากการศึกษาใบไม้แต่ละระยะ

ใบไม้ชนิดที่ 1 ชื่อ..... .....

วันที่ทำการทดลอง..... .....

ระยะ.....

ระยะ.....



ระยะ.....

คำถามข้อที่ 1 ใบไม้สีเขียวมีสีอื่นอยู่ด้วยหรือไม่ อย่างไร

มีสีอื่นอยู่ด้วย เนื่องจากในเซลล์พืชนอกจากสารสีคลอโรฟิลล์ที่ทำให้พืชมีสีเขียวแล้ว ยังมีสารสีแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งเป็น สารประกอบประเภทไขมัน มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ในพืชชั้นสูงสารสีแคโรทีนอยด์ อยู่ในคลอโรพลาสต์ ประกอบด้วย สารสี 2 ชนิด แคโรทีน (carotene) เป็นสารสีแดงหรือสีส้ม หากมีสารสีคลอโรฟิลล์และสารสี แคโรทีน อยู่ในใบเดียวกัน จะสะท้อนแสงสีแดง เขียวแกมน้ำเงินและแสงสีน้ำเงิน ทำให้ใบมีสีเขียว แซนโทฟิลล์ (xantrophyll) เป็นสารสีเหลืองหรือสีน้ำตาล

คำถามข้อที่ 2 ใบไม้แต่ละระยะมีปริมาณสีใดมากที่สุด

ระยะของใบไม้	ปริมาณสีที่พบมากที่สุด
สด	
เริ่มเหี่ยว	
เหี่ยว	

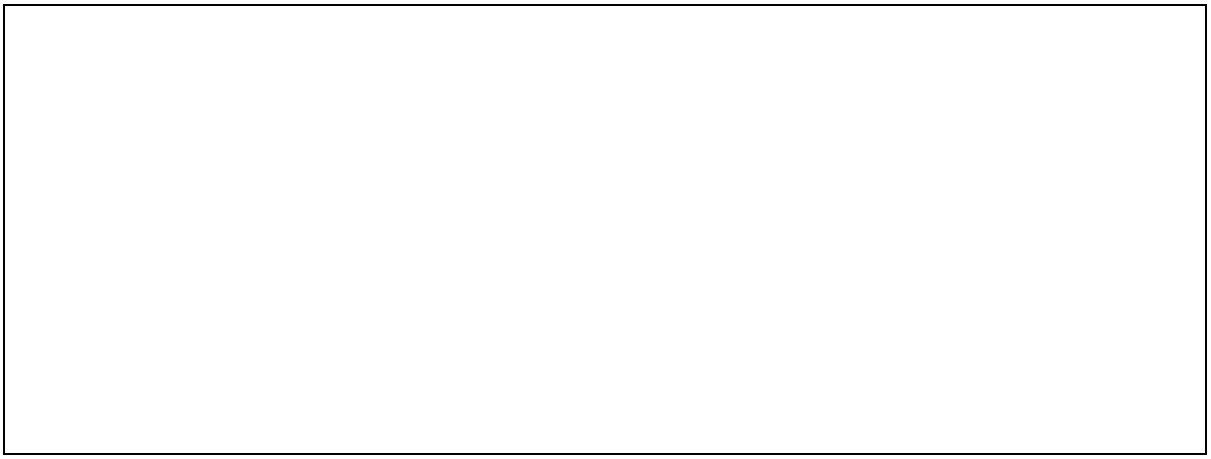
คำถามข้อที่ 3 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในแต่ละครั้ง มีความสอดคล้องกันหรือไม่ อย่างไร

.....

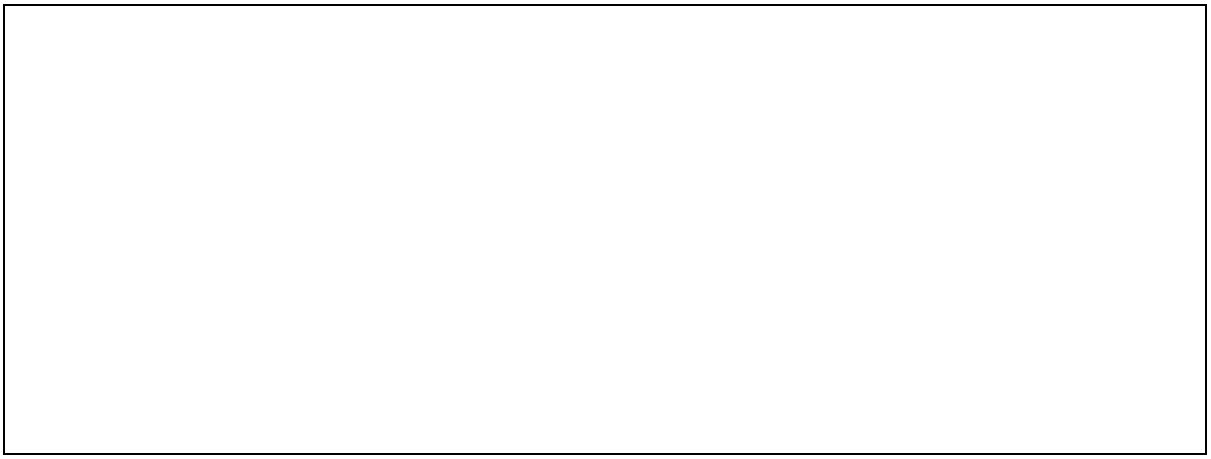
.....

ใบไม้ชนิดที่ 2 ชื่อ..... .....

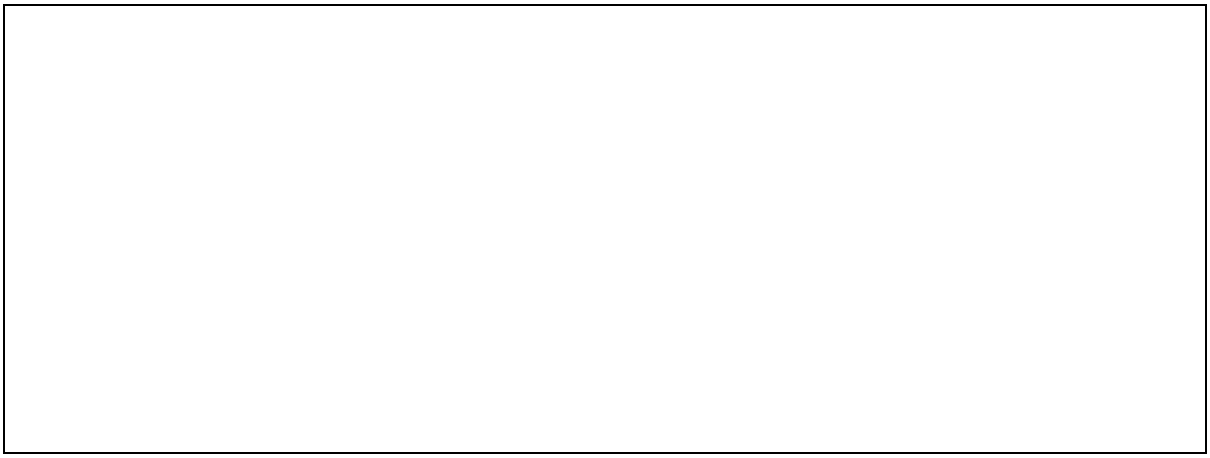
วันที่ทำการทดลอง..... .....



ระยะ.....



ระยะ.....



ระยะ.....

คำถามข้อที่ 1 ใบไม้สีเขียวมีสีอื่นอยู่ด้วยหรือไม่ อย่างไร

มีสีอื่นอยู่ด้วย เนื่องจากในเซลล์พืชนอกจากสารสีคลอโรฟิลล์ที่ทำให้พืชมีสีเขียวแล้ว ยังมีสารสีแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งเป็น สารประกอบประเภทไขมัน มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ในพืชชั้นสูงสารสีแคโรทีนอยด์ อยู่ในคลอโรพลาสต์ ประกอบด้วย สารสี 2 ชนิด แคโรทีน (carotene) เป็นสารสีแดงหรือสีส้ม หากมีสารสีคลอโรฟิลล์และสารสี แคโรทีน อยู่ในใบเดียวกัน จะสะท้อนแสงสีแดง เขียวแกมน้ำเงินและแสงสีน้ำเงิน ทำให้ใบมีสีเขียว แซนโทฟิลล์ (xantrophyll) เป็นสารสีเหลืองหรือสีน้ำตาล

คำถามข้อที่ 2 ใบไม้แต่ละระยะมีปริมาณสีใดมากที่สุด

ระยะของใบไม้	ปริมาณสีที่พบมากที่สุด
สด	
เริ่มเหี่ยว	
เหี่ยว	

คำถามข้อที่ 3 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในแต่ละครั้ง มีความสอดคล้องกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

อภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

...

<u>ตอนที่ 3</u> ปริศนาของสารสี

คำชี้แจง : นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาขั้นตอนการทดลองให้เข้าใจและลงมือปฏิบัติ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ขวดแก้วขนาด 16 ออนซ์
2. หลอดหยด
3. กรรไกร
4. ตัวอย่างใบไม้ 1 ชนิด
5. ไม้บรรทัด
6. แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 95%
7. แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 70%
8. น้ำ
9. บีกเกอร์
10. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์
11. ไม้ขีดไฟ
12. กระดาษโครมาโทกราฟี
13. กาวสองหน้าแบบบาง

วิธีการทดลอง

1. นำตัวอย่างใบไม้ 1 ชนิดที่เก็บได้มาฉีกจนขาด ใส่ตัวอย่างของใบลงไปในแต่ละขวดแก้วขนาด 16 ออนซ์ จำนวน 3 ขวด โดยกำหนดดังนี้

(ภาพประกอบจาก https://www.123homeschool4me.com/why-do-leaves-change-color-science_52/)

- ขวดที่ 1 เติมน้ำต้มแล้วลงไปโดยใช้อัตราส่วน 2:3 ของขวด และเติมน้ำร้อนเพื่อช่วยให้มีการสกัดสีจากเซลล์ใบ (ทิ้งไว้ 1 คืน)

- ขวดที่ 2 เติมแอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 95% ลงไปโดยใช้อัตราส่วน 2:3 ของขวด และเติมน้ำร้อนเพื่อช่วยให้มีการสกัดสีจากเซลล์ใบ (ทิ้งไว้ 1 คืน)

- ขวดที่ 3 เติมแอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 70% ลงไปโดยใช้อัตราส่วน 2:3 ของขวด และเติมน้ำร้อนเพื่อช่วยให้มีการสกัดสีจากเซลล์ใบ (ทิ้งไว้ 1 คืน)

2. ตัดกระดาษโครมาโทกราฟี ให้มีขนาดความยาว 8 เซนติเมตรและมีความกว้าง 2 เซนติเมตร

3. ใช้หลอดหยดดูดน้ำจากขวดแก้วที่สกัดสีจากใบไม้ มาหยดลงบนกระดาษโครมาโทกราฟีจำนวน 5 หยด แล้วทิ้งไว้ 5 นาที

4. วัดระยะทางการเคลื่อนที่ของสารสี

5. สังเกตผลการทดลองพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

คำถามก่อนการทดลอง

1. ระบุปัญหาของการทดลอง

ตัวทำละลายต่างชนิดกันจะสกัดสีที่ให้ความเข้มของสีต่างกันอย่างไร

ตัวแปรต้น ชนิดตัวทำละลาย

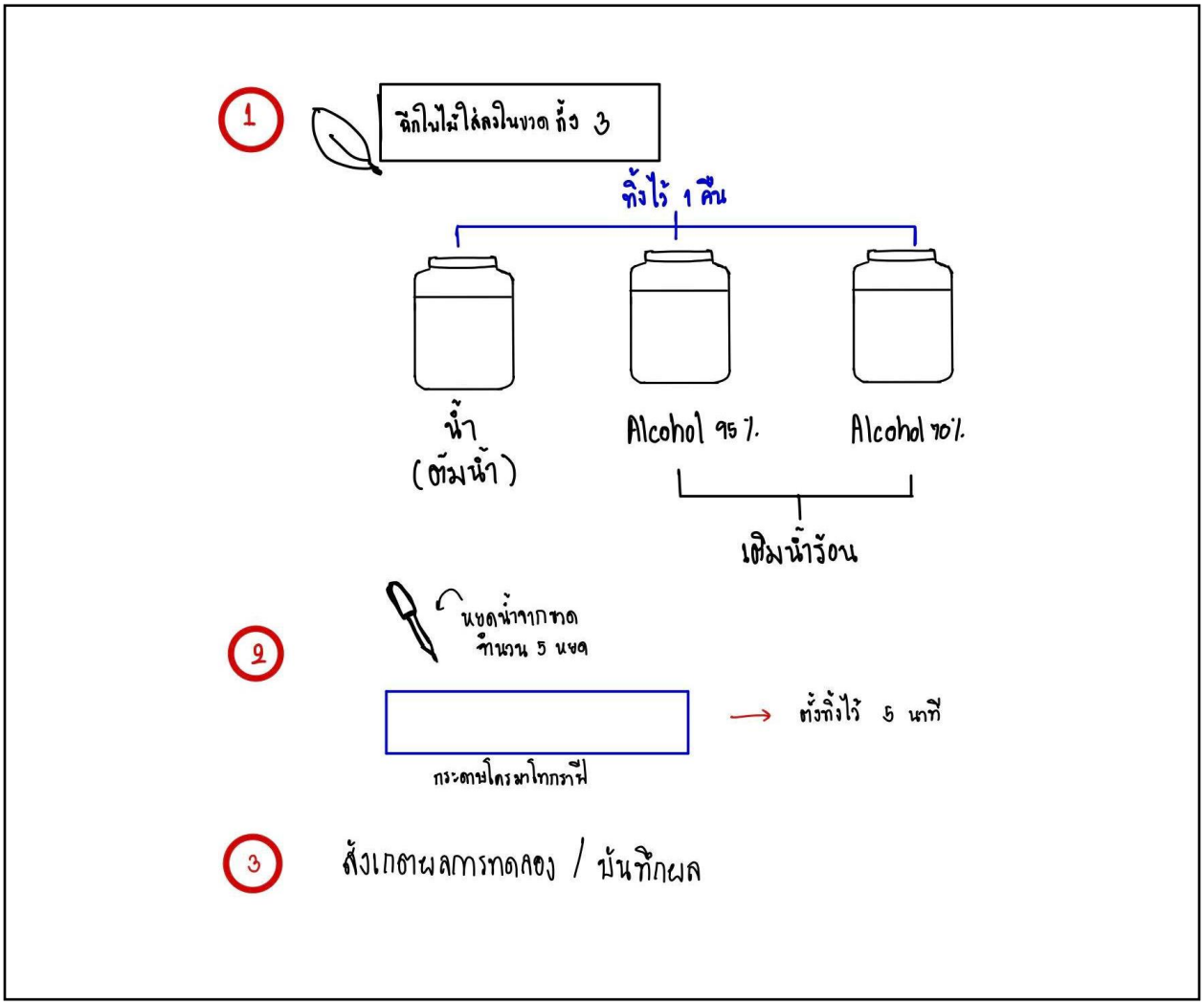
ตัวแปรตาม สารสี

ตัวแปรควบคุม ขนาดของภาชนะ อุณหภูมิ ชนิดใบไม้

2. สมมติฐานการทดลอง

ถ้าชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อการสกัดสี ดังนั้นตัวทำละลายที่มีความเข้มข้นมากจะสกัดสีได้ดีกว่า

3. การวางแผนการทดลองการแยกสีของใบไม้ด้วยโครมาโทกราฟี (วาดภาพพร้อมระบุขั้นตอนการทดลอง)



4. ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของใบไม้ คือ..... .....

ชนิดของตัวทำละลาย คือ น้ำเปล่า

ระยะของใบไม้	ผลการทดลอง
1. ระยะใบสด	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....
2. ระยะใบเริ่มเหี่ยว	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....
3. ระยะใบเหี่ยว	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....

หมายเหตุ นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่แสดงสารสีของใบไม้แต่ละชนิดติดลงในช่อง “ผลการทดลอง”

ชนิดของใบไม้ คือ.....

ชนิดของตัวทำละลาย คือ แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 95% /แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 70%

ระยะของใบไม้	ผลการทดลอง
1. ระยะใบสด	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....
2. ระยะใบเริ่มเหี่ยว	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....
3. ระยะใบเหี่ยว	สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง ..... สี.....ระยะทาง .....

หมายเหตุ นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่แสดงสารสีของใบไม้แต่ละชนิดติดลงในช่อง “ผลการทดลอง”

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนใช้เครื่องหมาย + แสดงความเข้มของสีที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกันในแต่ละระยะของใบไม้

ชนิดของตัวทำละลาย	**ระยะของใบไม้**		
	ใบสด	ใบเริ่มเหี่ยว	ใบเหี่ยว
น้ำ			
แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 70% หรือ 95%			

ความเข้มของสีใบไม้ที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดเดียวกันเหมือนหรือต่างกันในแต่ละระยะของใบไม้

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนระบุจำนวนองค์ประกอบของสีบนกระดาษกรอง เมื่อชนิดของตัวทำละลายและระยะของใบไม้แตกต่างกัน

ชนิดของตัวทำละลาย	**ระบุจำนวนองค์ประกอบของสีบนกระดาษกรอง**		
	ใบสด	ใบเริ่มเหี่ยว	ใบเหี่ยว
น้ำ			
แอลกอฮอล์ไอโซโพพิล 70% หรือ 95%			

จำนวนองค์ประกอบของสีบนกระดาษกรองแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

5. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลย

เสียงตามสาย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำประกาศเสียงตามสายความยาวประมาณ 4-5 บรรทัด เพื่อให้ทุกคนในชุมชนตระหนักถึงอันตรายของการใช้สีสังเคราะห์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชน และสังคม

ประชาชนควรหลีกเลี่ยงเรื่องการบริโภคอาหารที่แต่งสีต่างๆ แต่หากมีความจำเป็นต้องการจะแต่งสีอาหารแล้ว ควรเลือกใช้สีธรรมชาติ หรือสีสังเคราะห์ประเภทที่ใช้เป็นสีผสมอาหารตามที่กระทรวงสาธารณสุขได้ประกาศอนุญาตให้ใช้ได้ตามความเหมาะสม

เกณฑ์การประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

กระบวนแก้ปัญหา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	3	2	1	
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหา ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ได้ถูกต้อง และตัวแปรควบคุมได้อย่างเหมาะสมได้เอง	ระบุปัญหา ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ได้ถูกต้อง และตัวแปรควบคุมได้อย่างเหมาะสมได้เมื่อได้รับคำแนะนำจากครู	ระบุปัญหา ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ได้ถูกต้อง และตัวแปรควบคุมได้อย่างเหมาะสมได้เมื่อครูบอก	
2. การวิเคราะห์ปัญหา	วางแผนการทดลองอย่างเป็นระบบ ชัดเจน ครบทุกขั้นตอน สอดคล้องกับปัญหาและตัวแปรที่ระบุ	วางแผนการทดลองโดยแสดงขั้นตอนที่สอดคล้องกับปัญหาและตัวแปรที่ระบุ	วางแผนการทดลองที่สอดคล้องกับตัวแปรที่ระบุได้	
3. การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	ระบุสมมติฐานที่ชัดเจนและสอดคล้องกับปัญหาและตัวแปร	ระบุสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาและตัวแปรได้	ระบุสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้	
4. การตรวจสอบผลลัพธ์	- บันทึกผลการทดลองครบถ้วน และ - ตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ และ - สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง	- บันทึกผลการทดลองถูกต้องหรือบางส่วน และ/หรือ - ตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อหรือบางส่วน และ/หรือ - สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องหรือบางส่วน	- บันทึกผลการทดลองถูกต้องหรือบางส่วน หรือ - ตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อหรือบางส่วน หรือ - สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องหรือบางส่วน	
คะแนนรวม				

เกณฑ์การประเมินพลเมืองเข้มแข็ง

	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	3	2	1	
พลเมืองเข้มแข็ง 1. พลเมืองรู้เคารพสิทธิ 2. พลเมืองรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ 3. พลเมืองมีส่วนร่วมอย่างมีวิจารณญาณ 4. พลเมืองผู้สร้างการเปลี่ยนแปลง	- ประกาศเสียงตามสายแสดงถึงผลการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกต่อชุมชน - ข้อความแสดงถึงความเห็นอกเห็นใจ ไม่แสดงถึงการข่มขู่หรือคุกคามผู้อื่น เพื่ออยู่ร่วมกันอย่างสันติ - กระตุ้นการมีส่วนร่วมของชุมชนตามสิทธิ และหน้าที่	- ประกาศเสียงตามสายแสดงถึงผลการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกต่อชุมชน และ/หรือ - ข้อความแสดงถึงความเห็นอกเห็นใจ ไม่แสดงถึงการข่มขู่หรือคุกคามผู้อื่น เพื่ออยู่ร่วมกันอย่างสันติ และ/หรือ - กระตุ้นการมีส่วนร่วมของชุมชนตามสิทธิ และหน้าที่	- ประกาศเสียงตามสายเกี่ยวข้องกับผลกระทบของการใช้สีสังเคราะห์ หรือ - ข้อความแสดงถึงการบังคับให้เชื่อความเห็นใดความเห็นหนึ่ง หรือ - การมีส่วนร่วมของชุมชนตามสิทธิ และหน้าที่มีจำกัด	
คะแนนรวม				

การประเมินการทำงานร่วมกันของกลุ่ม

ข้อ	ลักษณะการทำงานร่วมกัน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
		3	2	1	
1	สมาชิกในกลุ่มริเริ่มกำหนดเป้าหมาย ของทีม				
2	สมาชิกในกลุ่มมีความรับผิดชอบต่อบทบาทและงานที่ได้รับมอบหมาย				
3	สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในการวางแผนและตัดสินใจในการทำงาน				
4	สมาชิกในกลุ่มมีการจัดระบบความคิดก่อนลงมือทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นและปฏิบัติงานจนสำเร็จ				
5	สมาชิกในกลุ่มมีการวิเคราะห์สะท้อนการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายและสัมพันธภาพเชิงบวกของทีม				
คะแนนรวม					

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับ 3 คะแนน (เหนือความคาดหวัง)

ระดับ 2 คะแนน (กำลังพัฒนา)

ระดับ 1 คะแนน (เริ่มต้น)

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 1**
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง บ้านของฉัน **เวลา 6 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ป.2/3 เปรียบเทียบสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุ เพื่อนำมาทำเป็นวัตถุในการใช้งานตามวัตถุประสงค์ และอธิบายการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ป.3/1 อธิบายว่าวัตถุประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนย่อย ๆ ซึ่งสามารถแยกออกจากกันได้และประกอบกันเป็นวัตถุชิ้นใหม่ได้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ป.4/2 แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นโดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมีเหตุผลจากการทดลอง

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ป.4/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย

ป.4/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ป.4/4 รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลสารสนเทศ โดยใช้ซอฟแวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ป.5/4 รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลสารสนเทศ โดยใช้ซอฟแวร์หรือบริการบทอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ป.6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ป.3/8 หาผลลัพธ์การบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับไม่เกิด 100,000 และ 0

ป.4/7 ประมาณผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหาร จากสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล

ป.4/16 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ 2 ขั้นตอน ของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง

ป.5/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์

ป.5/3 หาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและจำนวนคละ

ป.5/8 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม 2 ขั้นตอน

ป.6/1 เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละ จากสถานการณ์ต่าง ๆ

ป.6/10 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม 3 ขั้นตอน

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ป.4/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา

ป.4/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ป.5/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม

ป.6/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ป.4/2 สร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเมื่อกำหนด ความยาวของด้าน

กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย

สาระที่ 1 การอ่าน

มาตรฐาน ท 1.1 ใช้กระบวนการอ่านสร้างความรู้และความคิดเพื่อนำไปใช้ตัดสินใจ แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต และมีนิสัยรักการอ่าน

ม. 2/4 อภิปรายแสดงความคิดเห็น และข้อโต้แย้งเกี่ยวกับเรื่องที่อ่าน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. คำนวณระยะทางบนแผนที่โดยใช้มาตรส่วน เพื่อนำข้อมูลไปใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย ตัดสินใจ วางแผน และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเดินทาง การเลือกบริเวณที่อยู่ โดยคำนึงถึงระยะทาง และเวลา (K, P, A)

2. คำนวณพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การแบ่งสัดส่วนของบ้าน การออกแบบ และสร้างแบบจำลองแปลนบ้าน โดยคำนึงถึงพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน และกิจกรรมของสมาชิกในครอบครัว (K, P)

3. วิเคราะห์ลักษณะสำคัญของบันไดรูปแบบต่าง ๆ และปัจจัยที่สำคัญของการออกแบบบันได เพื่อนำข้อมูลไปใช้สำหรับการออกแบบบันได คำนวณขนาด ความกว้าง ระยะห่างระหว่างขั้นของบันได โดยใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรมในการสร้างบันไดต้นแบบตามภาพร่างที่ได้ออกแบบ โดยคำนึงเหมาะสมและความปลอดภัยสำหรับคนที่พักอาศัยภายในบ้าน (K, P)

4. ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลองแปลนบ้านและบันได โดยคำนึงถึงตามมาตรส่วนที่ถูกต้อง พื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน กิจกรรมของสมาชิกในครอบครัว และความปลอดภัย จากการทำงานร่วมกับผู้อื่น (K, P, A)

5. รวบรวม สรุป และนำเสนอข้อมูลจากการประยุกต์ใช้ความรู้ โดยใช้โปสเตอร์ที่แสดงการสื่อสารด้วยภาพ และเนื้อหาที่สอดคล้องกัน (K, P, A)

สาระสำคัญ

นักเรียนร่วมกันศึกษาแผนที่ เพื่อคำนวณระยะทางโดยใช้มาตราส่วนบนแผนที่เปรียบเทียบกับข้อมูลระยะทาง ที่ได้จากการใช้แอปพลิเคชัน Maps คำนวณเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง เพื่อนำไปใช้ในการวางแผน ตัดสินใจ เพื่อเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สามารถประยุกต์ใช้การคำนวณดังกล่าวเพื่อวิเคราะห์ข้อดีข้อเสีย ตัดสินใจ วางแผน และแก้ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์การเลือกใช้เส้นทางในการเดินทาง ได้แก่ การวางการเดินทางในชีวิตประจำวัน การย้ายบ้าน โดยคำนึงถึงสถานที่ต่างๆ บนแผนที่ที่เกี่ยวข้อง ระยะทางและเวลาเป็นสำคัญ นักเรียนร่วมกันศึกษาการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ในการคำนวณหาพื้นที่ห้องต่างๆ พื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน และทางเดิน สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการคำนวณพื้นที่ เพื่อแบ่งสัดส่วนบ้าน ออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น เพื่อสร้างแบบจำลองแปลนบ้านที่ถูกต้องตามมาตราส่วน โดยคำนึงถึงความเหมาะสมและกิจกรรมของสมาชิกในครอบครัว ศึกษารูปแบบของบันได และปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบบันได เพื่อใช้ใน

การวิเคราะห์รูปแบบ และลักษณะของบันได โดยสามารถคำนวณหาขนาด ความกว้าง ระยะห่างระหว่างขั้นของบันได สามารถออกแบบบันไดจากข้อมูลการวิเคราะห์ โดยพิจารณาถึงสัดส่วนของแปลนบ้าน สามารถสร้างแบบจำลองบันได ที่ถูกต้องตามมาตราส่วน โดยใช้กระบวนการวิศวกรรม และเทคโนโลยีในการสร้างและออกแบบบันได โดยคำนึงถึงเหมาะสมและความปลอดภัยสำหรับคนที่พักอาศัยภายในบ้าน นอกจากนี้ นักเรียนจะต้องทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลองแปลนบ้านและบันได โดยคำนึงถึงตามมาตรส่วนที่ถูกต้อง พื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน กิจกรรมของสมาชิกในครอบครัว และความปลอดภัย จากการทำงานร่วมกับผู้อื่น รวบรวม สรุป และนำเสนอข้อมูลจากการประยุกต์ใช้ความรู้ เพื่อเลือกพิกัดบ้าน ออกแบบแปลนบ้าน และบันได โดยใช้โปสเตอร์ที่แสดงการสื่อสารด้วยภาพ และเนื้อหาที่สอดคล้องกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกิจกรรมทั้งหมด

สาระการเรียนรู้

1. การบวก การลบ การคูณ และการหารทศนิยม
2. การบอกระยะเวลาเป็นวินาที นาที ชั่วโมง และการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา
3. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวโดยใช้ความรู้เรื่องการเปลี่ยนหน่วยและทศนิยม
4. การวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก
5. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเมื่อกำหนด ความยาวของด้าน
6. การวิเคราะห์ลักษณะและรูปแบบของบันได
7. ปัจจัยที่สำคัญของการออกแบบบันได
8. การคำนวณขนาดและรูปแบบของบันได้ที่เหมาะสม
9. การออกแบบบันได้ที่เหมาะสมกับสถานการณ์หรือปัจจัยที่กำหนด
10. การสร้างโปสเตอร์
11. การแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหา
12. การใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

จุดเน้นสู้การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่21 (การเรียนรู้ 3R×8C)

3R

- ☑ R1 - Beading (อ่านออก)
- ☑ R2 - Writing (เขียนได้)
- ☑ R3 - Arithmetic (คิดเลขเป็น)

8C

- ☑ C1 - Critical Thinking and Problem Solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา)
- ☑ C2 - Creativity and Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรรม)
- ☐ C3 - Cross-cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์)
- ☑ C4 - Collaboration, Teamwork and Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ)
- ☑ C5 - Communications, Information and Media Literacy (ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ)
- ☑ C6 - Computing and ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร)
- ☐ C7 - Career and Learning Skills (ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้)
- ☐ C8 - Compassion (ความมีเมตตากรุณา วินัย คุณธรรม จริยธรรม)

สมรรถนะผู้เรียน

- ☑ การจัดการตนเอง
- ☑ การสื่อสาร
- ☑ การรวมพลังทำงานเป็นทีม
- ☑ การเป็นพลเมืองที่แข็งแรง
- ☑ การคิดขั้นสูง

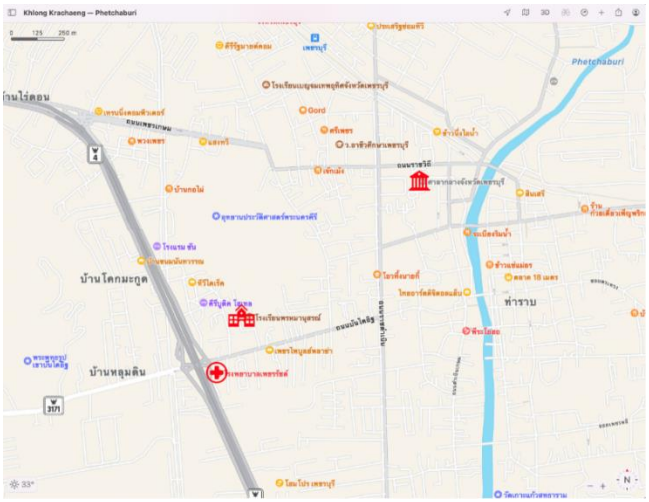
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) (15 นาที)

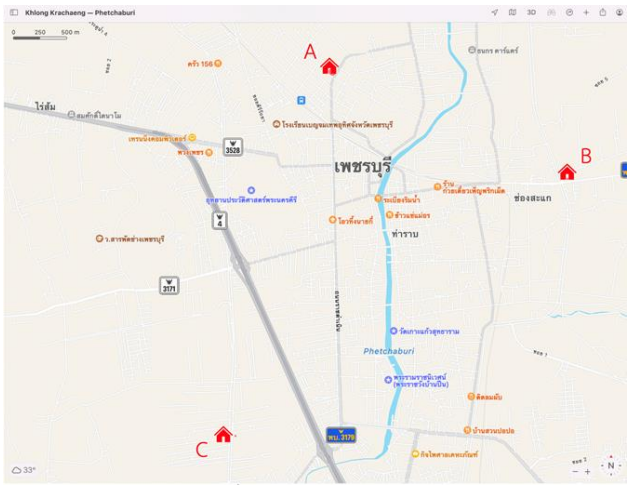
1.1 นักเรียนศึกษาสถานณ์ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง บ้านของฉัน

“ณ บ้านหลังหนึ่ง ที่อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ครอบครัวของเกม มีสมาชิกอาศัยอยู่ 5 คน ได้แก่ คุณปู่ คุณย่า คุณพ่อ คุณแม่ และเกม วันหนึ่งพ่อและแม่ของเกมมีเหตุจำเป็นต้องย้ายไปทำงานที่จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งท่านทั้ง 2 ตั้งใจทำงานเก็บเงินเพื่อจะย้ายบ้านไปอยู่ที่จังหวัดเพชรบุรีกันทั้งครอบครัว โดยจะเริ่มออกเดินทางและขนของในเดือนหน้า คุณพ่อเห็นว่าลูกชายของตนมีความสนใจที่จะศึกษาต่อในคณะสถาปัตยกรรม จึงให้เกมช่วยเลือกตำแหน่งบ้าน ซึ่งมีตัวเลือกตำแหน่งสำหรับสร้างบ้านอยู่ 3

ตำแหน่ง โดยจะต้องคำนึงถึงสถานที่รอบบ้าน ความเหมาะสมในการเดินทางไปโรงเรียนของเกม (โรงเรียนพรหมานุสรณ์ ทุกวัน จันทร์-ศุกร์ เวลา 7.30 - 16.00 น.) และการเดินทางไปทำงานของคุณพ่อ (ศาลากลางจังหวัดเพชรบุรี ทุกวัน จันทร์-ศุกร์ เวลา 8.30 - 17.00 น.) และคุณแม่ (โรงพยาบาลเพชรรัตน์ ทุกวัน จันทร์-ศุกร์ เวลา 8.00 - 16.30 น.) โดยครอบครัวมีรถยนต์เพียง 1 คัน และมีคุณพ่อเพียงคนเดียวที่สามารถขับรถได้ นอกจากเกมจะช่วยเลือกตำแหน่งบ้านแล้ว เกมมีส่วนร่วมในการออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น และบันได โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมของพื้นที่ใช้สอย และบันได เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการ กิจกรรม และความปลอดภัยของสมาชิกในครอบครัว”



แผนที่อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบุรี



แผนที่ตัวเลือกบ้าน A, B และ C

1.2 นักเรียนและครูร่วมสนทนาถึงสถานการณ์ดังกล่าว จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง บ้านของฉัน

คำถาม จากสถานการณ์ข้างต้น ปัญหาของสถานการณ์นี้ คืออะไร

แนวคำตอบ การวางแผนการย้ายบ้าน เช่น เลือกตำแหน่งบ้าน และออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น และออกแบบบันได

คำถาม เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์นี้ มีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ 1. ตำแหน่งบ้าน จะต้องคำนึงถึงสถานที่รอบบ้าน ความต้องการ และกิจกรรมของสมาชิกในครอบครัว โดยคำนึงถึงข้อจำกัดที่ครอบครัวมีรถยนต์เพียง 1 คัน และคุณพ่อเป็นเพียงคนเดียวที่สามารถขับรถได้

1.3 ออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น โดยคำนึงถึงพื้นที่ใช้สอย

1.4 การออกแบบบันได โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับสัดส่วนของแปลนบ้าน และความปลอดภัย)

1.5 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์บ้านของฉันโดยมีหัวข้อการอภิปราย ดังนี้

คำถาม แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นักเรียนใช้ในการเลือกพิกัด ออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น และออกแบบบันได

แนวทางการอภิปราย การคำนวณหาระยะทาง มาตรส่วน การคำนวณพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน การออกแบบแปลนบ้าน และการออกแบบบันได

1.6 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน เพื่อศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องตามเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนด โดยสรุปได้ดังนี้

แนวทางการสรุป การวางแผนการย้ายบ้านจะต้องคำนึงถึงตำแหน่งบ้าน การออกแบบแปลนบ้าน และการออกแบบบันไดที่เหมาะสมกับความต้องการ กิจกรรมของสมาชิกในครอบครัว พื้นที่ใช้สอย และความปลอดภัยของสมาชิกในบ้านและข้อจำกัดที่ครอบครัวมีรถยนต์เพียง 1 คัน ซึ่งคุณพ่อเป็นเพียงคนเดียวที่สามารถขับรถได้

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

2.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายในหัวข้อต่อไปนี้

คำถาม หากต้องการเลือกพิกัด ออกแบบแปลนบ้าน และออกแบบบันได ได้อย่างความเหมาะสมและปลอดภัยจะต้องทำการศึกษาในเรื่องใดบ้าง

แนวคำตอบ 1.การคำนวณหาระยะทาง (จากบ้านไปโรงเรียนและที่ทำงาน) โดยใช้มาตรส่วนบนแผน 2.การออกแบบแปลนบ้าน และการคำนวณพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน 3.การออกแบบบันได

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ (35 นาที)

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์การย้ายบ้านของครอบครัวของเกม จากใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ

สถานการณ์ มานะและเพื่อนวางแผนจะไปเที่ยว จังหวัดเพชรบุรี ในช่วงวันหยุดยาว ซึ่งเดินทางจากจังหวัดนครปฐม ไปยังจังหวัดเพชรบุรี โดยใช้รถยนต์ส่วนตัว เพื่อไปถึงที่หมายก่อนเวลา 11.00 น. มานะจะขับรถด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและไม่มีการแวะพักเลย และเนื่องด้วยสถานการณ์ตอนนี้ราคาน้ำมันค่อนข้างแพง มานะและเพื่อนควรออกเดินทางจากจังหวัดนครปฐมไม่เกินกี่โมง เพื่อให้การเดินทางครั้งนี้ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากที่สุด

2.3 นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ ในใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ ตอนที่ 1 ดังนี้

คำถาม จากสถานการณ์ข้างต้น ปัญหาของสถานการณ์นี้ คืออะไร

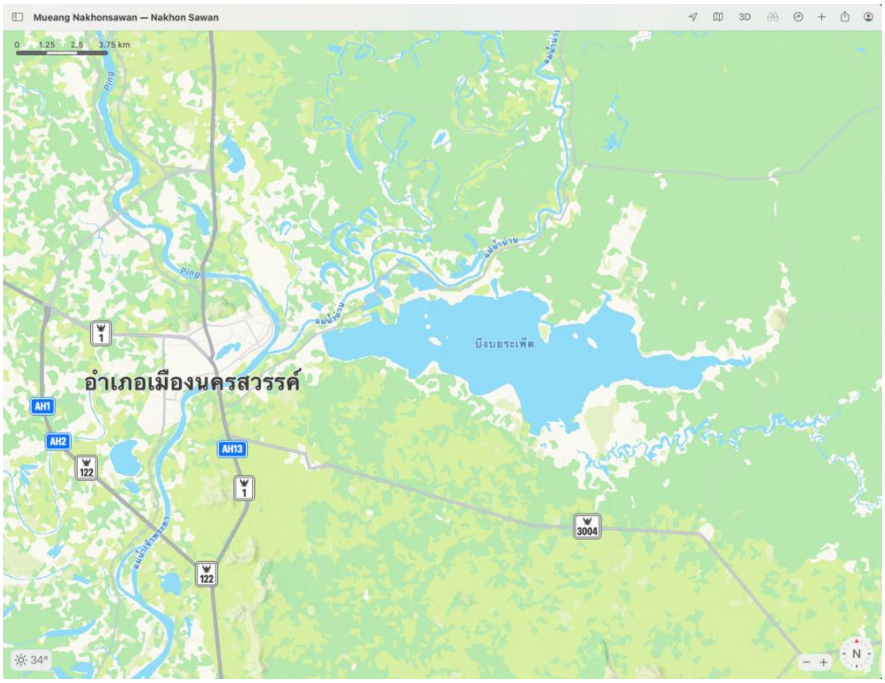
แนวคำตอบ 1) มานะและเพื่อนควรวางแผนเลือกเส้นทางอย่างไร เพื่อให้ได้ระยะทางสั้นที่สุดและประหยัดค่าใช้จ่ายให้ได้มากที่สุด 2) เวลาในการออกเดินทางเพื่อให้ถึงที่หมายตามเวลาที่ต้องการ

คำถาม เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์นี้ คือ

แนวคำตอบ มานะและเพื่อนจะต้องวางแผนการเดินทางไปเที่ยว จังหวัดเพชรบุรี โดยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากที่สุด รวมถึงเงื่อนไขเกี่ยวกับเวลาในการออกเดินทาง

2.4 นักเรียนศึกษาแผนที่และความหมายของมาตรส่วนบนแผนที่ คือ อัตราส่วนระยะห่างบนแผนที่กับระยะห่างจริงบนโลก

แผนที่คูเมือง จังหวัดเชียงใหม่



แผนที่บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์

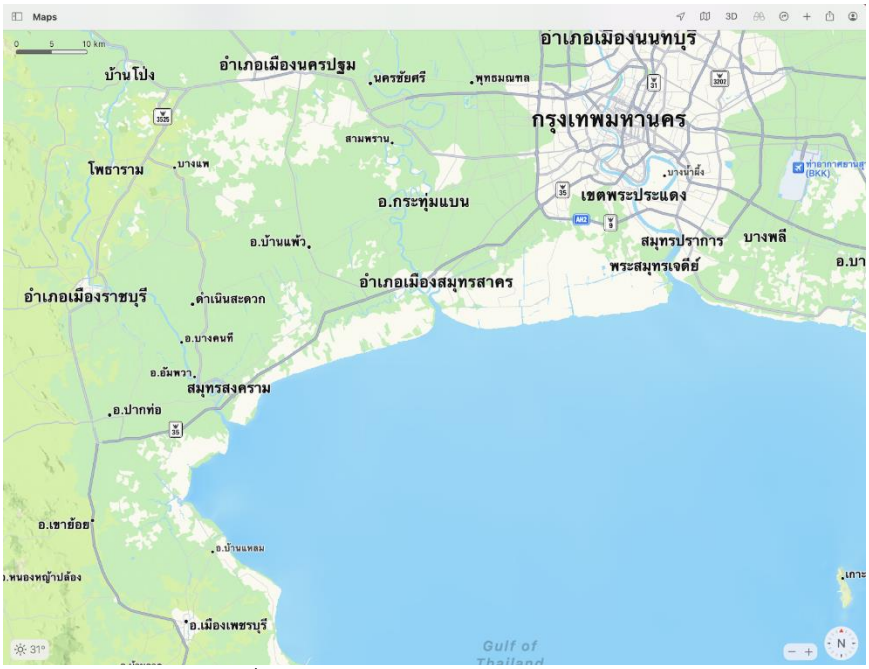
2.5 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามจากการศึกษาข้อมูล ดังต่อไปนี้

คำถาม จากแผนที่คูเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ถ้านักเรียนต้องการทราบความยาวของคูเมืองแต่ละด้าน นักเรียนจะต้องทำอย่างไร และให้นักเรียนช่วยกันคำนวณความยาวคูเมือง

แนวคำตอบ ใช้มาตราส่วนที่กำหนดให้บนแผนที่ คือ 1 ส่วน ต่อ 500 เมตร ซึ่งความยาวแต่ละด้านของคูเมืองยาวประมาณ 3.3 หน่วย เทียบได้กับระยะทาง 500*3.3 = 1,650 เมตร

คำถาม จากแผนที่บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ถ้านักเรียนต้องการทราบความยาวช่วงที่ยาวที่สุดของบึงบอระเพ็ด นักเรียนจะต้องทำอย่างไร และให้นักเรียนช่วยกันคำนวณความยาวของบึงบอระเพ็ด

แนวคำตอบ ใช้มาตราส่วนที่กำหนดให้บนแผนที่ คือ 1 ส่วน ต่อ 3.75 กิโลเมตร ซึ่งความยาวช่วงที่สุดของบึงบอระเพ็ดยาวประมาณ 4.8 หน่วย เทียบได้กับระยะทาง 3.75*4.8 = 18 กิโลเมตร



แผนที่ กรุงเทพมหานคร - จังหวัดเพชรบุรี

2.6 นักเรียนร่วมกันศึกษาแผนที่ กรุงเทพมหานคร - จังหวัดเพชรบุรี และร่วมกันตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ย้ายบ้านกันเถอะ ตอนที่ 2

1) นักเรียนร่วมกันค้นหาเส้นทางที่ใช้ในการเดินทางจากอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ไปอำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี อย่างน้อย 5 เส้นทาง และเลือก 1 เส้นทางที่นักเรียนใช้ในการเดินทางพร้อมระบุเหตุผล
2) นักเรียนคำนวณระยะทาง โดยวัดระยะทางจากเลือกเส้นทางที่นักเรียนเลือกในข้อ 1 ใช้ไม้บรรทัดในการวัดระยะทางบนแผนที่และแปลงความยาวบนแผนที่เป็นระยะทางบนโลกจริงด้วยมาตราส่วนบนแผน (ไม่อนุญาตให้ใช้แอปพลิเคชันช่วยในการคำนวณ) พร้อมเขียนอธิบายแนวคิดอย่างละเอียด
3) นักเรียนคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินทาง
4) นักเรียนคำนวณระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางและเวลาที่เริ่มออกเดินทางจากกอำเภอพุทธมณฑลจังหวัดนครปฐม ไปอำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี
5) นักเรียนใช้แอปพลิเคชัน Maps หรือแอปพลิเคชันอื่นที่เกี่ยวข้องกับแผนที่และการเดินทาง โดยนักเรียนจะต้องใช้แอปพลิเคชันในการคำนวณระยะทางจากอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ไปอำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี และเปรียบเทียบกับเส้นทางที่ตนเอง

คำนวณได้ในข้อ 1 และข้อ 2 โดยเส้นทางที่เลือกจากแอปพลิเคชันจะต้องเป็นเส้นทางเดียวกันกับเส้นทางที่เลือกในข้อ 1

2.7 ตัวแทนนักเรียนนำเสนอเส้นทางใช้ในการเดินทางจาก อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ไปอำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

2.8 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายจนสรุปแนวคิดได้ดังนี้

"ในกิจกรรมนี้ นักเรียนจะได้รู้จักการอ่านแผนที่และวางแผนเลือกเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง พร้อมเขียนอธิบายแนวคิดอย่างละเอียด ซึ่งการวัดระยะทางบนแผนที่โดยใช้ไม้บรรทัดเป็นเพียงการประมาณค่าเท่านั้น จากนั้นนำไปแปลงหน่วยโดยใช้การเทียบบัญญัติไตรยางศ์บูรณาการความรู้ในเรื่อง อัตราเร็วเฉลี่ย ในการคำนวณเวลาและวางแผนการเดินทางโดยใช้แอปพลิเคชัน Maps หรือแอปพลิเคชันอื่นที่เกี่ยวข้องกับแผนที่"

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน (25 นาที)

2.9 นักเรียนร่วมกันพิจารณาสถานการณ์ เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน

สถานการณ์ "มานี ต้องการซื้อบ้านหลังใหม่ เธอใช้เวลาในการค้นหาโครงการบ้านเดี่ยว ที่มีดีไซน์ทรงบ้านสวยๆ ออกมาให้เลือกสรรมากมายแต่ก็ยังไม่เจอแปลนบ้านหลังที่ถูกใจสักที เนื่องจากเธอให้ความสำคัญในการคำนวณหาพื้นที่ใช้สอยจากแปลนบ้านที่จะต้องแบ่งพื้นที่ใช้สอยได้อย่างเหมาะสมและคุ้มค่าต่อสมาชิกในครอบครัวของเธอเป็นหลัก โดยสมาชิกในครอบครัวประกอบไปด้วย พ่อและแม่เป็นผู้สูงอายุ และลูกวัย 8-10 ปี อีก 2 คน"

2.10 นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ ในใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน ตอนที่ 1 ดังนี้

คำถาม ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

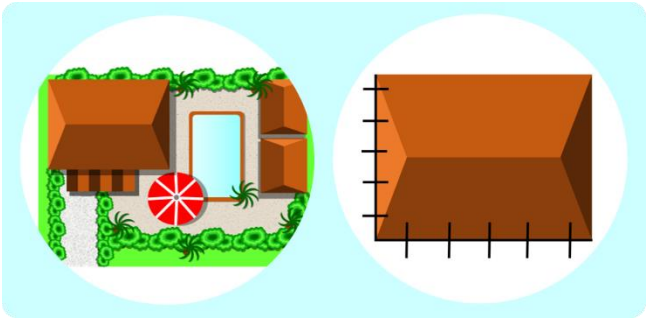
แนวคำตอบ การคำนวณหาพื้นที่ใช้สอยจากแปลนบ้าน

คำถาม เงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์นี้คืออะไร

แนวคำตอบ แปลนบ้านจะต้องมีพื้นที่ใช้สอยได้อย่างเหมาะสม และคุ้มค่าต่อสมาชิกในครอบครัว

2.11 นักเรียนร่วมกันศึกษา เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน โดยพิจารณาภาพพื้นที่บ้าน ดังนี้

พื้นที่ ขนาด ..... ตารางเมตร (กว้าง 4 ยาว

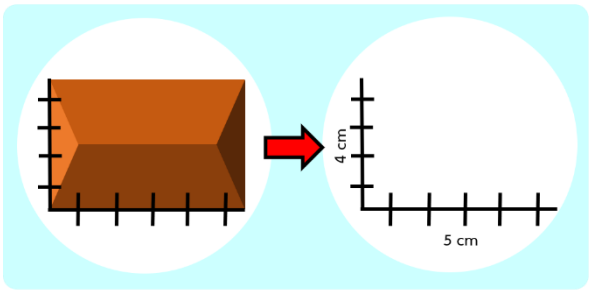


2.12 นักเรียนฟังครูอธิบายเพิ่มเติม “การสร้างตัวบ้านมีรายละเอียดที่จะต้องพิจารณามากมาย ทั้งสี รูปแบบ หลังคา แต่สิ่งที่สำคัญที่เราจะมาพิจารณาในวันนี้ คือ พื้นที่ใช้สอยของตัวบ้าน”

2.13 นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม ดังนี้

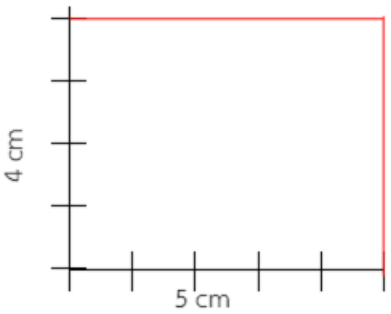
คำถาม นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เราต้องการพิจารณาเพื่อนำไปสู่การหาพื้นที่คืออะไร

แนวคำตอบ ความกว้าง และความยาว



2.14 นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน ตอนที่ 2 โดยร่วมกันศึกษาข้อ 1 เป็นแนวทาง

1) นักเรียนเติมความยาวด้าน A และ B จากนั้นขีดเส้นจากกรอบนอกก่อนเพื่อสร้างรูปสี่เหลี่ยมใหญ่

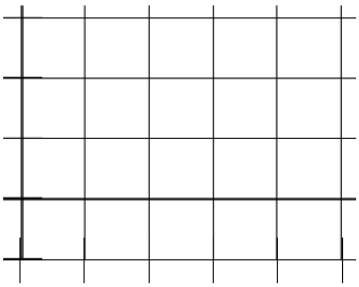


คำถาม จากด้านกว้างคูณด้านยาว 4 cm x 5 cm จะได้พื้นที่เท่ากับเท่าใด

แนวคำตอบ 20 ซึ่งอาจไม่มีหน่วย

2.15 นักเรียนฟังครูอิบายเพิ่มเติม “หน่วยจำเป็นต้องนำมาคูณกันด้วยเป็น cm^2 หรือตารางเซนติเมตร (centimeter square)

2) นักเรียนตีเส้นตารางและนับสี่เหลี่ยมรูปเล็กว่ามีจำนวนเท่าใด



2.16 นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็น เพื่ออภิปรายความรู้ ดังนี้

แนวทางการอภิปราย รูปที่เกิดขึ้น 1 รูปเล็ก แทนพื้นที่ 1 cm^2 หรือ ตารางเซนติเมตร และผลคูณของด้านกว้างคูณด้านยาวมีค่าเท่ากันกับจำนวนสี่เหลี่ยมรูปเล็ก

2.17 นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 2-6 ลงใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน ด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลืออยู่เสมอและพยายามตรวจสอบว่านักเรียนคนใดยังไม่เข้าใจในเนื้อหา หรือคำถาม

2.18 นักเรียนนำเสนอผลจากการคำนวณหาพื้นที่ใช้สอยจากแปลนบ้าน พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

2.19 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายจนสรุปแนวคิดได้ดังนี้

แนวทางการสรุป ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้คำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จากแปลนบ้าน 2 ชั้น เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาถึงการแบ่งสัดส่วน พื้นที่ใช้สอยภายในบ้านได้อย่างเหมาะสม และคุ้มค่าต่อสมาชิกในครอบครัวได้อย่างสมเหตุสมผล

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง บันไดหรรษา (25 นาที)

2.20 นักเรียนร่วมกันพิจารณาสถานการณ์ เรื่อง บันไดหรรษา

สถานการณ์ “หลังจากที่มานีได้คำนวณหาพื้นที่ใช้สอยจากแปลนบ้านหลังหนึ่งแล้ว เธอค่อนข้างพอใจกับการแบ่งสัดส่วน และพื้นที่ใช้สอยภายในบ้านดังกล่าวเป็นอย่างมาก แต่เธอยังลังเลในการเลือกรูปแบบของบันไดบ้าน เธอจึงอยากทราบว่า ลักษณะของบันไดแบบใดที่จะให้ความสะดวกและความปลอดภัย ในการใช้งานได้เหมาะสมต่อสมาชิกในครอบครัว เนื่องจากสมาชิกในครอบครัวของเธอมีทั้งเด็กและผู้สูงอายุ”

2.21 นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ ในใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง บันไดหรรษา ตอนที่ 1 ดังนี้

คำถาม ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

แนวคำตอบ มานีอยากทราบว่า ลักษณะของบันไดแบบใดที่จะให้ความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งาน

คำถาม เงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์นี้คืออะไร

แนวคำตอบ ลักษณะของบันไดแบบใดจะให้ความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งานได้เหมาะสมต่อสมาชิกในครอบครัว เนื่องจากสมาชิกในครอบครัวของเธอมีทั้งเด็กและผู้สูงอายุ

2.22 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

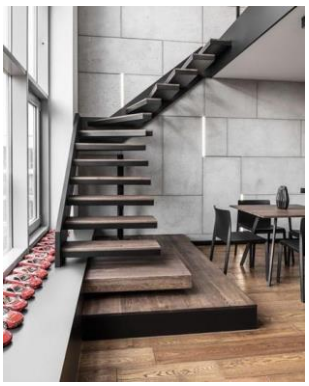
คำถาม ที่บ้านของนักเรียนมีบันไดหรือไม่ ลักษณะของบันไดที่บ้านของนักเรียนเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ มี/ไม่มี ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน

คำถาม จากข้อมูลที่นักเรียนร่วมกันตอบคำถามข้างต้น นักเรียนคิดว่ารูปแบบของบันไดมีกี่แบบ

แนวคำตอบ รูปแบบของบันไดขึ้นอยู่กับคำตอบข้างต้น เช่น ลักษณะเป็นทางตรง, รูปตัวแอล,บันไดลอย, แบบหักกลับ, แบบโค้งกลม

คำถาม นักเรียนพิจารณารูปแบบของบันไดต่อไปนี้ พร้อมตอบคำถามดังนี้ จากภาพเป็นบันไดมีลักษณะอย่างไร มีจุดเด่นและจุดด้อยอย่างไร



ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

ที่มา : ภาพที่ 1, 2 และ 3 : https://homedeedee.com

แนวคำตอบ <u>ภาพที่ 1</u> บันไดที่มีจุดพักสองชั้น จุดเด่น : สวย จุดด้อย : ใช้พื้นที่มาก

<u>ภาพที่ 2</u> มีลักษณะเป็นเกลียว จุดเด่น : ใช้พื้นที่น้อย จุดด้อย : ใช้งานไม่สะดวก

<u>ภาพที่ 3</u> มีลักษณะเป็นบันไดลอย จุดเด่น : สวย จุดด้อย : อันตราย

2.23 นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมของตนเองและทบทวนเกี่ยวกับรูปแบบของบ้านและปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการออกแบบบันได

2.24 นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของบันไดจากอินเทอร์เน็ต และใบความรู้ที่ 1 เรื่อง บันไดหรรษา และตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง บันไดหรรษา ตอนที่ 2 ข้อที่ 1

2.25 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงรูปแบบของบันได

2.26 นักเรียนร่วมกันศึกษารูปแบบของบันไดแบบต่าง ๆ โดยมีครูเป็นผู้นำเสนอ ได้แก่

1) บันไดแบบช่วงเดียว หรือบันไดทางตรง

2) บันไดแบบฉากหรือรูปตัวแอล

3) บันไดหักกลับ

4) บันไดแบบโค้งกลม

2.27 แต่ละกลุ่มร่วมกันค้นหาข้อมูล และพิจารณาเกี่ยวกับปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบบันได จากแปลนบ้านจากกิจกรรมที่แล้ว และพื้นที่ที่จะใช้ในการสร้างบันไดบ้าน จากนั้นร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นต่อไปนี้

- พื้นที่ที่ใช้ในการสร้างบันไดอยู่บริเวณใดของบ้าน
- พื้นที่ที่ใช้ในการสร้างบันไดมีขนาดเท่าใด (ตารางเมตร)
- ความสูงจากชั้นล่างถึงชั้นบนมีความสูงเท่าใด (เมตร)

2.28 นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง บันไดหรรษา ตอนที่ 2 ข้อที่ 2-4

2.29 นักเรียนนำเสนอผลจากการพิจารณารูปแบบของบันได พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

2.30 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายจนสรุปแนวคิดได้ดังนี้

แนวทางการสรุป ในกิจกรรมนี้ นักเรียนจะได้คำนวณหาขนาด ความกว้าง ระยะห่างระหว่างขั้นของบันได การพิจารณารูปแบบ ลักษณะของบันไดที่ให้ความสะดวก และความปลอดภัยในการใช้งานได้”

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

3.1 นักเรียนวางแผนการทำงานร่วมกันเพื่อเลือกพิกัด ออกแบบแปลนบ้าน และบันได

3.2 นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อเลือกพิกัดบ้าน ออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น และบันไดตามเงื่อนไขจากสถานการณ์ (นักเรียนวาดรูปและระบุองค์ประกอบให้ชัดเจน) โดยจะต้องคำนึงถึงพื้นที่ใช้สอย การออกแบบบันไดที่เหมาะสม และมีความปลอดภัยสำหรับคนที่พักอาศัยภายในบ้านเป็นสำคัญ โดยทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง บ้านของฉัน ตอนที่ 2-4

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และวิธีการทำงาน ในการหาเลือกพิกัดบ้าน การออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น และบันได ตามเงื่อนไขจากสถานการณ์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแปลนบ้าน 2 ชั้น และแบบจำลองบันได โดยสามารถเลือกอุปกรณ์ต่อไปนี้เพื่อใช้ในการสร้างบันไดให้มีความแข็งแรงและมาตราส่วนที่ใกล้เคียงกับบันไดที่ได้ออกแบบไว้

1) ฟิวเจอร์บอร์ด
2) ไม้ไอศกรีม
3) กาวลาเท็กซ์
4) กรรไกร
5) กระดาษแข็ง
6) แผ่นพลาสติกใส
7) เทปกาวใส
8) ไม้ตะเกียบ

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

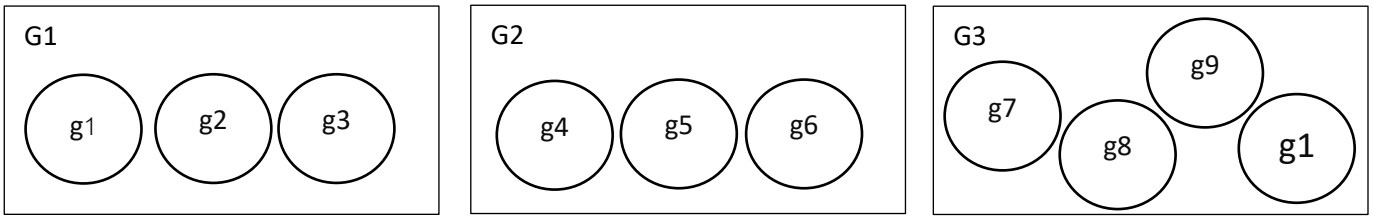
5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเหตุผลของการเลือกตำแหน่งบ้าน ที่สัมพันธ์กับแปลนบ้าน และการสร้างบันได ต่อกิจกรรมของสมาชิกในครอบครัวเป็นไปตามที่วางแผนไว้หรือไม่ จะปรับแก้ส่วนใด เพื่อให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นร่วมกับครูในการพัฒนาชิ้นงาน จากนั้นแต่ละกลุ่มนำข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงผลงานให้เรียบร้อยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

6.1 นักเรียนนำเสนอชิ้นงานบ้านของฉัน ได้แก่ พิกัดบ้าน การออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น และบันได โดยอธิบายถึงกระบวนการในการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1) นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็น 8-10 กลุ่มย่อย (g1-g10) กลุ่มย่อยละ 3-4 คน และแบ่งกลุ่มย่อยดังกล่าวเป็น 3 กลุ่มใหญ่ (G1-G3) สำหรับทำกิจกรรม Gallery Walk โดยนักเรียนจะได้เดินดูโปสเตอร์ของเพื่อนในกลุ่มใหญ่ของตนเองเท่านั้น



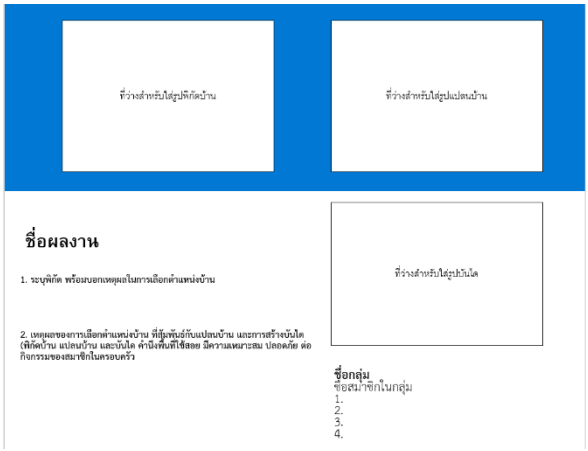
2) นักเรียนฟังคำแนะนำในการนำเสนอด้วยโปสเตอร์ โดยครูจะอัปโหลดไฟล์โปสเตอร์เพื่อให้นักเรียนดาวน์โหลดไปแก้ไข ในโปสเตอร์ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้ (20 นาที)

2.1) ชื่อกลุ่ม สมาชิกกลุ่ม

2.2) รายละเอียดข้อมูล

- ระบุพิกัด พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกตำแหน่งบ้าน
- เหตุผลของการเลือกตำแหน่งบ้านที่สัมพันธ์กับแปลนบ้าน และการสร้างบันได (พิกัดบ้าน แปลนบ้าน และบันได ที่คำนึงพื้นที่ใช้สอย ความเหมาะสม ปลอดภัย และเหมาะสมต่อกิจกรรมของสมาชิกในครอบครัว)
- จุดเด่น และรายละเอียดของแปลนบ้าน และบันได

2.3) รูปภาพประกอบรายละเอียดข้อมูล



ตัวอย่างรูปแบบโปสเตอร์

6.2 สมาชิกในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มจะต้องแบ่งหน้าที่ดังนี้

1) ดูโปสเตอร์ของเพื่อนในกลุ่มใหญ่ของตนเอง และเสนอข้อดีและข้อจำกัด พร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบ ลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กล่องรับความคิดเห็น

2) ตอบคำถามเกี่ยวกับโปสเตอร์ของตนเอง

6.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อย หลังจากดูโปสเตอร์ของเพื่อนในกลุ่มใหญ่ของตนเอง จะต้องเขียนข้อดีและข้อจำกัด ลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กล่องรับความคิดเห็น

6.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยสรุปความคิดเห็นภาพรวมจากข้อดีและข้อจำกัดที่ได้รับจากใบกิจกรรมที่ 1.5 เรื่อง กล่องรับความ เพื่อตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง สรุปข้อคิดเห็น

6.6 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปแนวคิดที่ได้จากการเรียนรู้กิจกรรมบ้านของฉันได้ ดังนี้

แนวทางการอภิปรายและสรุปแนวคิด กิจกรรมบ้านของฉัน เน้นการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยใช้เทคนิคหรือวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ชัดเจน จากนั้นดำเนินการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่

วิทยาศาสตร์: การอ่านแผนที่และระบบพิกัด การคำนวณอัตราเร็วเฉลี่ย

เทคโนโลยี: การใช้แอปพลิเคชัน Maps, Keynote, Page

วิศวกรรมศาสตร์: การออกแบบวางแผนตารางเวลา แปลนบ้าน และบันได

คณิตศาสตร์: การคำนวณมาตราส่วนและทศนิยม การคำนวณหาพื้นที่

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง บันไดหรรษา
2. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง บ้านของฉัน
3. ใบกิจกรรมที่ 2 แบบบันทึกการทำงานร่วมกันในกิจกรรมบ้านของฉัน
4. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กล่องรับความคิดเห็น
5. ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง สรุปข้อคิดเห็น
6. ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ
7. ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน
8. ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง บันไดหรรษา
9. โปสเตอร์

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือ/แบบประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. คำนวณระยะทางบนแผนที่โดยใช้มาตรส่วน เพื่อนำข้อมูลไปใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย ตัดสินใจ วางแผน และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเดินทาง การเลือกบริเวณที่อยู่ โดยคำนึงถึงระยะทาง และเวลา (K, P, A)	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง บ้านของฉัน ตอนที่ 2 - ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. คำนวณพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การแบ่งสัดส่วนของบ้าน การออกแบบ และสร้างแบบจำลองแปลนบ้าน โดยคำนึงถึงพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน และกิจกรรมของสมาชิกในครอบครัว (K, P)	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง บ้านของฉัน ตอนที่ 3 - ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80 ขึ้นไป

จุดประสงค์	เครื่องมือ/แบบประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
3. คำนวณพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การแบ่งสัดส่วนของบ้าน การออกแบบ และสร้างแบบจำลองแปลนบ้าน โดยคำนึงถึงพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน และกิจกรรมของสมาชิกในครอบครัว (K, P)	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง บ้านของฉันตอนที่ 4 - 1. ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง บันไดหรรษา	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80 ขึ้นไป
4. วิเคราะห์ลักษณะสำคัญของบันไดรูปแบบต่าง ๆ และปัจจัยที่สำคัญของการออกแบบบันได เพื่อนำข้อมูลไปใช้สำหรับการออกแบบบันได คำนวณขนาด ความกว้าง ระยะห่างระหว่างขั้นของบันได โดยใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรมในการสร้างบันได ต้นแบบตามภาพร่างที่ได้ออกแบบโดยคำนึงเหมาะสมและความปลอดภัยสำหรับคนที่พักอาศัยภายในบ้าน (K, P)	- ใบกิจกรรมที่ 2 แบบบันทึกการทำงานร่วมกันในกิจกรรมบ้านของฉัน - ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กล่องรับความคิดเห็น - ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง สรุปข้อคิดเห็น - ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ - ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน - ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง บันไดหรรษา	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80 ขึ้นไป
5. ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลองแปลนบ้านและบันได โดยคำนึงถึงตามมาตรส่วนที่ถูกต้อง พื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน กิจกรรมของสมาชิกในครอบครัว และความปลอดภัย จากการทำงานร่วมกับผู้อื่น (K, P, A)	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - แบบบันทึกพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน - แบบจำลองแปลนบ้าน - แบบจำลองบันได	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80 ขึ้นไป

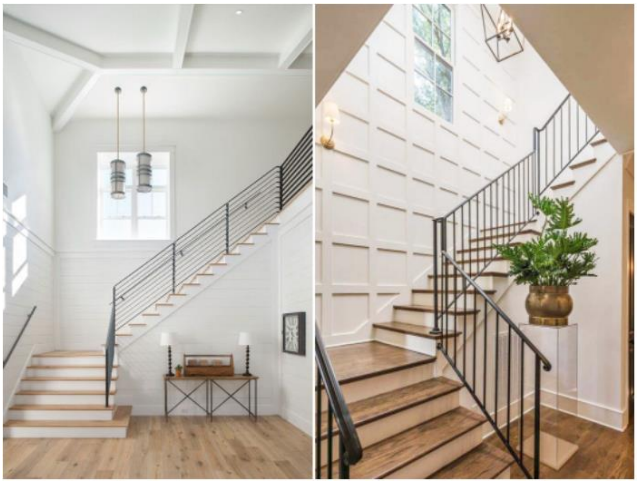
จุดประสงค์	เครื่องมือ/แบบประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
6. รวบรวม สรุป และนำเสนอข้อมูลจากการประยุกต์ใช้ความรู้ โดยใช้โปสเตอร์ที่แสดงการสื่อสารด้วยภาพและเนื้อหาที่สอดคล้องกัน (K, P, A)	- ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ - ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน - ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง บันไดหรรษา - โปสเตอร์	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 1
เรื่อง บันไดหรรษา

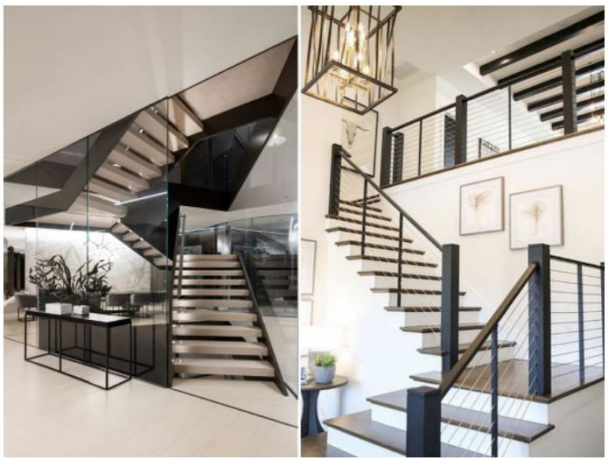
รูปแบบของบันได

1. บันไดช่วงเดียว, บันไดทางตรง (single flight / straight run): เป็นบันไดที่ไม่มีการเลี้ยวหรือโค้ง เหมาะกับบ้านที่มีหน้าแคบแต่ทรงยาว และสามารถใช้โครงสร้างให้เป็นประโยชน์ได้ เช่น เป็นตู้วางหนังสือ ถ้าบ้านของคุณมีความสูงระหว่างพื้นสองชั้นเยอะ ควรมีชานพักตรงกลางเพื่อความปลอดภัย บันไดทางตรงค่อนข้างจะเล่นลูกเล่นได้เยอะ ทั้งในเรื่องโครงสร้าง วัสดุ ราวบันได เพราะค่อนข้างเป็นบันไดที่ปลอดภัย ประหยัดพื้นที่ และดูเรียบง่ายที่สุด

2. บันไดแบบหักฉากหรือบันไดรูปตัวแอล (L-Shaped stair): ลักษณะบันไดเลี้ยวเป็นมุมฉาก 90 องศา แบ่งเป็นบันไดสองช่วง โดยมีชานพักคั่นกลาง จำนวนขั้นของบันไดช่วงแรกกับช่วงที่สองไม่จำเป็นต้องเท่ากันก็ได้ แล้วแต่พื้นที่ที่เอื้ออำนวย ซึ่งถ้าต้องการประหยัดพื้นที่อีก บางบ้านจะเลือกใช้บันไดที่คล้ายบันไดแบบหักฉาก แต่บริเวณชานพักจะใช้ขั้นบันไดรูปลิ่มแทน เหมาะกับบ้านที่ต้องการความต่อเนื่องของพื้นที่ในการใช้บันได หรือพื้นที่ไม่พอต่อการใช้บันไดตัวแอล (L)



3. บันไดแบบหักกลับ (Return stair): เป็นบันไดแบบหักกลับ 180 องศา จะพบเห็นได้ในบ้านส่วนใหญ่ เหมาะกับบ้านที่มีลักษณะแปลนแต่ละชั้นเหมือนๆกัน ซึ่งจะมีรูปแบบที่เน้นดีไซน์ไปหลัก และจะเห็นได้กับพื้นที่ขนาดจำกัด เพราะความกว้างของตัวบันไดจะมีขนาดแคบกว่าปกตินั่นเอง



4. บันไดแบบเกลียวหรือบันไดเวียน (Spiral stair): เป็นไอเดียที่มีรูปแบบเฉพาะไม่ซ้ำแบบใคร ซึ่งจะทำให้บ้านของคุณสวยงาม และจะมีบันไดนี้เป็นตัวเด่นอีกอันหนึ่ง แม้ว่ามันจะมีรูปแบบเฉพาะตัวแต่ก็ง่ายต่อการประกอบ นั่นคือ สามารถเชื่อมต่อกับเสาแกนหลักของขั้นบันได รับน้ำหนักได้มากด้วย นี่จะเป็นอีกหนึ่งอย่างที่จะบ่งบอกถึงรสนิยมส่วนตัวได้

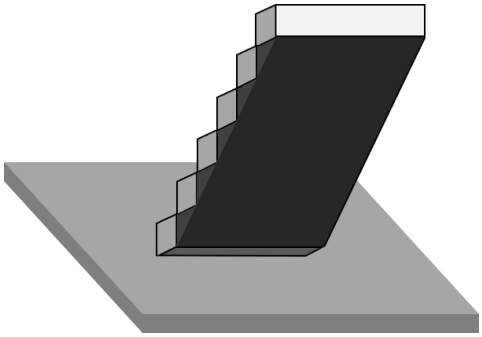
โครงสร้างบันไดบ้าน

โครงสร้างของบันได โดยทั่วไปนั้นแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลักๆ คือ บันไดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก บันไดโครงสร้างไม้ และบันไดโครงสร้างเหล็ก โดยที่บันไดโครงสร้างไม้ และบันไดโครงสร้างเหล็กจะมีลักษณะการก่อสร้างที่ใกล้เคียงกัน

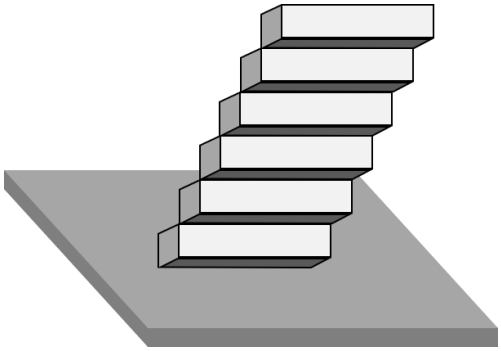
1. บันไดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

บันไดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมักเป็นบันไดทึบคือไม่สามารถมองลอดลูกตั้งไปได้ การก่อสร้างจะต้องมีการทำไม้แบบ และผูกเหล็กเสริม ก่อนที่จะเทคอนกรีต การก่อสร้างจึงใช้เวลามาก บันไดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กแบ่งเป็น 4 รูปแบบหลักๆ คือ

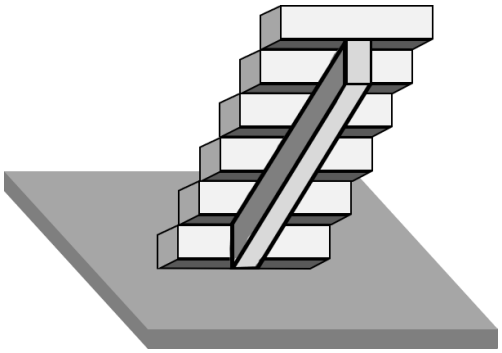
1.1 บันไดท้องเรียบ เป็นบันไดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีท้องบันไดเรียบ เป็นบันไดแบบพื้นฐานที่สร้างง่ายที่สุด ช่างทั่วไปมีความชำนาญในการสร้าง



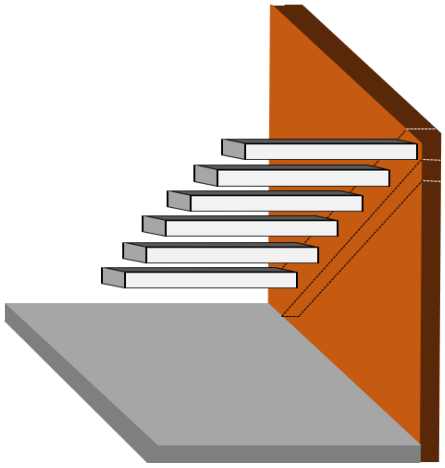
1.2 บันไดพับผ้า เป็นบันไดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีท้องบันไดเป็นหยักไปตามขั้นบันได เป็นบันไดที่มีความสวยงามมากกว่าบันไดท้องเรียบ แต่ต้องแลกมาด้วยการก่อสร้างที่ยากขึ้น เนื่องจากจะช่างจะต้องตีไม้แบบเป็นหยักที่ท้องบันได



1.3 บันไดพับผ้าแบบมีแม่บันได ลักษณะเหมือนบันไดพับผ้า แต่จะมีแม่บันไดทำหน้าที่เป็นคานช่วยรับน้ำหนัก ซึ่งอาจจะอยู่กลาง หรือริมบันไดก็ได้ บันไดพับผ้าแบบมีแม่บันไดนี้ สามารถลดความหนาของลูกตั้งและลูกนอน บันไดให้บางมากขึ้นได้ เนื่องจากมีแม่บันไดรับน้ำหนักแล้ว



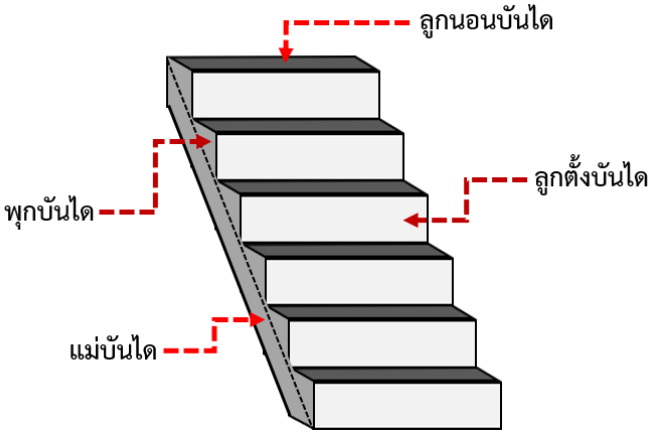
1.4 บันไดลอย เป็นบันไดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ยื่นเฉพาะลูกนอนบันไดออกมาจากผนัง เหมือนขั้นบันไดแต่ละขั้นลอยได้ ซึ่งจริงๆ แล้วจะมีแม่บันไดคอนกรีตเสริมเหล็กซ่อนอยู่ในผนัง



2. บันไดโครงสร้างไม้ และบันไดโครงสร้างเหล็ก

บันไดโครงสร้างไม้ และบันไดโครงสร้างเหล็ก เป็นโครงสร้างบันไดที่เกิดจากการประกอบกันของชิ้นส่วนรับแรงต่างๆ ที่ทำจากไม้หรือเหล็ก โดยโครงสร้างของบันไดประกอบไปด้วย

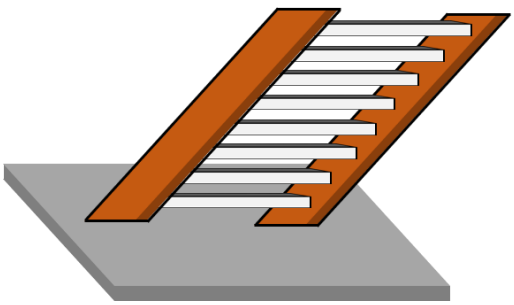
1. แม่บันได เป็นโครงสร้างหลัก ทำหน้าที่เหมือนคานรับน้ำหนัก
2. ลูกนอนบันได เป็นส่วนของพื้นที่ไว้เหยียบ
3. ลูกตั้งบันได เป็นส่วนที่ปิดระหว่างลูกนอนบันไดแต่ละขั้น
4. พุกบันได ทำหน้าที่ยึดลูกนอนบันไดเข้ากับแม่บันได



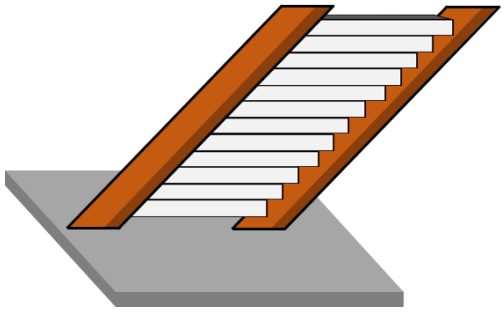
บันไดโครงสร้างไม้ และบันไดโครงสร้างเหล็ก จะต้องประกอบไปด้วยส่วนประกอบอย่างน้อย 2 ส่วน คือ แม่บันได และลูกนอนบันได สำหรับในส่วนของลูกตั้งบันได จะมีหรือไม่มีก็ได้ ซึ่งหากไม่มีลูกตั้งก็จะเป็นบันไดแบบโปร่ง

บันไดโครงสร้างไม้ และบันไดโครงสร้างเหล็ก สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบหลักๆ ตามลักษณะแม่บันได

2.1 แม่บันไดขนาบข้างขั้นบันได เป็นบันไดที่มีแม่บันไดอยู่ขนาบข้างขั้นบันไดทั้งสองฝั่ง โดยที่ลูกนอนบันไดยึดติดโดยตรงกับแม่บันได หากเป็นบันไดไม้จะใช้สลักหรือตะปูยึด ส่วนบันไดเหล็กจะใช้การเชื่อมหรือยึดด้วยสกรู

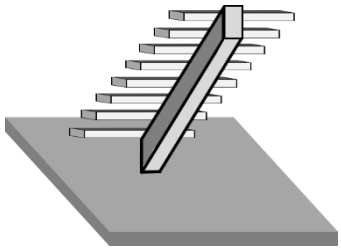


แม่บันไดขนาบข้างขั้นบันได

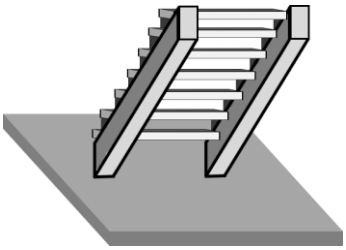


แม่บันไดขนาบข้างขั้นบันได

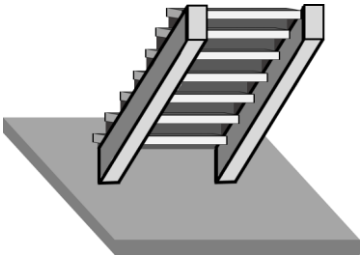
2.2 แม่บันไดอยู่ใต้ขั้นบันได เป็นบันไดที่มีแม่บันไดอยู่ใต้ขั้นบันได โดยที่บันไดจะมีพุกบันไดทำหน้าที่ยึดลูกนอนที่วางขนานกับพื้น ให้เข้ากับแม่บันไดที่วางเอียง แม่บันไดที่วางใต้ขั้นบันไดนี้มีได้ตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป อาจวางตรงกึ่งกลางบันได หรือวางสองข้างของบันไดก็ได้



แม่บันไดอยู่ใต้ขั้นบันได



แม่บันไดอยู่ใต้ขั้นบันได



แม่บันไดอยู่ใต้ขั้นบันได

บันไดบ้านควรมีกี่ขั้น กว้างเท่าไหร่ จึงจะปลอดภัย

วิธีคำนวณหากจะต้องทำบันได ให้เอาความสูงระหว่างชั้น มาหารด้วย 20 เซนติเมตร สมมติระยะห่างระหว่างชั้น 1 กับ ชั้น 2 คือ 200 เซนติเมตร ต้องทำบันได 10 ขั้น แต่หากจะสร้าง 11 ขั้น แล้วความสูงไม่ถึง 20 เซนติเมตร ก็สามารถทำได้ แต่ว่าระหว่างขั้นไม่ควรเกิน 20 เซนติเมตร

การก่อสร้างอาคารสำหรับอยู่อาศัย ถูกควบคุมโดยกฎกระทรวง ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความสูงระหว่างชั้น ห้ามเกิน 3 เมตร
2. ความสูงของบันไดแต่ละขั้น ไม่เกิน 20 เซนติเมตร
3. ความกว้างของบันไดแต่ละขั้น ไม่เกิน 22 เซนติเมตร
4. ความยาวของบันไดแต่ละขั้น ไม่ต่ำกว่า 80 เซนติเมตร
5. ถ้าระยะห่างของแต่ละชั้นเกิน 3 เมตร ต้องทำชานพัก
6. ขนาดของชานพัก ต้องเว้นความกว้างให้เดินได้ต่ำสุด 190 เซนติเมตร

วัสดุที่เหมาะจะทำบันได

1. กระเบื้องหินอ่อน
2. วัสดุทำเลียนแบบไม้
3. ไม้ (ไม้สัก, ไม้มะค่า)
4. ปูน/ปูนเปลือย

ที่มา:

- https://homedeedee.com
- https://www.leearchitect.co.th
- https://www.jorakay.co.th

ใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง บ้านของฉัน

สถานการณ์

“ณ บ้านหลังหนึ่ง ที่อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ครอบครัวของเกม มีสมาชิกอาศัยอยู่ 5 คน ได้แก่ คุณปู่ คุณย่า คุณพ่อ คุณแม่ และเกม วันหนึ่งพ่อและแม่ของเกมมีเหตุจำเป็นต้องย้ายไปทำงานที่จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งท่านทั้ง 2 ตั้งใจทำงานเก็บเงินเพื่อจะย้ายบ้านไปอยู่ที่จังหวัดเพชรบุรีกันทั้งครอบครัว โดยจะเริ่มออกเดินทางและขนของในเดือนหน้า คุณพ่อเห็นว่าลูกชายของตนมีความสนใจที่จะศึกษาต่อในคณะสถาปัตยกรรม จึงให้เกมช่วยเลือกตำแหน่งบ้าน ซึ่งมีตัวเลือกตำแหน่งสำหรับสร้างบ้านอยู่ 3 ตำแหน่ง โดยจะต้องคำนึงถึงสถานที่รอบบ้าน ความเหมาะสมในการเดินทางไปโรงเรียนของเกม (โรงเรียนพรหมานุสรณ์ ทุกวัน จันทร์-ศุกร์ เวลา 7.30 - 16.00 น.) และการเดินทางไปทำงานของคุณพ่อ (ศาลากลางจังหวัดเพชรบุรี ทุกวัน จันทร์-ศุกร์ เวลา 8.30 - 17.00 น.) และคุณแม่ (โรงพยาบาลเพชรรัตน์ ทุกวัน จันทร์-ศุกร์ เวลา 8.00 - 16.30 น.) โดยครอบครัวมีรถยนต์เพียง 1 คัน และมีคุณพ่อเพียงคนเดียวที่สามารถขับรถได้ นอกจากเกมจะช่วยเลือกตำแหน่งบ้านแล้ว เกมมีส่วนร่วมในการออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น และบันได โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมของพื้นที่ใช้สอย และบันได เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการ กิจกรรม และความปลอดภัยของสมาชิกในครอบครัว”

ตอนที่ 1

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าวปัญหา/ประเด็น คืออะไร

.....

.....

2. จากสถานการณ์ดังกล่าวมีเงื่อนไขมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2

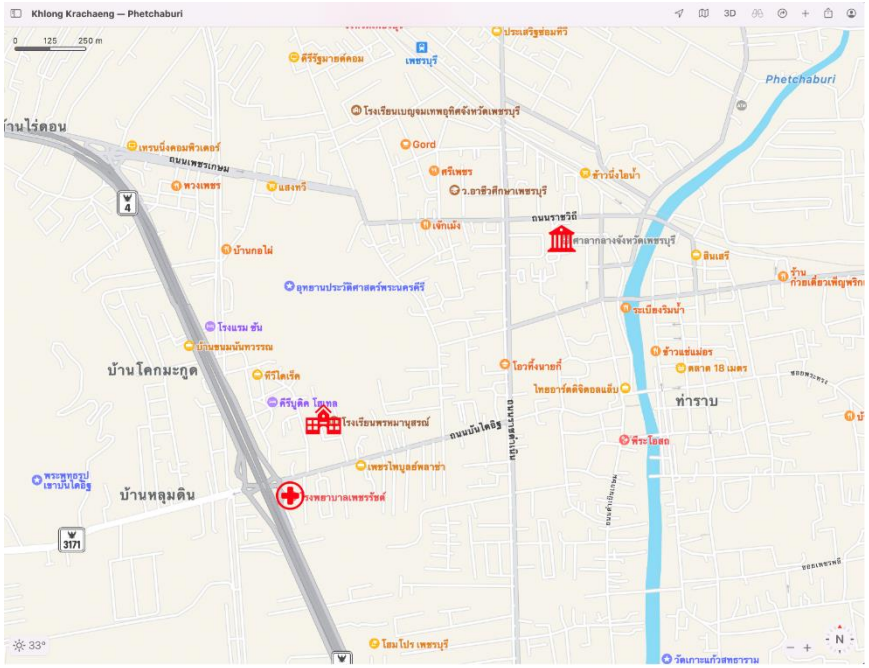
คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากตัวเลือกบ้าน A, B และ C ให้นักเรียนสำรวจบริเวณโดยรอบของบริเวณพื้นที่บ้านจากแอปพลิเคชัน Maps บอกข้อดี และข้อเสียของบ้านแต่ละหลัง เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกบ้านของครอบครัวเกม

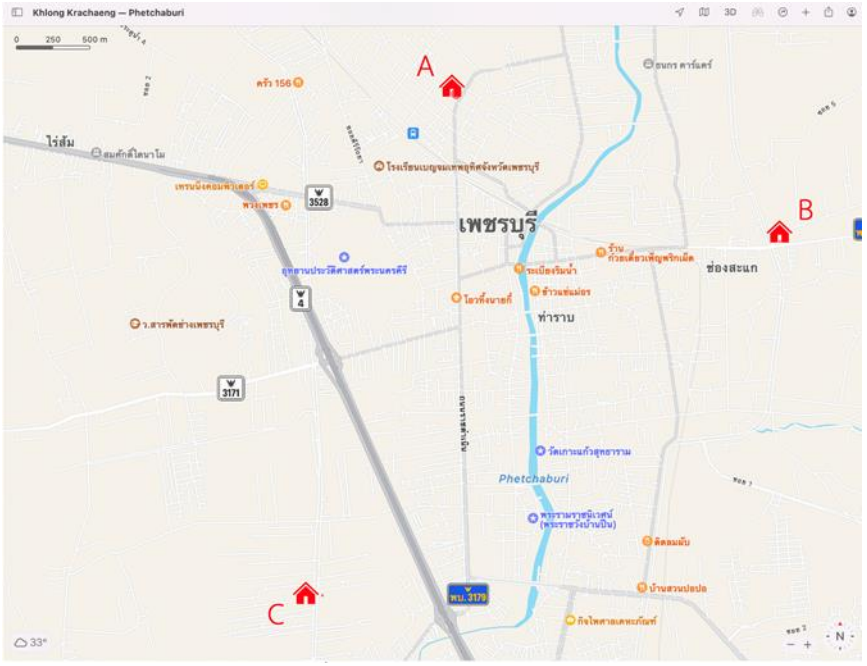
พิกัด บ้าน A 13.11916° N, 99.94365° E

พิกัด บ้าน B 13.11005° N, 99.96400° E

พิกัด บ้าน C 13.08820° N, 99.93524° E



แผนที่อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบุรี



แผนที่ตัวเลือกบ้าน A, B และ C

ข้อดีบ้าน A .....

.....

.....

ข้อเสียบ้าน A .....

.....

.....

ข้อดีบ้าน B .....

.....

.....

ข้อเสียบ้าน B .....

.....

.....

ข้อดีบ้าน C .....

.....

.....

ข้อเสียบ้าน C .....

.....

.....

2. ถ้าบ้านเกมมีรถ 1 คัน และมีพ่อของเกมเพียงคนเดียวที่ขับรถเป็น แล้วเกมควรจะเลือกบ้านหลังใด จึงจะเหมาะกับวิถีชีวิตของครอบครัวของเกมมากที่สุด จงอธิบายเหตุผล

เลือกบ้าน .....

เหตุผล .....

.....

.....

.....

3. จากเส้นทางที่นักเรียนเลือกในข้อ 2. ให้นักเรียนคำนวณระยะทางและวางแผนการเดินทางออกจากบ้านของพ่อ แม่ และเกม ในวันจันทร์-ศุกร์ ว่าเกมควรต้องออกจากบ้านช้าที่สุดกี่โมงในตอนเช้า และจะกลับถึงบ้านได้เร็วที่สุดกี่โมงในตอนเย็น (ในแต่ละพ่อเป็นคนขับรถไปส่งแม่ทำงานที่โรงพยาบาลและส่งเกมที่โรงเรียนก่อนแล้วพ่อจึงขับรถต่อไปที่ทำงานของตนเอง และตอนเย็นเลิกงานแล้วจึงไปรับแม่และเกมก่อนกลับบ้าน)

ระยะทางจากบ้านไปที่ทำงานแม่.....

ระยะทางจากบ้านไปโรงเรียน.....

ระยะทางจากโรงเรียนไปที่ทำงานแม่.....

ระยะทางจากโรงเรียนไปที่ทำงานพ่อ.....

ตอนเช้า พ่อต้องเริ่มออกจากบ้านช้าที่สุดไม่เกิน เวลา.....

ทุกคนจะกลับถึงบ้านเร็วที่สุด เวลา.....

ตอนที่ 3

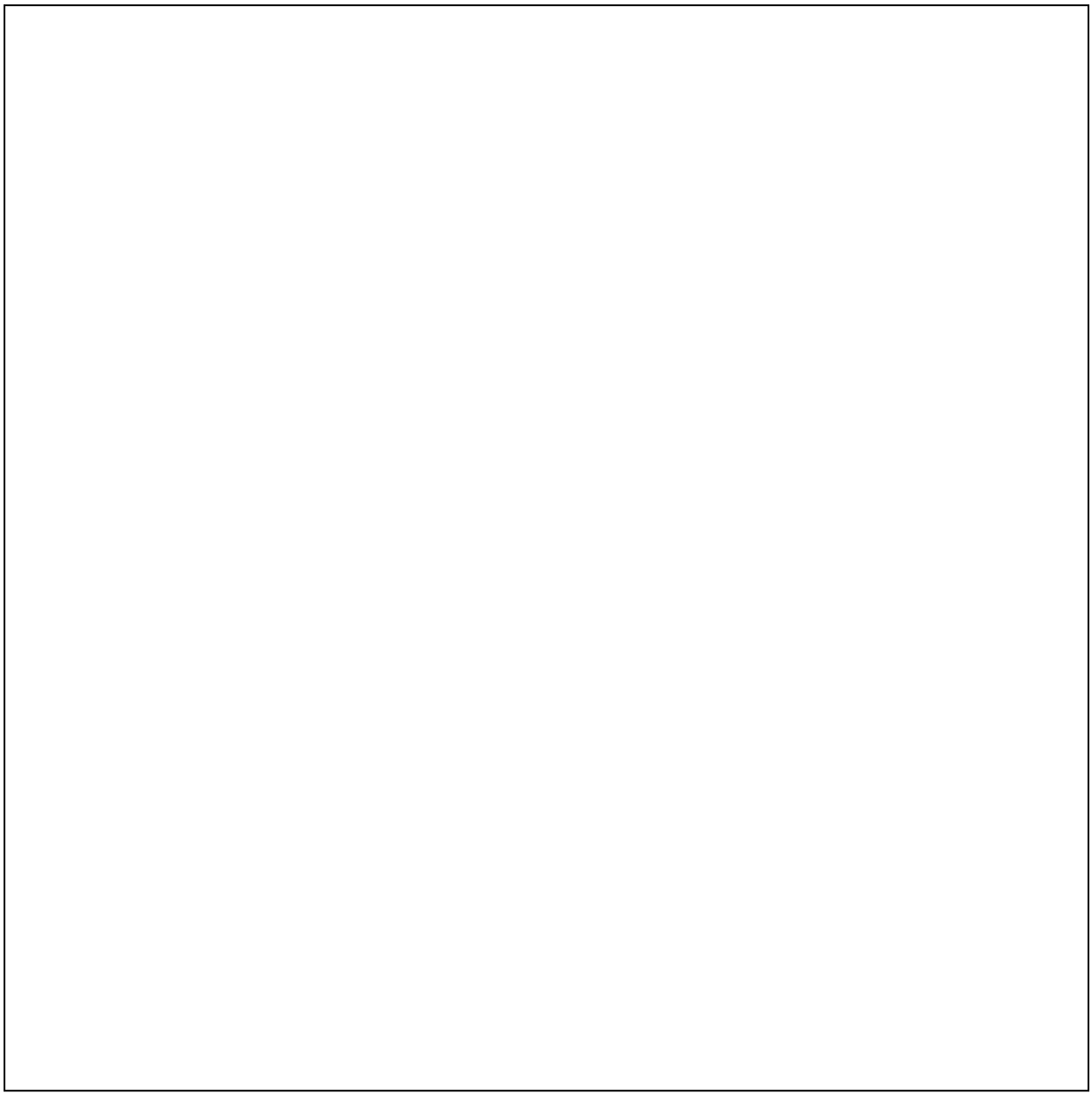
คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

ให้นักเรียนออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น ซึ่งความสูงจากพื้นถึงฟ้าเพดานแต่ละชั้น เป็น 2.6 เมตร โดยจะต้องคำนึงถึงพื้นที่ใช้สอย ให้มีความเหมาะสมกับสมาชิกในครอบครัวเกม (กำหนดมาตราส่วน 20 เซนติเมตร: 1 เมตร)

1. ปัญหาของการออกแบบแปลนบ้านของสมาชิกครอบครัวเกม คืออะไร

.....

.....



2. จากแปลนบ้านที่นักเรียนสร้าง ระบุห้องต่างๆ พร้อมทั้งขนาด และให้เหตุผล

ห้อง	ชั้นที่	เหตุผล

3. การคำนวณพื้นที่ใช้สอย สัดส่วนของแปลนบ้าน และขนาดของห้อง

3.1 พื้นที่ใช้สอยของบ้าน ..... (.....)

3.2 สัดส่วนของพื้นที่ทั้งหมด: ทางเดิน: บันได ..... (.....)

3.3 ระบุห้อง จำนวนและพื้นที่

ห้อง	ขนาดห้อง กว้างxยาว (เมตร)	มาตราส่วน กว้างxยาว (เซนติเมตร)	จำนวน	พื้นที่แต่ละห้อง (ตารางเมตร)

4. สัดส่วนของแปลนบ้าน ขนาดและจำนวนของห้อง รวมถึงพื้นที่ใช้สอยในบ้าน มีความเหมาะสมกับสมาชิกในครอบครัวของเกม เพราะเหตุใด

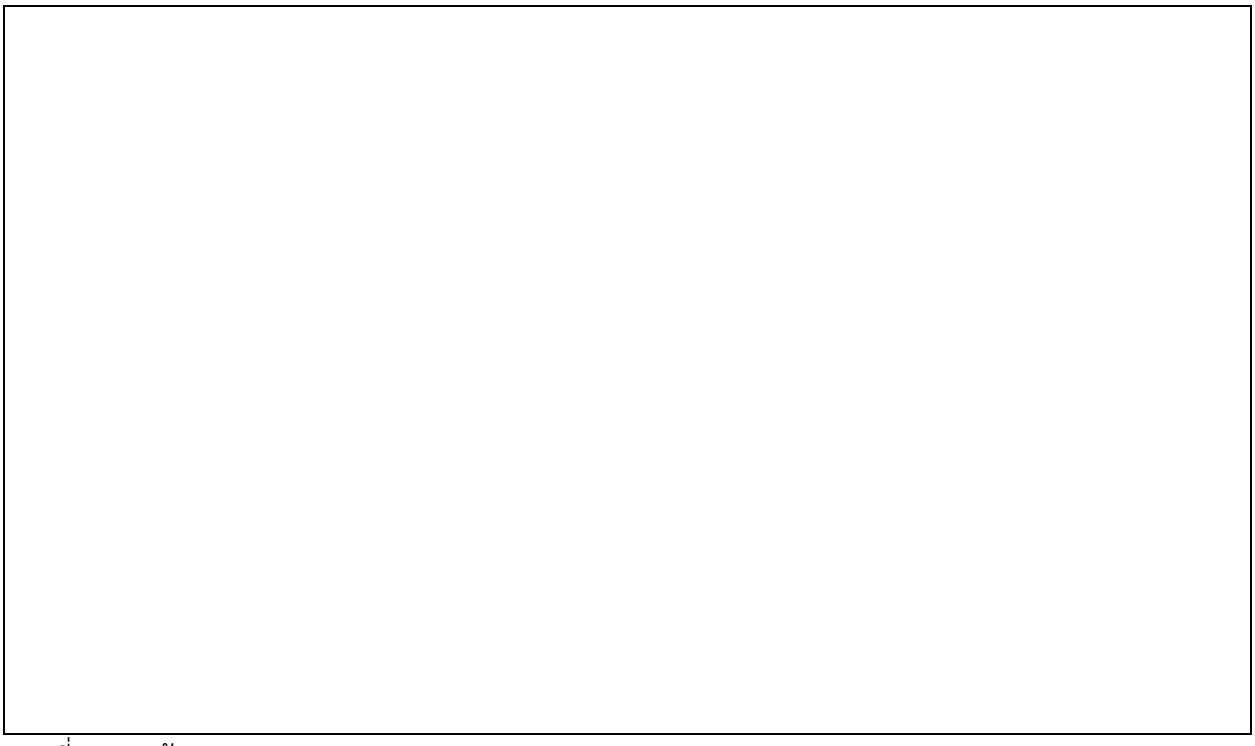
.....

....

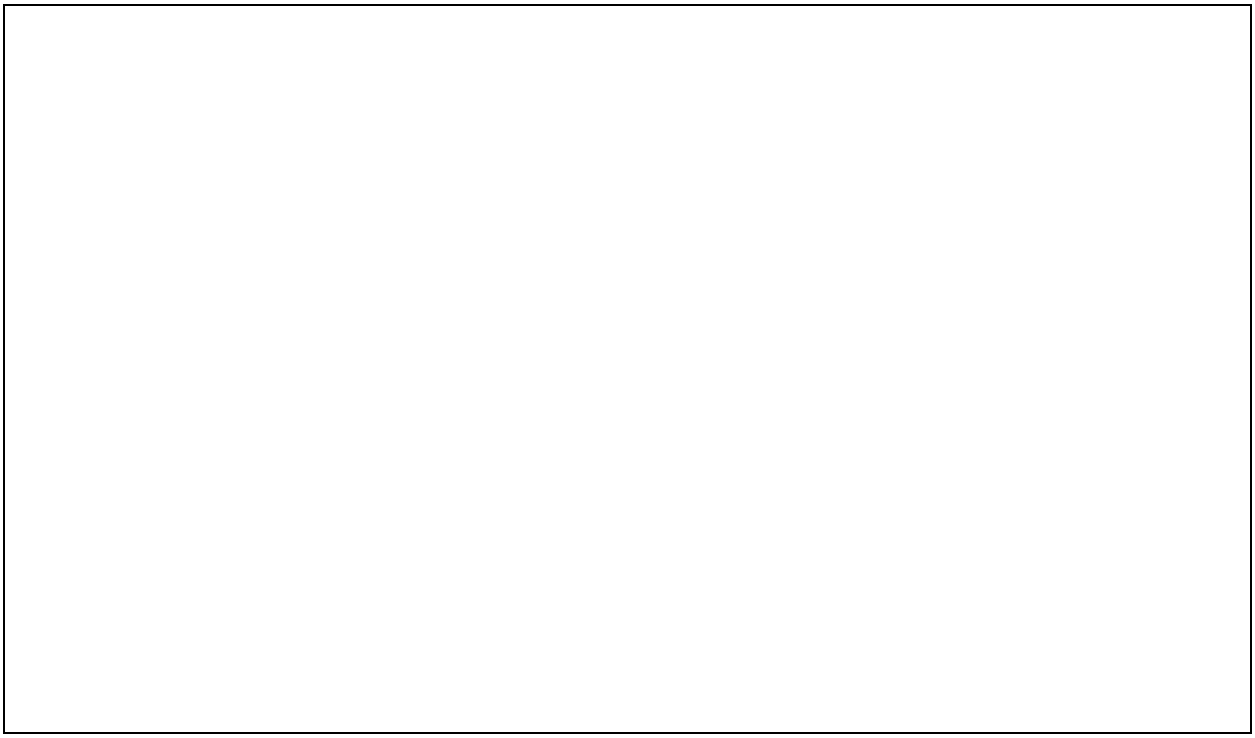
ตอนที่ 4

1. นักเรียนออกแบบภาพร่างของบันได โดยใช้มาตราส่วน 20 เซนติเมตร : 1 เมตร

ภาพที่ 1 ภาพด้านข้าง (Side View)



ภาพที่ 2 ภาพด้านบน (Top View)



2. ให้นักเรียนวางแผนการออกแบบบันไดของบ้านของนักเรียนเอง

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง	การออกแบบ	หลักการ/เหตุผล
รูปแบบ	รูปแบบของบันได..... ..... ภาพร่างรูปแบบบันได	
	ความลาดเอียงจากพื้น.....องศา	
ขนาดของขั้นบันได	กว้าง.....เมตร	
	ยาว.....เมตร	
ระยะห่างระหว่างขั้น	แต่ละขั้นของบันไดมีระยะห่าง..... .....เซนติเมตร จะได้จำนวนขั้นทั้งหมดเท่ากับ.....ขั้น	
วัสดุที่เลือกใช้	วัสดุที่ใช้ในการสร้างบันไดมีอะไรบ้าง	
ลักษณะของราวบันได	ภาพร่างราวบันได	

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง	การออกแบบ	หลักการ/เหตุผล
	วัสดุที่ใช้ในการสร้างราวบันได	
	ความสูงของราวบันได.....เซนติเมตร	

3. ให้นักเรียนคำนวณพื้นที่ของบันได

พื้นที่จริง (เมตร)	มาตราส่วน (เซนติเมตร)
บันได	

4. นักเรียนคิดว่าบันไดที่นักเรียนออกแบบและสร้างมีความเหมาะสมกับการใช้งาน แปลนของบ้าน และสมาชิกในบ้านอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2

แบบบันทึกการทำงานร่วมกันในกิจกรรมบ้านของฉัน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนระบุแนวทางการทำงานร่วมกันในกิจกรรมสีที่ซ่อนอยู่ในใบไม้ของกลุ่มตนเอง

1. เป้าหมายของการทำงาน

.....

.....

.....

2. การแบ่งหน้าที่

1. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

2. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

3. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

4. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

5. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

3. วิธีการรวบรวมข้อมูลและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่ม

.....

.....

4. สรุปการทำงานร่วมกัน

4.1 การทำงานร่วมกันเป็นทีมช่วยทำให้บรรลุได้ตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4.2 กลุ่มของนักเรียนมีการสนับสนุนการทำงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

5. การทำงานเกิดข้อขัดแย้งเกิดขึ้นหรือไม่ และมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง กล่องรับความคิดเห็น

ชื่อกลุ่มนำเสนอผลงานโปสเตอร์: .....

ชื่อกลุ่มนักเรียนที่ให้ข้อเสนอแนะ: .....

ข้อดี	ข้อจำกัด

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง สรุปข้อคิดเห็น

ชื่อกลุ่มนำเสนอผลงานโปสเตอร์: .....

1. กลุ่มของนักเรียนเห็นด้วย/ ไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่ได้รับ หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากความคิดเห็นที่ได้รับ นักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการปรับปรุงผลงานได้หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 5
เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ

สถานการณ์

มานะและเพื่อนวางแผนจะไปเที่ยว จังหวัดเพชรบุรี ในช่วงวันหยุดยาว ซึ่งเดินทางจาก จังหวัดนครปฐม ไปยังจังหวัดเพชรบุรี โดยใช้รถยนต์ส่วนตัว เพื่อไปถึงที่หมายก่อนเวลา 11.00 น. มานะจะขับรถด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและไม่มีการแวะพักเลย และเนื่องด้วยสถานการณ์ตอนนี้ราคาน้ำมันค่อนข้างแพง มานะและเพื่อนควรออกเดินทางจากจังหวัดนครปฐมไม่เกินกี่โมง เพื่อให้การเดินทางครั้งนี้ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากที่สุด

ส่วนที่ 1

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าวปัญหา/ประเด็น คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากสถานการณ์ดังกล่าวมีเงื่อนไขมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

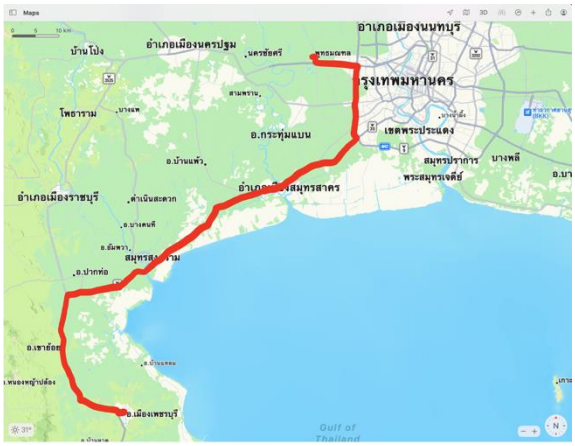
ตอนที่ 2

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

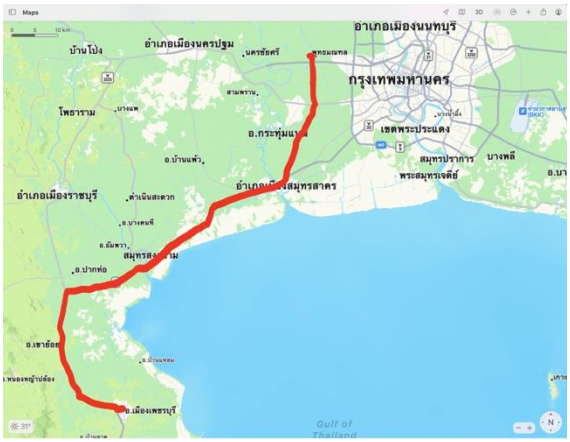
1. จงอธิบายเส้นทางจากอำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี 5 เส้นทางบนแผนที่ที่เป็นไปได้ ถ้านักเรียนต้องเลือกเดินทาง 1 เส้นทางในการเดินทาง แล้วนักเรียนจะเลือกเส้นทางใด เพราะเหตุใด

หมายเหตุ การเดินทางจะเดินทางโดยรถยนต์เท่านั้น เส้นทางที่ใช้คือถนนซึ่งเป็นเส้นสีเทาบนแผนที่

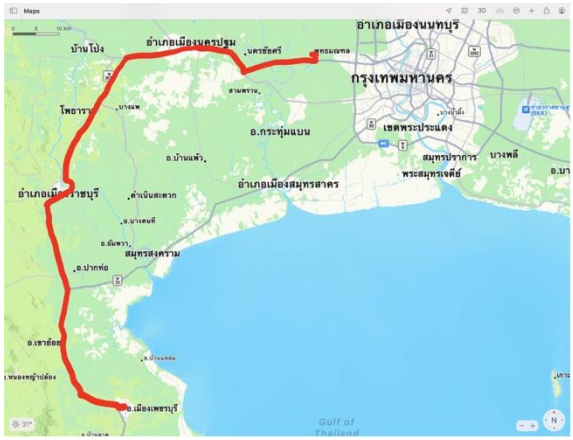
เส้นทางที่ 1



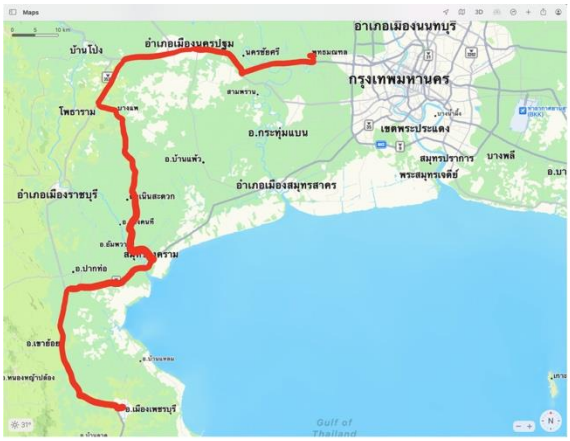
เส้นทางที่ 2



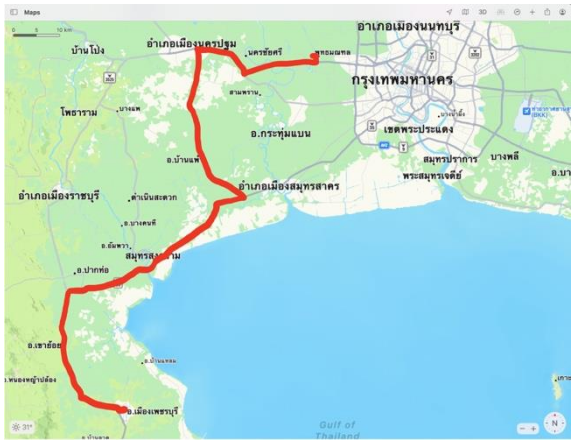
เส้นทางที่ 3



เส้นทางที่ 4



เส้นทางที่ 5



เส้นทางที่ลือก

เส้นทางที่

.....

เหตุผล .....

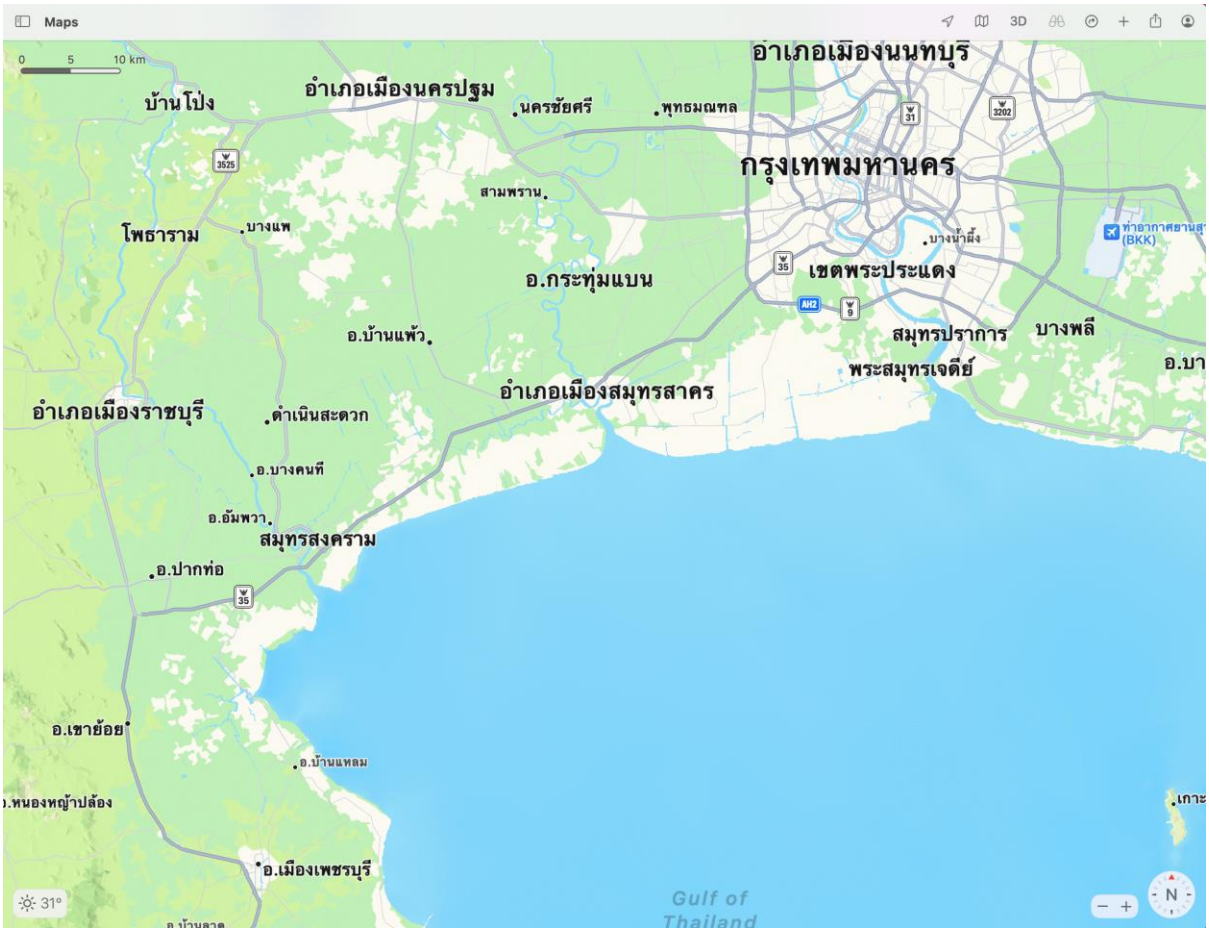
.....

.....

.....

.....

2. จงประมาณระยะทางจากอำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี โดยใช้ไม้บรรทัดในการวัดและมาตราส่วนบนแผนที่ในการคำนวณ



แนวคิด .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากระยะทางที่ประมาณได้ในข้อ 2. ให้นักเรียนคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่อำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี กำหนดราคาน้ำมัน คิดตามระยะทาง ดังนี้

น้ำมันราคาลิตรละ 39.48 บาท

ระยะทาง 18 กิโลเมตร ใช้น้ำมัน 1 ลิตร

แนวคิด .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ในวันที่ต้องเดินทาง มานะและเพื่อนจะต้องออกเดินทางจากบ้านที่อำเภอพุทธมณฑลไปถึงอำเภอเมืองเพชรบุรีก่อนเวลา 11.00 น. ถ้ามานะขับรถด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและไม่มีการแวะพักเลย แล้วมานะและเพื่อนจะต้องเริ่มออกเดินทางจากบ้านไม่เกินกี่โมง

แนวคิด .....

.....

.....

.....

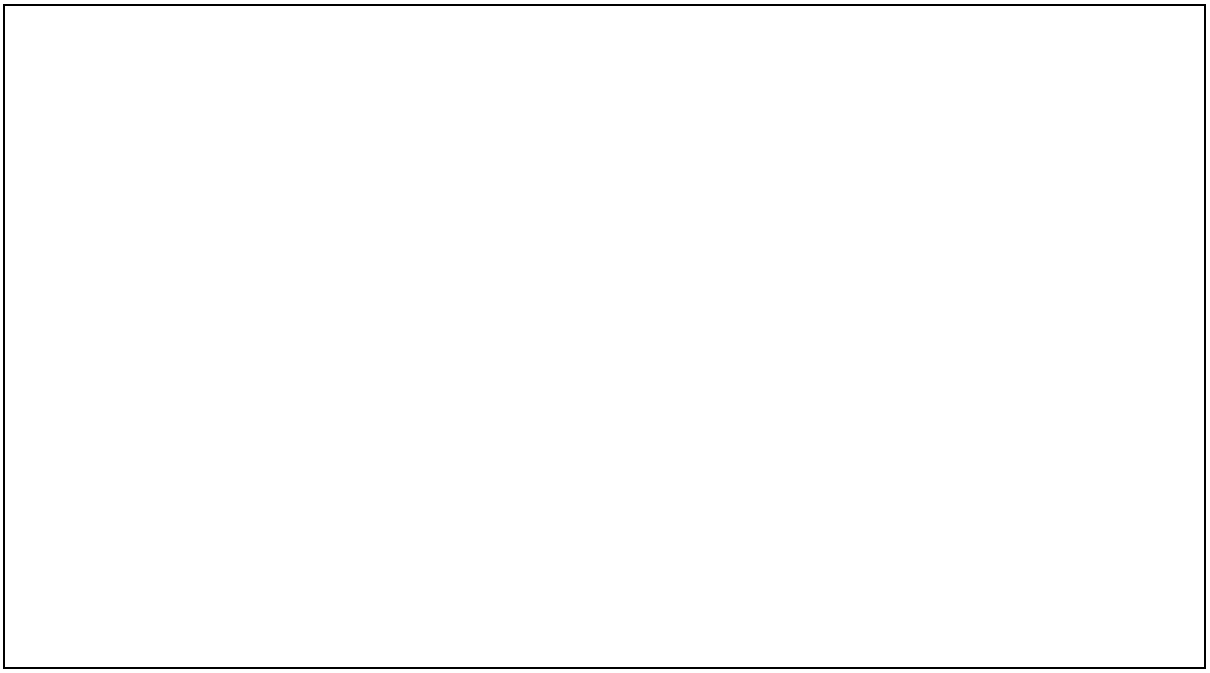
.....

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนใช้แอปพลิเคชัน Maps เพื่อตรวจสอบระยะทางจากอำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี ตามเส้นทางที่นักเรียนเลือกเทียบกับระยะทางที่คำนวณได้ในข้อ 2. (เลือกเส้นทางที่ใกล้เคียงที่สุด)



ภาพเส้นทางจากแอปพลิเคชัน Maps

ระยะทางที่คำนวณได้จากแอปพลิเคชัน เท่ากับ .....

ระยะทางจากแอปพลิเคชันแตกต่างจากระยะทางที่นักเรียนคำนวณได้ในข้อ 2. หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

จงอธิบายว่าความแตกต่างของระยะทางดังกล่าว มาจากเหตุผลใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 6
เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน

สถานการณ์

มานี ต้องการซื้อบ้านหลังใหม่ เธอใช้เวลาในการค้นหาโครงการบ้านเดี่ยว ที่มีดีไซน์ทรงบ้านสวยๆ ออกมาให้เลือกสรรมากมายแต่ก็ยังไม่เจอแปลนบ้านหลังที่ถูกใจสักที เนื่องจากเธอให้ความสำคัญในการคำนวณหาพื้นที่ใช้สอยจากแปลนบ้าน ที่จะต้องแบ่งพื้นที่ใช้สอยได้อย่างเหมาะสม และคุ้มค่าต่อสมาชิกในครอบครัวของเธอเป็นหลัก โดยสมาชิกในครอบครัวประกอบไปด้วย พ่อและแม่ เป็นผู้สูงอายุ และลูกวัย 8-10 ปี อีก 2 คน

ส่วนที่ 1

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าวปัญหา/ประเด็น คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากสถานการณ์ดังกล่าวมีเงื่อนไขมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

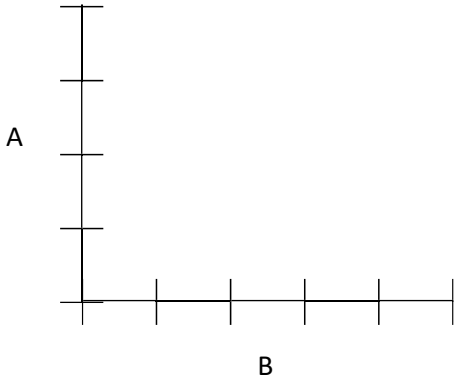
.....

.....

ส่วนที่ 2

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

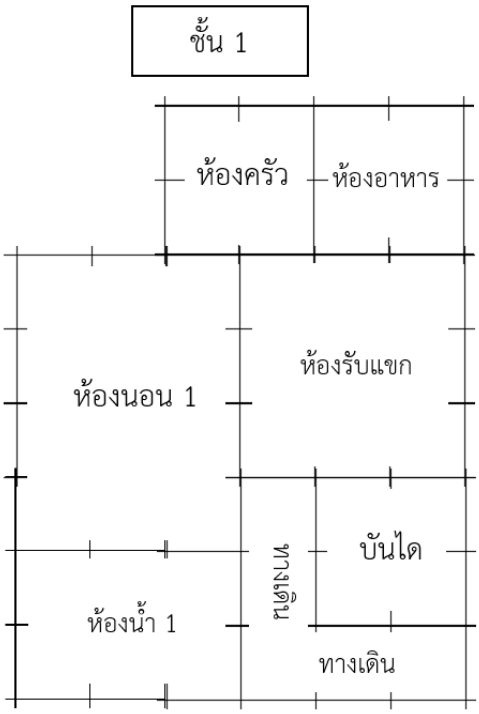
1. จากเส้นตรงด้าน A และ B จงตอบคำถามต่อไปนี้



- จากรูป ด้าน A ยาว ..... (หน่วย.....)
- จากรูป ด้าน B ยาว .....(หน่วย.....)
- เมื่อทำการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากเส้นตรง 2 เส้นที่ตั้งฉากกันได้รูปสี่เหลี่ยมทั้งหมด ..... (สร้างรูปด้านซ้ายมือ)
- รูปสี่เหลี่ยมเล็ก 1 รูป มีพื้นที่ ..... (หน่วย.....)

เพิ่มเติม หน่วยความยาว เมตร แทนด้วยสัญลักษณ์ m หน่วยของพื้นที่ที่เกิดจากด้านกว้างคูณด้านยาวจะเป็น m x m (เมตรคูณกัน 2 ครั้ง) ดังนั้นเขียนแทนสั้นได้ว่า m^2 อ่านว่าเมตรยกกำลังสอง หรือเรียกว่าตารางเมตร

2. จากรูปจงตอบคำถามต่อไปนี้



พื้นที่แต่ละห้อง กำหนดมาตราส่วน 1 cm: 1m

- ห้องครัวมีพื้นที่ ..... (.....)
- ห้องอาหารมีพื้นที่ ..... (.....)
- ห้องนอน 1 มีพื้นที่ ..... (.....)
- ห้องรับแขกมีพื้นที่ ..... (.....)
- ห้องน้ำ 1 มีพื้นที่ ..... (.....)
- ทางเดิน มีพื้นที่ ..... (.....)
- บันได มีพื้นที่ ..... (.....)

ชั้น 1 มีพื้นที่รวมเท่าใด (แสดงวิธีหาคำตอบ)

.....

.....

.....

.....

คำถามเกี่ยวกับห้องรับแขก

3. พื้นที่แต่ละห้อง
- ห้องนอน 2 มีพื้นที่ ..... (.....)
- ทางเดิน มีพื้นที่ ..... (.....)
- ห้องน้ำ 2 มีพื้นที่ ..... (.....)
- บันได มีพื้นที่ ..... (.....)

ชั้น 2 มีพื้นที่รวมเท่าใด (แสดงวิธีหาคำตอบ)

.....

.....

.....

.....

คำถามเกี่ยวกับห้องรับแขก

4. เพราะเหตุใดห้องครัวจึงอยู่ด้านล่าง

.....

.....

.....

.....

5. การออกแบบพื้นที่ภายในบ้าน นอกจากห้องต่างๆ แล้ว มีสิ่งใดบ้างที่ต้องคำนึงถึง

.....

.....

6. สัดส่วนของห้องต่างๆ ในแบบบ้านนี้มีความเหมาะสมต่อครอบครัวขนาดกี่คน เพราะเหตุใด?

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 7
เรื่อง บันไดหรรษา

สถานการณ์

หลังจากที่มานีได้คำนวณหาพื้นที่ใช้สอยจากแปลนบ้านหลังหนึ่งแล้ว เธอค่อนข้างพอใจกับการแบ่งสัดส่วนและพื้นที่ใช้สอยภายในบ้านดังกล่าวเป็นอย่างมาก แต่เธอยังลังเลในการเลือกรูปแบบของบันไดบ้าน เธอจึงอยากทราบว่าลักษณะของบันไดแบบใดที่จะให้ความสะดวกและความปลอดภัย ในการใช้งานได้เหมาะสมต่อสมาชิกในครอบครัว เนื่องจากสมาชิกในครอบครัวของเธอมีทั้งเด็กและผู้สูงอายุ

ส่วนที่ 1

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าวปัญหา/ประเด็น คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากสถานการณ์ดังกล่าวมีเงื่อนไขมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

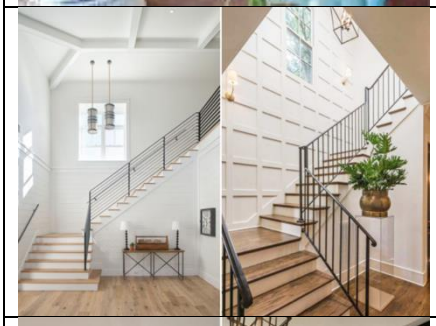
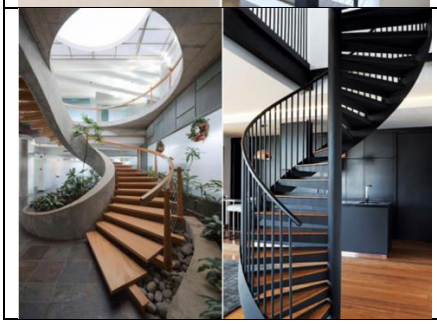
.....

.....

ส่วนที่ 2

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. พิจารณารูปแบบของบันไดต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

รูปแบบของบันได	**ลักษณะสำคัญของบันได**	**ข้อดี/ข้อจำกัด**	**ลักษณะของบ้านที่เหมาะสม**
		ข้อดี ข้อจำกัด	
		ข้อดี ข้อจำกัด	
		ข้อดี ข้อจำกัด	
		ข้อดี ข้อจำกัด	

2. พื้นที่ที่ใช้ในการสร้างบันไดที่กำหนดไว้ มีขนาดเท่าใด และมีความสูงระหว่างชั้น 1 กับชั้น 2 เท่าใด

.....

.....

3. ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและสร้างบันไดคืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง บ้านของฉัน

สถานการณ์

ณ บ้านหลังหนึ่ง ที่อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ครอบครัวของเกม มีสมาชิกอาศัยอยู่ 5 คน ได้แก่ คุณปู่ คุณย่า คุณพ่อ คุณแม่ และเกม วันหนึ่งพ่อและแม่ของเกมมีเหตุจำเป็นต้องย้ายไปทำงานที่จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งท่านทั้ง 2 ตั้งใจทำงานเก็บเงินเพื่อจะย้ายบ้านไปอยู่ที่จังหวัดเพชรบุรีกันทั้งครอบครัว โดยจะเริ่มออกเดินทางและขนของในเดือนหน้า คุณพ่อเห็นว่าลูกชายของตนมีความสนใจที่จะศึกษาต่อในคณะสถาปัตยกรรม จึงให้เกมช่วยเลือกตำแหน่งบ้าน ซึ่งมีตัวเลือกตำแหน่งสำหรับสร้างบ้านอยู่ 3 ตำแหน่ง โดยจะต้องคำนึงถึงสถานที่รอบบ้านความเหมาะสมในการเดินทางไปโรงเรียนของเกม (โรงเรียนพรหมานุสรณ์ ทุกวัน จันทร์-ศุกร์ เวลา 7.30 - 16.00 น.) และการเดินทางไปทำงานของคุณพ่อ (ศาลากลางจังหวัดเพชรบุรี ทุกวัน จันทร์-ศุกร์ เวลา 8.30 - 17.00 น.) และคุณแม่ (โรงพยาบาลเพชรรัตน์ ทุกวัน จันทร์-ศุกร์ เวลา 8.00 - 16.30 น.) โดยครอบครัวมีรถยนต์เพียง 1 คัน และมีคุณพ่อเพียงคนเดียวที่สามารถขับรถได้ นอกจากเกมจะช่วยเลือกตำแหน่งบ้านแล้ว เกมมีส่วนร่วมในการออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น และบันได โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมของพื้นที่ใช้สอย และบันได เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการ กิจกรรม และความปลอดภัยของสมาชิกในครอบครัว

ตอนที่ 1

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าวปัญหา/ประเด็น คืออะไร

การวางแผนการย้ายบ้าน เช่น เลือกตำแหน่งบ้าน และออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น และออกแบบบันได

2. จากสถานการณ์ดังกล่าวมีเงื่อนไขมีอะไรบ้าง

1. ตำแหน่งบ้าน จะต้องคำนึงถึงสถานที่รอบบ้าน วิถีชีวิตของสมาชิกในครอบครัว โดยมีรถยนต์เพียง 1 คัน และมีคุณพ่อเพียงคนเดียวที่ขับรถเป็น

2. ออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น โดยคำนึงถึงพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสม

3.การออกแบบบันได โดยคำนึงถึงและปลอดภัย

ตอนที่ 2

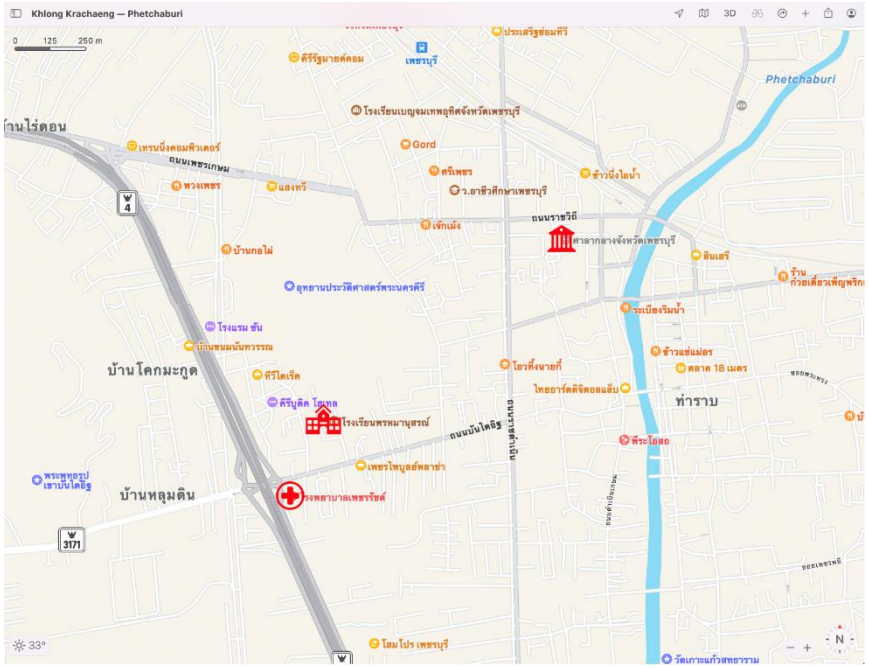
คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากตัวเลือกบ้าน A, B และ C ให้นักเรียนสำรวจบริเวณโดยรอบของบริเวณพื้นที่บ้านจากแอปพลิเคชัน Maps บอกข้อดี และข้อเสียของบ้านแต่ละหลัง เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกบ้านของครอบครัวเกม

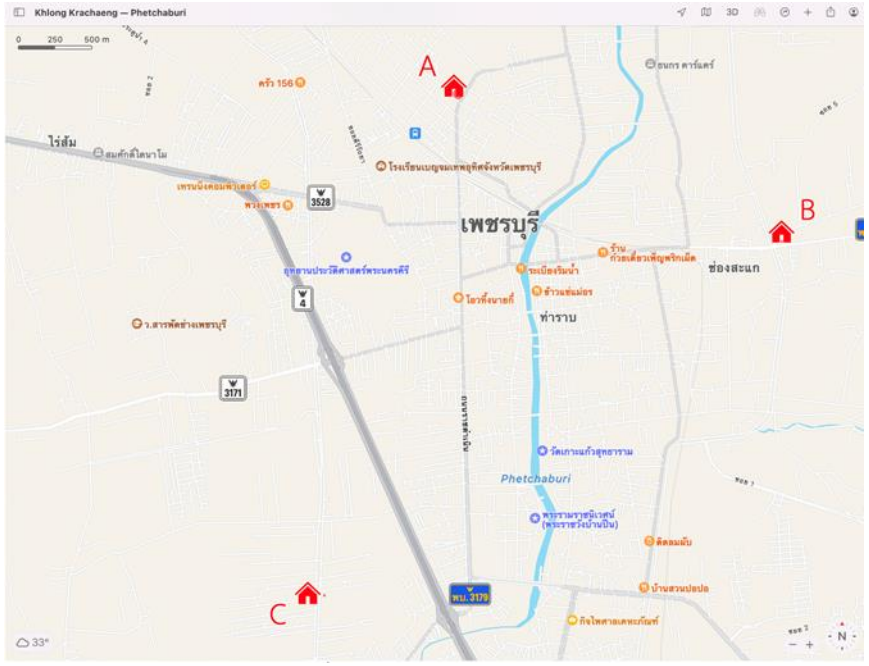
พิกัด บ้าน A 13.11916° N, 99.94365° E

พิกัด บ้าน B 13.11005° N, 99.96400° E

พิกัด บ้าน C 13.08820° N, 99.93524° E



แผนที่อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบุรี



แผนที่ตัวเลือกบ้าน A, B และ C

ข้อดีบ้าน A บริเวณโดยรอบมีร้านอาหารจำนวนหนึ่ง อยู่ใกล้สถานีรถไฟ ง่ายต่อการเดินทางโดยรถไฟ มีโรงพยาบาลและร้านขายยาอยู่ใกล้ หากเจ็บป่วยก็สามารถรับการรักษาได้ง่าย อยู่ใกล้สนามกีฬาจังหวัด เหมาะกับคนที่ชอบออกกำลังกาย ใกล้ที่ทำงานของพ่อเกมมาก สะดวกในการเดินทางไปทำงาน

ข้อเสียบ้าน A มีบ้านอยู่โดยรอบจำนวนมาก ไม่มีพื้นที่ว่าง มีความแออัด

ข้อดีบ้าน B อยู่ใกล้ที่ทำงานพ่อของเกม สะดวกในการเดินทาง พื้นที่โดยรอบบ้านโล่งไม่อึดอัด มีพื้นที่สีเขียวโดยรอบ เหมาะสำหรับครอบครัวที่ชอบความสงบ

ข้อเสียบ้าน B ร้านอาหารโดยรอบจำนวนน้อย อยู่ในที่ห่างไกลหมู่บ้านหรือที่คนอยู่อาศัย พื้นที่โดยรอบเป็นไร่สวนหรือที่โล่ง

ข้อดีบ้าน C อยู่ในโซนหมู่บ้านจัดสรร มีความปลอดภัยในระดับหนึ่ง สะดวกเรื่องการดูแลบ้าน อยู่นอกเมือง ไม่มีความแออัด อยู่ใกล้ที่ทำงานแม่ของเกมและโรงเรียนของเกม

ข้อเสียบ้าน C อยู่นอกเมือง มีร้านอาหารโดยรอบบ้านจำนวนน้อย ไม่มีร้านขายของหรือสิ่งอำนวยความสะดวก

2. ถ้าบ้านเกมมีรถ 1 คัน และมีพ่อของเกมเพียงคนเดียวที่ขับรถเป็น แล้วเกมควรจะเลือกบ้านหลังใดจึงจะเหมาะกับวิถีชีวิตของครอบครัวของเกมมากที่สุด จงอธิบายเหตุผล

เลือกบ้าน A

เหตุผล เพราะอยู่ในตัวอำเภอ มีความสะดวกสบาย ร้านอาหารเยอะ และใกล้ที่ทำงานของพ่อของเกม และก็ไม่ไกลจากโรงเรียนและที่ทำงานของแม่มาก

3. จากเส้นทางที่นักเรียนเลือกในข้อ 2. ให้นักเรียนคำนวณระยะทางและวางแผนการเดินทางออกจากบ้านของพ่อ แม่ และเกม ในวันจันทร์-ศุกร์ ว่าเกมควรต้องออกจากบ้านช้าที่สุดกี่โมงในตอนเช้า และจะกลับถึงบ้านได้เร็วที่สุดกี่โมงในตอนเย็น (ในแต่ละพ่อเป็นคนขับรถไปส่งแม่ทำงานที่โรงพยาบาลและส่งเกมที่โรงเรียนก่อน แล้วพ่อจึงขับรถต่อไปที่ทำงานของตนเอง และตอนเย็นเลิกงานแล้วจึงไปรับแม่และเกมก่อนกลับบ้าน)

คำตอบสำหรับ ตัวเลือกบ้าน A

ระยะทางจากบ้านไปที่ทำงานแม่ 2.4 กิโลเมตร

ระยะทางจากบ้านไปโรงเรียน 2.1 กิโลเมตร

ระยะทางจากโรงเรียนไปที่ทำงานแม่ 300 เมตร

ระยะทางจากโรงเรียนไปที่ทำงานพ่อ 1.5 กิโลเมตร

ตอนเช้า พ่อต้องเริ่มออกจากบ้านช้าที่สุดไม่เกิน เวลา 7.22 น. (เดินทาง 8 นาที)

ทุกคนจะกลับถึงบ้านเร็วที่สุด เวลา 17.15 น. (เดินทาง 5 + 1 + 9 นาที)

คำตอบสำหรับ ตัวเลือกบ้าน B

ระยะทางจากบ้านไปที่ทำงานแม่ 3.6 กิโลเมตร

ระยะทางจากบ้านไปโรงเรียน 3.3 กิโลเมตร

ระยะทางจากโรงเรียนไปที่ทำงานแม่ 300 เมตร

ระยะทางจากโรงเรียนไปที่ทำงานพ่อ 1.5 กิโลเมตร

ตอนเช้า พ่อต้องเริ่มออกจากบ้านช้าที่สุดไม่เกิน เวลา 7.19 น. (เดินทาง 11 นาที)

ทุกคนจะกลับถึงบ้านเร็วที่สุด เวลา 17.18 น. (เดินทาง 5 + 1 + 12 นาที)

คำตอบสำหรับ ตัวเลือกบ้าน C

ระยะทางจากบ้านไปที่ทำงานแม่ 2 กิโลเมตร

ระยะทางจากบ้านไปโรงเรียน 2.3 กิโลเมตร

ระยะทางจากโรงเรียนไปที่ทำงานแม่ 300 เมตร

ระยะทางจากโรงเรียนไปที่ทำงานพ่อ 1.5 กิโลเมตร

ตอนเช้า พ่อต้องเริ่มออกจากบ้านช้าที่สุดไม่เกิน เวลา 7.26 น. (เดินทาง 4 นาที)

ทุกคนจะกลับถึงบ้านเร็วที่สุด เวลา 17.13 น. (เดินทาง 5 + 1 + 7 นาที)

ตอนที่ 3

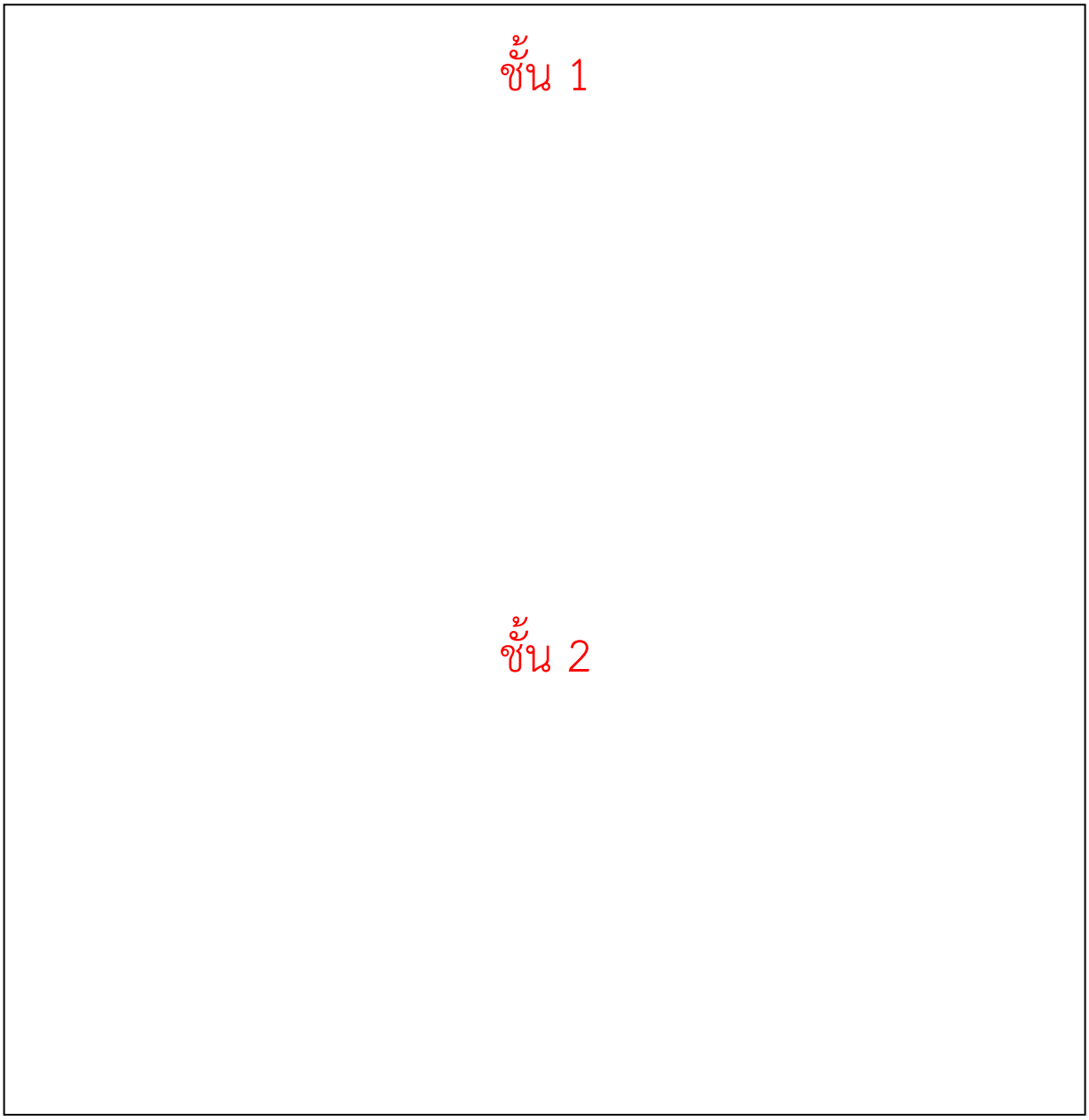
คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

ให้นักเรียนออกแบบแปลนบ้าน 2 ชั้น ซึ่งความสูงจากพื้นถึงฟ้าเพดานแต่ละชั้น เป็น 2.6 เมตร โดยจะต้องคำนึงถึงพื้นที่ใช้สอย ให้มีความเหมาะสมกับสมาชิกในครอบครัวเกม (กำหนดมาตราส่วน 20 เซนติเมตร: 1 เมตร)

1. ปัญหาของการออกแบบแปลนบ้านของสมาชิกครอบครัวเกม คืออะไร

.....

.....



2. จากแปลนบ้านที่นักเรียนสร้าง ระบุห้องต่างๆ พร้อมทั้งขนาด และให้เหตุผล (พิจารณาความถูกต้องตามมาตรส่วนที่กำหนดไว้ในแปลนบ้าน หลักการและทฤษฎี และการให้เหตุผล)

ห้อง	**ชั้นที่**	**เหตุผล**
- ห้องครัวมีพื้นที่ 4 (cm^2) - ห้องอาหารมีพื้นที่ 4 (cm^2) - ห้องนอน 1 มีพื้นที่ 12 (cm^2) - ห้องรับแขกมีพื้นที่ 9 (cm^2)	ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 1	- ห้องครัวจำเป็นต้องทำอาหารจึงต้องอยู่ชั้นหนึ่งด้านหลังบ้านเพื่อไม่ให้กลิ่นรบกวน ฯลฯ

3. การคำนวณพื้นที่ใช้สอย สัดส่วนของแปลนบ้าน และขนาดของห้อง

3.1 พื้นที่ใช้สอยของบ้าน .....ตัวเลข..... (.....หน่วย.....)

3.2 สัดส่วนของพื้นที่ทั้งหมด: ทางเดิน: บันได .....ตัวเลข..... (.....หน่วย.....)

3.3 ระบุห้อง จำนวนและพื้นที่ พิจารณาคำตอบที่ถูกต้องตามมาตรส่วนที่กำหนดไว้ในแปลนบ้าน

ห้อง	**ขนาดห้อง กว้างxยาว (เมตร)**	**มาตราส่วน กว้างxยาว (เซนติเมตร)**	**จำนวน**	**พื้นที่แต่ละห้อง (ตารางเมตร)**

4. สัดส่วนของแปลนบ้าน ขนาดและจำนวนของห้อง รวมถึงพื้นที่ใช้สอยในบ้าน มีความเหมาะสมกับสมาชิกในครอบครัวของเกม เพราะเหตุใด

.....พิจารณาคำตอบที่สอดคล้องกับความเป็นจริง.....

.....

ตอนที่ 4

1. นักเรียนออกแบบภาพร่างของบันได โดยใช้มาตราส่วน 20 เซนติเมตร : 1 เมตร

(พิจารณาความถูกต้องตามหลักการและทฤษฎี และการให้เหตุผล)

ภาพที่ 1 ภาพด้านข้าง (Side View)

ภาพที่ 2 ภาพด้านบน (Top View)

2. ให้นักเรียนวางแผนการออกแบบบันไดของบ้านของนักเรียนเอง

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง	การออกแบบ	หลักการ/เหตุผล
รูปแบบ	รูปแบบของบันได..... ..... ภาพร่างรูปแบบบันได	

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง	การออกแบบ	หลักการ/เหตุผล
	ความลาดเอียงจากพื้น.....องศา	
ขนาดของขั้นบันได	กว้าง.....เมตร	
	ยาว.....เมตร	
ระยะห่างระหว่างขั้น	แต่ละขั้นของบันไดมีระยะห่าง..... .....เซนติเมตร จะได้จำนวนขั้นทั้งหมดเท่ากับ.....ขั้น	
วัสดุที่เลือกใช้	วัสดุที่ใช้ในการสร้างบันไดมีอะไรบ้าง	
ลักษณะของราวบันได	ภาพร่างราวบันได	
	วัสดุที่ใช้ในการสร้างราวบันได	

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง	การออกแบบ	หลักการ/เหตุผล
	ความสูงของราวบันได.....เซนติเมตร	

3. ให้นักเรียนคำนวณพื้นที่ของบันได

พื้นที่จริง (เมตร)	**มาตราส่วน (เซนติเมตร)**
บันได	

4. นักเรียนคิดว่าบันไดที่นักเรียนออกแบบและสร้างมีความเหมาะสมกับการใช้งาน แปลนของบ้าน และสมาชิกในบ้านอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง บ้านของฉัน

ตอนที่ 1

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	2	1	0	
1. การระบุปัญหา / ประเด็น	ระบุปัญหา /ประเด็นจากสถานการณ์ได้ถูกต้องครบถ้วน	ระบุปัญหา /ประเด็นจากสถานการณ์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	ไม่สามารถระบุปัญหา /ประเด็นจากสถานการณ์ได้	
2. การระบุเงื่อนไข	ระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	ไม่สามารถระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ได้	

ตอนที่ 2 เกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนนที่ได้
	3	2	1	0	
ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (ประเมินจากใบกิจกรรมที่ 1ข้อ 1)	ระบุข้อดีและข้อเสียของบ้านทั้ง 3 หลังได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างหลากหลาย	ระบุข้อดีและข้อเสียของบ้านได้ 2 หลัง ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างหลากหลาย	ระบุข้อดีและข้อเสียของบ้านได้ 1 หลัง ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างหลากหลาย	ไม่สามารถระบุข้อดีและข้อเสียของบ้านแต่ละหลังได้	

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนนที่ได้
	3	2	1	0	
ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา (ประเมินจากใบกิจกรรมที่ 1ข้อ 2-3)	-	เลือกบ้านที่เหมาะสมกับเงื่อนไขที่กำหนด ระบุเหตุผลในการเลือกบ้าน และสามารถคำนวณระยะทางจากบ้านไปสถานที่ต่าง ๆ ได้ถูกต้องและครบถ้วน	เลือกบ้านที่เหมาะสมกับเงื่อนไขที่กำหนด ระบุเหตุผลในการเลือกบ้าน และสามารถคำนวณระยะทางจากบ้านไปสถานที่ต่าง ๆ ได้บางส่วน	ไม่สามารถเลือกบ้านได้ ไม่สามารถระบุเหตุผลในการเลือกบ้านได้ หรือไม่สามารถสามารถคำนวณระยะทางจากบ้านไปสถานที่ต่าง ๆ ได้	
ขั้นที่ 3 การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	-	-	-	-	
ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์	-	-	-	-	
ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา (ประเมินจากใบกิจกรรมที่ 1ข้อ 2-3)	-	เลือกบ้านที่เหมาะสมกับเงื่อนไขที่กำหนด ระบุเหตุผลในการเลือกบ้าน และสามารถคำนวณระยะทางจากบ้านไปสถานที่ต่าง ๆ ได้ถูกต้องและครบถ้วน	เลือกบ้านที่เหมาะสมกับเงื่อนไขที่กำหนด ระบุเหตุผลในการเลือกบ้าน และสามารถคำนวณระยะทางจากบ้านไปสถานที่ต่าง ๆ ได้บางส่วน	ไม่สามารถเลือกบ้านได้ ไม่สามารถระบุเหตุผลในการเลือกบ้านได้ หรือไม่สามารถสามารถคำนวณระยะทางจากบ้านไปสถานที่ต่าง ๆ ได้	
คะแนนรวม (9 คะแนน)					

ตอนที่ 3 เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนนที่ได้
	3	2	1	0	
1. มิติการเชื่อมโยง ประเมินจากการสร้างแปลนบ้าน (ข้อที่ 1)	ระบุห้องต่างๆ โดยสามารถให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม คำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ครอบคลุมอย่างน้อย 3-4 ปัจจัย ปัจจัยที่พิจารณาได้แก่ 1. ตำแหน่งของห้อง 2. กิจวัตรประจำวันของสมาชิกในครอบครัว 3. ลักษณะทางกายภาพของผู้อยู่อาศัย 4. จำนวนห้อง 5. อื่น ๆ	ระบุห้องต่างๆ โดยสามารถให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม คำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ครอบคลุมอย่างน้อย 2 ปัจจัย	ระบุห้องต่างๆ โดยสามารถให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม คำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ครอบคลุมอย่างน้อย 1 ปัจจัย	ไม่สามารถระบุห้องต่างๆ โดยสามารถให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม คำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ได้	

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนนที่ได้
	3	2	1	0	
2. มิติการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อการแก้ปัญหาประเมินจากการคำนวณพื้นที่ใช้สอย สัดส่วนของแปลนบ้านและขนาดของห้อง (ข้อที่ 2)	ระบุสัดส่วนของบ้านโดยคำนึงถึงขนาดห้อง ทางเดิน และบันได พร้อมให้เหตุผลที่เหมาะสมคำนวณพื้นที่ทั้งหมดของห้องได้ถูกต้อง	ระบุสัดส่วนของบ้านโดยคำนึงถึงขนาดห้อง ทางเดิน และบันได พร้อมให้เหตุผลที่เหมาะสมคำนวณพื้นที่ทั้งหมดของห้องได้ถูกต้องบางส่วน	ระบุสัดส่วนของบ้านโดยคำนึงถึงขนาดห้อง ทางเดิน และบันได ได้ และคำนวณพื้นที่ทั้งหมดของห้องได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถระบุสัดส่วนของบ้านโดยคำนึงถึงขนาดห้อง ทางเดิน และบันได ได้ และคำนวณพื้นที่ทั้งหมดของห้องได้	
คะแนนรวม (6 คะแนน)					

เกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหา (การออกแบบแปลนบ้าน และการออกแบบบันได)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	2	1	0	
ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (ประเมินจากกิจกรรมตอนที่ 3 ข้อที่ 1)	นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องในการสร้างแปลนบ้านโดยคำนึงถึงพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมกับสมาชิกในครอบครัว และการกำหนดมาตราส่วน หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ	นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องในการสร้างแปลนบ้านโดยคำนึงถึงพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมกับสมาชิกในครอบครัว หรือการกำหนดมาตราส่วน	นักเรียนไม่ตอบคำถาม	
ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา (ประเมินจากใบกิจกรรมตอนที่ 3 ข้อที่ 2)	นักเรียนเขียนระบุความกว้างและยาวของทุกห้อง ทางเดิน และบันได ได้ครบถ้วนถูกต้องตามมาตราส่วน	นักเรียนเขียนระบุความกว้างและยาวของห้องต่างๆ ทางเดิน และบันได ได้ถูกต้องบางส่วนตามมาตราส่วน	นักเรียนไม่เขียน	
ขั้นที่ 3 การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (ประเมินจากใบกิจกรรมตอนที่ 3 ข้อที่ 3.1-3.2)	นักเรียนสามารถคำนวณพื้นที่ใช้สอย สัดส่วนของแปลนบ้าน และขนาดของห้องตามมาตราส่วนที่กำหนดให้ได้ถูกต้องทั้งข้อ 2.1 และ 2.2	นักเรียนสามารถคำนวณพื้นที่ใช้สอย สัดส่วนของแปลนบ้าน และขนาดของห้องตามมาตราส่วนที่กำหนดให้ได้ถูกต้องข้อ 2.1 หรือ 2.2	นักเรียนไม่ตอบคำถาม/ตอบคำถามไม่ถูกทั้ง 2 ข้อ	

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	2	1	0	
ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ (ประเมินจากใบกิจกรรม การให้เหตุผลข้อ 3.3)	นักเรียนสร้างโมเดลแปลนบ้านที่มีสัดส่วนถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้โดยคำนึงถึงมาตราส่วนที่ถูกต้องทั้งหมด และสามารถอธิบายความเหมือน/ความแตกต่างของสัดส่วนโมเดลแปลนบ้านที่สร้างขึ้นกับสัดส่วนแปลนบ้านที่ได้ออกแบบไว้โดยคำนึงถึงมาตราส่วนที่ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนสร้างโมเดลแปลนบ้าน โดยมีความคลาดเคลื่อนบางส่วนเกี่ยวกับมาตราส่วนของสัดส่วนแปลนบ้านที่ออกแบบไว้	นักเรียนไม่สามารถสร้างโมเดลแปลนบ้านตามมาตราส่วนที่ถูกต้องตามสัดส่วนแปลนบ้านที่ออกแบบไว้	
คะแนนรวม (8 คะแนน)				

ตอนที่ 4 เกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนนที่ได้
	3	2	1	0	
ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (ประเมินจาก ข้อ 2 – 3)	ระบุขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการสร้างบันได ระดับความสูงระหว่างชั้น และปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและสร้างบันไดได้ด้วยตนเอง	ระบุขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการสร้างบันได ระดับความสูงระหว่างชั้น และปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและสร้างบันไดได้โดยได้รับคำแนะนำจากครู	ระบุขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการสร้างบันได ระดับความสูงระหว่างชั้นและปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและสร้างบันไดได้เมื่อครูบอก	ไม่สามารถระบุขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการสร้างบันได ระดับความสูงระหว่างชั้น และปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและสร้างบันไดได้	
ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา(ประเมินจากข้อ 4)	วางแผนการออกแบบบันไดของบ้านของนักเรียนเองได้สอดคล้องกับปัญหา ครบทุกปัจจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งมีความถูกต้องตามหลักการและทฤษฎี	วางแผนการออกแบบบันไดของบ้านของนักเรียนเองได้สอดคล้องกับปัญหา ครบทุกปัจจัยที่เกี่ยวข้อง แต่ยังไม่ข้อผิดพลาดหรือไม่ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎี	วางแผนการออกแบบบันไดของบ้านของนักเรียนเองได้แต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา หรือไม่ครบทุกปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ไม่สามารถวางแผนการออกแบบบันไดของบ้านของนักเรียนเองได้ และไม่สอดคล้องกับปัญหา หรือไม่ครบทุกปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	
ขั้นที่ 3 การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (ประเมินจาก ข้อ 1-2)	ออกแบบภาพร่างของบันไดในมิติด้านข้าง และหน้าบนได้ถูกต้อง ตรงกับสัดส่วน และมาตราส่วนที่กำหนด	ออกแบบภาพร่างของบันไดในมิติด้านข้าง และหน้าบนได้ถูกต้อง แต่ไม่ตรงกับสัดส่วนหรือมาตราส่วนที่กำหนด	ออกแบบภาพร่างของบันไดในมิติด้านข้าง และหน้าบนได้ไม่ถูกต้อง	ไม่สามารถออกแบบภาพร่างของบันไดในมิติด้านข้าง และหน้าบนได้	

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนนที่ได้
	3	2	1	0	
ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ (ประเมินจากการให้เหตุผลข้อ 2)	- ระบุหลักการและเหตุผลของการออกแบบบันไดในแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องตามหลักการและทฤษฎีครบทั้ง 5 ข้อ และ - สร้างบันไดต้นแบบจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ได้สำเร็จและมีสัดส่วนและมาตราส่วนถูกต้อง	- ระบุหลักการและเหตุผลของการออกแบบบันไดในแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องตามหลักการและทฤษฎีทุก 3-4 ข้อ และ - สร้างบันไดต้นแบบจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ได้ แต่มีสัดส่วนและมาตราส่วนไม่สอดคล้องกับภาพร่าง	- ระบุหลักการและเหตุผลของการออกแบบบันไดในแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องตามหลักการและทฤษฎีน้อยกว่า 3 ข้อ หรือ - สร้างบันไดต้นแบบจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ไม่สำเร็จหรือมีสัดส่วนและมาตราส่วนไม่ถูกต้อง	- ไม่สามารถระบุหลักการและเหตุผลของการออกแบบบันไดในแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องตามหลักการและทฤษฎี - ไม่สามารถสร้างบันไดต้นแบบจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ไม่สำเร็จหรือมีสัดส่วนและมาตราส่วนไม่ถูกต้อง	
คะแนนรวม (19 คะแนน)					

เกณฑ์การประเมินความเข้าใจดิจิทัล

เรื่อง การออกแบบบันได

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนนที่ได้
	3	2	1	0	
1. การประเมินคุณค่า	บอกจุดเด่นของบันไดที่ออกแบบและสร้างในประเด็นความเหมาะสมกับการใช้งาน แปลนของบ้าน และสมาชิกในบ้านได้อย่างครบถ้วนและสมเหตุสมผล	บอกจุดเด่นของบันไดที่ออกแบบและสร้างในประเด็นความเหมาะสมกับการใช้งาน แปลนของบ้าน และสมาชิกในบ้านไม่ครบถ้วน	บอกจุดเด่นของบันไดที่ออกแบบและสร้าง แต่ไม่สอดคล้องกับความเหมาะสมในการใช้งาน แปลนของบ้าน และสมาชิกในบ้าน		
2. ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน	ภาพร่างและบันไดต้นแบบมีความสมบูรณ์ สอดคล้องทั้งในด้านรูปทรง สัดส่วน และมาตราส่วน	ภาพร่างและบันไดต้นแบบมีความสมบูรณ์ สอดคล้องในด้านรูปทรง แต่สัดส่วน และมาตราส่วนไม่ถูกต้อง	ภาพร่างหรือบันไดต้นแบบยังไม่สมบูรณ์		
คะแนนรวม (6 คะแนน)					

แบบประเมิน การออกแบบบันได

สมาชิกกลุ่ม

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

คำชี้แจง พิจารณาผลงานของนักเรียน และประเมินตามประเด็นการประเมินต่อไปนี้

ประเด็นประเมิน	ระดับการประเมิน						หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	0	
1. รูปแบบของบันได							
2. ขั้นบันได							
3. ราวบันไดและวัสดุ							
4. ภาพร่าง							
5. การสร้างบันได							
6. การทำงานเป็นทีม							
รวม	.....คะแนน						

แปลผล

คะแนนรวม 26 – 30 คะแนน ดีเยี่ยม

คะแนนรวม 21 – 25 คะแนน ดี

คะแนนรวม 16 – 20 คะแนน พอใช้ คะแนนรวม น้อยกว่า 16 คะแนน ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

ประเด็นประเมิน	5 คะแนน	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
1. รูปแบบของบันได	เลือกรูปแบบบันไดได้ 1.เหมาะสมกับพื้นที่ 2.เหมาะสมกับความสูงของบ้าน 3.มีความปลอดภัย 4.ความเอียงมีความเหมาะสม 5.ให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล	ทำได้เพียง 4 ประเด็น	ทำได้เพียง 3 ประเด็น	ทำได้เพียง 2 ประเด็น	ทำได้เพียง 1 ประเด็น หรือทำไม่ได้	ไม่สามารถเลือกรูปแบบบันไดได้
2. ขั้นบันได	กำหนดขั้นบันไดได้ 1.ความสูงของขั้นไม่เกิน 20 เซนติเมตร 2.ความกว้างไม่เกิน 22 เซนติเมตร 3.ความยาวของแต่ละขั้นไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร 4.จำนวนขั้นมีความเหมาะสม 5.ให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล	ทำได้เพียง 4 ประเด็น	ทำได้เพียง 3 ประเด็น	ทำได้เพียง 2 ประเด็น	ทำได้เพียง 1 ประเด็น หรือทำไม่ได้	ไม่สามารถกำหนดขั้นบันไดได้
3. ราวบันไดและวัสดุ	1.มีราวบันได 2.ราวบันไดมีความสูงที่ทำให้เกิดความปลอดภัย 3.ใช้งานได้ง่ายและสะดวก	ทำได้เพียง 4 ประเด็น	ทำได้เพียง 3 ประเด็น	ทำได้เพียง 2 ประเด็น	ทำได้เพียง 1 ประเด็น หรือทำไม่ได้	ไม่สามารถออกแบบและเลือกใช้วัสดุในการทำบันไดได้

	4.เลือกใช้วัสดุที่ใช้ทำบันไดได้เหมาะสม 5.ให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล					
4. ภาพร่าง	1.ออกแบบภาพร่างสอดคล้องกับที่วางแผนไว้ 2.สามารถนำภาพร่างไปสร้างต้นแบบได้จริง 3.ระบุสัดส่วนและขนาดที่ชัดเจน 4.มีมุมมองที่เห็นได้ชัดเจนเข้าใจง่าย 5.ใช้มาตราส่วนได้ถูกต้อง	ทำได้เพียง 4 ประเด็น	ทำได้เพียง 3 ประเด็น	ทำได้เพียง 2 ประเด็น	ทำได้เพียง 1 ประเด็น หรือทำไม่ได้	ไม่สามารถ. ออกแบบภาพร่างได้
5. การสร้างบันได	1.สร้างบันไดต้นแบบได้ 2.สร้างบันไดได้สอดคล้องกับภาพร่าง 3.บันไดเลือกใช้วัสดุได้เหมาะสม 4.มีความแข็งแรง 5.มีสัดส่วนที่ถูกต้อง	ทำได้เพียง 4 ประเด็น	ทำได้เพียง 3 ประเด็น	ทำได้เพียง 2 ประเด็น	ทำได้เพียง 1 ประเด็น หรือทำไม่ได้	ไม่สามารถสร้างบันไดต้นแบบได้
6. การทำงานเป็นทีม	1.ทุกคนมีส่วนร่วม 2.มีการแบ่งหน้าที่ชัดเจน 3.ทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและหาข้อสรุป	ทำได้เพียง 4 ประเด็น	ทำได้เพียง 3 ประเด็น	ทำได้เพียง 2 ประเด็น	ทำได้เพียง 1 ประเด็น หรือทำไม่ได้	ไม่สามารถทำงานเป็นทีมได้

	4.รับฟังความคิดเห็นและยอมรับเสียงส่วนใหญ่ 5.ทำงานได้ประสบความสำเร็จ					

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2

การทำงานร่วมกันในกิจกรรมบ้านของฉัน

สมาชิกกลุ่ม

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

การประเมินการทำงานร่วมกันของกลุ่ม

ข้อ	ลักษณะการทำงานร่วมกัน	ระดับคะแนน				คะแนนที่ได้
		3	2	1	0	
1	สมาชิกในกลุ่มริเริ่มกำหนดเป้าหมาย ของทีม					
2	สมาชิกในกลุ่มมีความรับผิดชอบต่อบทบาทและงานที่ได้รับมอบหมาย					
3	สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในการวางแผนและตัดสินใจในการทำงาน					
4	สมาชิกในกลุ่มมีการจัดระบบความคิดก่อนลงมือทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นและปฏิบัติงานจนสำเร็จ					
5	สมาชิกในกลุ่มมีการวิเคราะห์ สะท้อนการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายและสัมพันธภาพเชิงบวกของทีม					
คะแนนรวม 15 คะแนน						

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับ 3 คะแนน (เหนือความคาดหวัง)

ระดับ 2 คะแนน (กำลังพัฒนา)

ระดับ 1 คะแนน (เริ่มต้น)

เกณฑ์การให้คะแนนการนำเสนอแบบโปสเตอร์ (พิกัด แปลน และ บันไดบ้าน)

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง กล่องรับความคิดเห็น

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนนที่ได้
	3	2	1	0	
1. การนำเสนอด้วยรูปภาพ	- รูปภาพแสดง/สื่อความหมายเกี่ยวกับพิกัดบ้าน แปลนบ้าน และบันไดบ้าน อย่างชัดเจน เหมาะสม - มีการแบ่งสัดส่วนของโปสเตอร์ที่เหมาะสม มีจุดเน้นจุดเด่นในการสื่อความหมาย และ - เลือกใช้สีสื่อความหมายอย่างเหมาะสม ดึงดูดใจ	- รูปภาพแสดง/สื่อความหมายเกี่ยวกับพิกัดบ้าน แปลนบ้าน และบันไดบ้าน - มีการแบ่งสัดส่วนของโปสเตอร์ที่เหมาะสม - เลือกใช้สีสื่อเพื่อดึงความสนใจ	- รูปภาพแสดง/สื่อความหมายเกี่ยวกับพิกัดบ้าน แปลนบ้าน และบันไดบ้าน ไม่ชัดเจน - การแบ่งสัดส่วนของโปสเตอร์ไม่เหมาะสม และ - มีการใช้สีในการนำเสนอ	นักเรียนไม่สามารถนำเสนอด้วยรูปภาพได้	
2. การนำเสนอด้านเนื้อหา	ภาพร่างและบันไดต้นแบบมีความสมบูรณ์ สอดคล้องทั้งในด้านรูปทรง สัดส่วน และมาตราส่วน	ภาพร่างและบันไดต้นแบบมีความสมบูรณ์ สอดคล้องในด้านรูปทรง แต่สัดส่วน และมาตราส่วนไม่ถูกต้อง	ภาพร่างหรือบันไดต้นแบบยังไม่สมบูรณ์	นักเรียนไม่สามารถนำเสนอด้านเนื้อหาได้	
คะแนนรวม (6 คะแนน)					

เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะพลเมืองเข้มแข็ง

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง สรุปข้อคิดเห็น

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				คะแนนที่ได้
	3	2	1	0	
1.การแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	เขียนแสดงความคิดเห็นอย่างสอดคล้องกับข้อดี ข้อจำกัดที่ได้รับอย่างมีเหตุผล โดยปราศจากอคติได้ครบถ้วน และสามารถพิจารณาข้อคิดเห็นที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาผลงานของตนเอง	เขียนแสดงความคิดเห็นอย่างสอดคล้องกับข้อดี ข้อจำกัดที่ได้รับอย่างมีเหตุผล โดยปราศจากอคติได้บางส่วน และสามารถพิจารณาข้อคิดเห็นที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาผลงานของตนเอง	สามารถเขียนแสดงความคิดเห็นอย่างสอดคล้องกับข้อดี ข้อจำกัดที่ได้รับอย่างมีเหตุผล โดยปราศจากอคติได้บางส่วน และไม่สามารถพิจารณาข้อคิดเห็นที่ได้รับไปใช้ประโยชน์เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาผลงานของตนเอง	ไม่สามารถเขียนแสดงความคิดเห็นอย่างสอดคล้องกับข้อดี ข้อจำกัดที่ได้รับ อย่างมีเหตุผล โดยปราศจากอคติได้ และไม่สามารถพิจารณาข้อคิดเห็นที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาผลงานของตนเอง	
คะแนนรวม (3 คะแนน)					

เฉลยใบกิจกรรมที่ 5
เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ

สถานการณ์

มานะและเพื่อนวางแผนจะไปเที่ยว จังหวัดเพชรบุรี ในช่วงวันหยุดยาว ซึ่งเดินทางจากจังหวัดนครปฐม ไปยังจังหวัดเพชรบุรี โดยใช้รถยนต์ส่วนตัว เพื่อไปถึงที่หมายก่อนเวลา 11.00 น. มานะจะขับรถด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและไม่มีการแวะพักเลย และเนื่องด้วยสถานการณ์ตอนนี้ราคาน้ำมันค่อนข้างแพง มานะและเพื่อนควรออกเดินทางจากจังหวัดนครปฐมไม่เกินกี่โมง เพื่อให้การเดินทางครั้งนี้ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากที่สุด

ตอนที่ 1

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าวปัญหา/ประเด็น คืออะไร

1) มานะและเพื่อนควรวางแผนเลือกเส้นทางอย่างไร เพื่อให้ได้ระยะทางสั้นที่สุดและประหยัดค่าใช้จ่ายให้ได้มากที่สุด 2) เวลาในการออกเดินทางเพื่อให้ถึงที่หมายตามเวลาที่ต้องการ

2. จากสถานการณ์ดังกล่าวมีเงื่อนไขมีอะไรบ้าง

มานะและเพื่อนจะต้องวางแผนการเดินทางไปเที่ยว จังหวัดเพชรบุรี โดยประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากที่สุด รวมถึงเงื่อนไขเกี่ยวกับเวลาในการออกเดินทาง

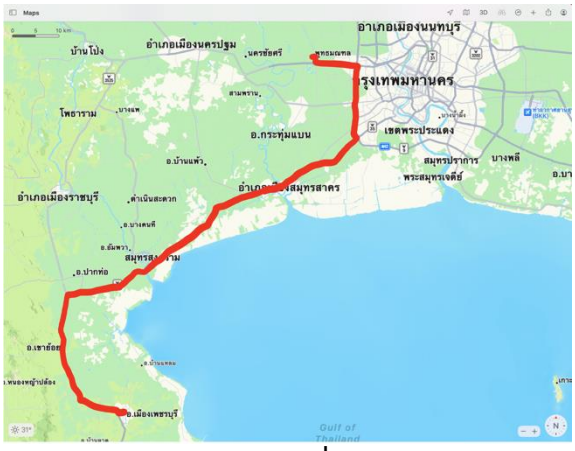
ตอนที่ 2

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

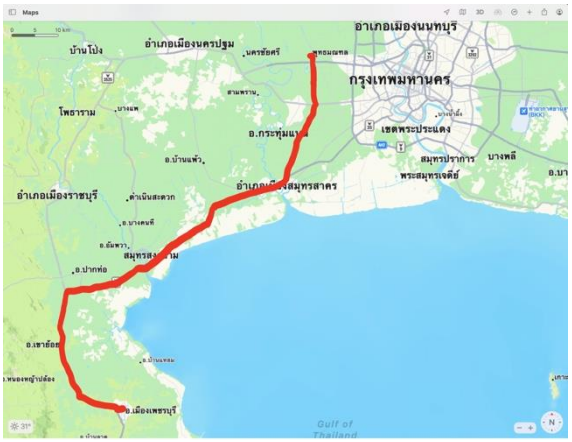
1. จงอธิบายเส้นทางจากอำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี 5 เส้นทางบนแผนที่ที่เป็นไปได้ ถ้านักเรียนต้องเลือกเดินทาง 1 เส้นทางในการเดินทาง แล้วนักเรียนจะเลือกเส้นทางใด เพราะเหตุใด

หมายเหตุ การเดินทางจะเดินทางโดยรถยนต์เท่านั้น เส้นทางที่ใช้คือถนนซึ่งเป็นเส้นสีเทาบนแผนที่

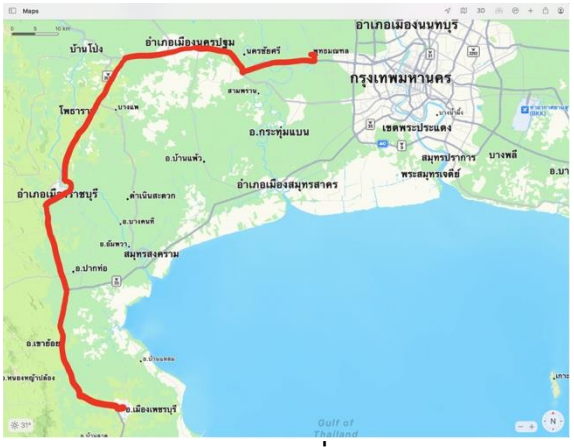
เส้นทางที่ 1



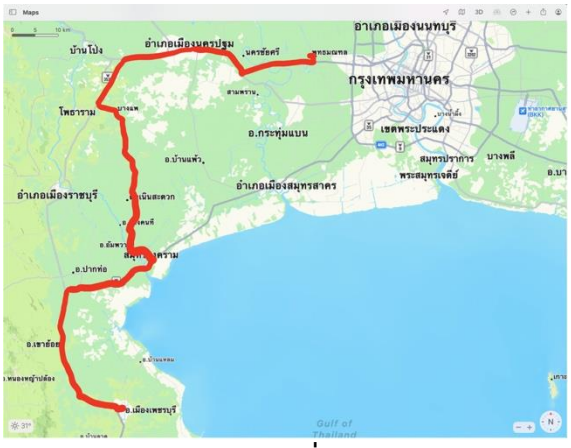
เส้นทางที่ 2



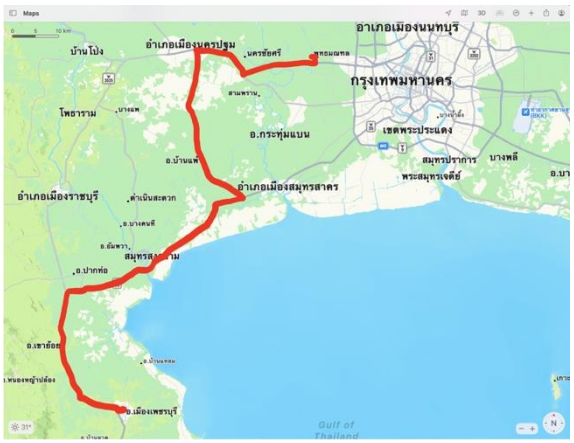
เส้นทางที่ 3



เส้นทางที่ 4



เส้นทางที่ 5



เส้นทางที่ลือก

(ตัวอย่างคำตอบที่เป็นไปได้)

เส้นทางที่ 2

เหตุผล คาดว่าจะมีระยะสั้นที่สุด เนื่องจากลากตัดตรงจากพุทธมณฑลไปสมุทรสาครก่อน แล้วจึงขับตามถนนใหญ่ไปยังเพชรบุรี

2. จงประมาณระยะทางจากบ้านเกมที่อำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี โดยใช้ไม้บรรทัดในการวัดและมาตราส่วนบนแผนที่ในการคำนวณ

แนวคิด

แนวคิด (ใช้แอปพลิเคชัน FILES บนไอแพดเพื่อเปิดไฟล์ PDF จะมีเครื่องมือไม้บรรทัด)

ความยาวของมาตรส่วน 10 กิโลเมตร คือ 1.6 หน่วย

พิจารณาความยาวบนแผนที่จากอำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี

เท่ากับ 1.7+2.8+2.5+0.6+2.6+0.2+0.8+1.8+1.2+1+1.4+1.6 = 18.2 หน่วย

คิดเป็นระยะทางจริง เท่ากับ 18.2*10/1.6 = 113.75 กิโลเมตร

3. จากระยะทางที่ประมาณได้ในข้อ 2. ให้นักเรียนคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากอำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี กำหนดราคาน้ำมัน คิดตามระยะทาง ดังนี้

น้ำมันราคาลิตรละ 39.48 บาท

ระยะทาง 18 กิโลเมตร ใช้น้ำมัน 1 ลิตร

แนวคิด ระยะทางทั้งหมดที่ใช้เดินทาง เท่ากับ 113.75 กิโลเมตร

ใช้น้ำมันทั้งหมด 113.75/18 = 6.32 ลิตร

ราคาน้ำมันราคาลิตรละ 39.48 บาท คิดเป็นเงิน 39.48*6.32 = 249.51บาท

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการเดินทางทั้งหมด เท่ากับ 249.51บาท

4. ในวันที่ต้องเดินทาง มานะและเพื่อนจะต้องออกเดินทางจากบ้านที่อำเภอพุทธมณฑลไปถึงอำเภอเมืองเพชรบุรีก่อนเวลา 11.00 น. ถ้ามานะขับรถด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและไม่มีการแวะพักเลย แล้วมานะและเพื่อนจะต้องเริ่มออกเดินทางจากบ้านไม่เกินกี่โมง

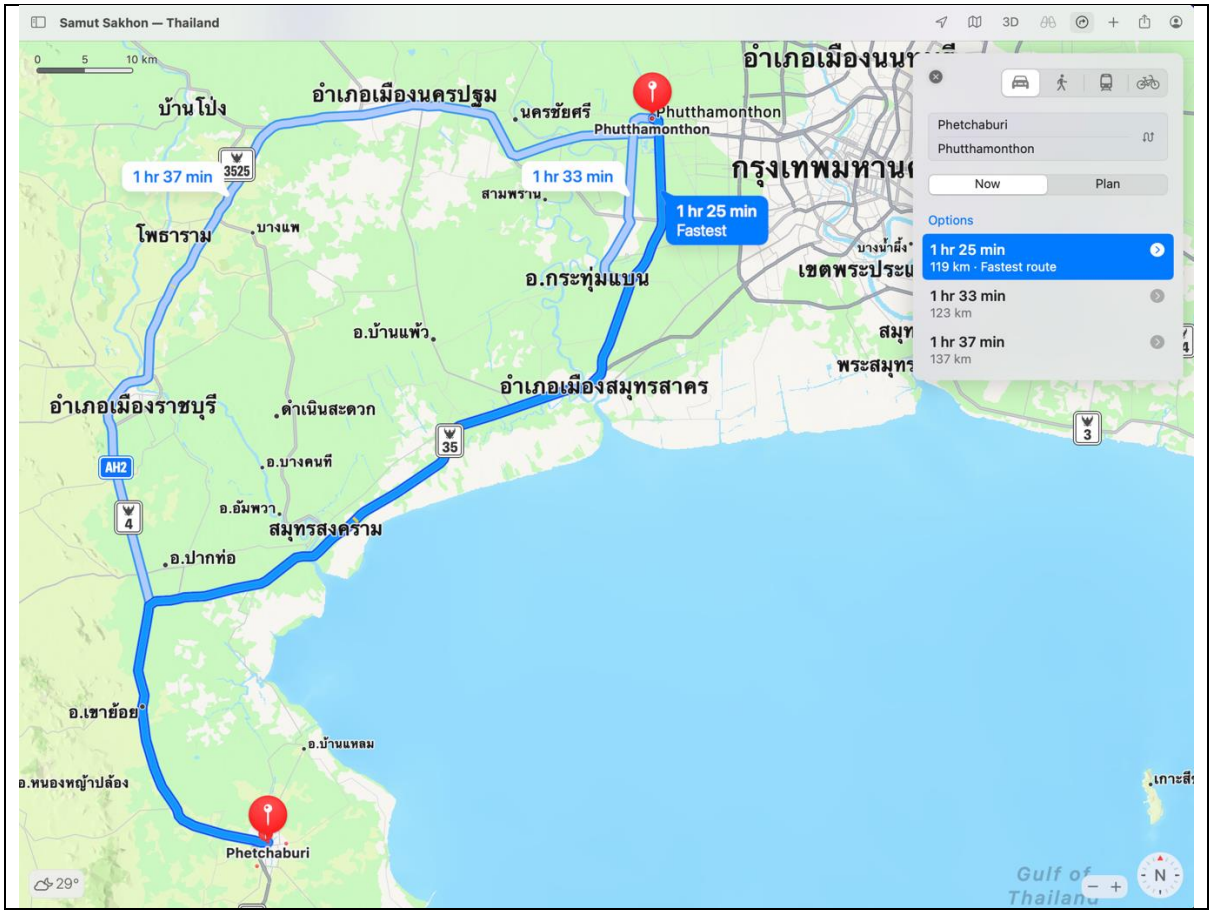
แนวคิด ระยะทางทั้งหมดที่ใช้เดินทาง เท่ากับ 113.75 กิโลเมตร

พ่อเกมขับรถด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

นั่นคือ จะใช้เวลาเดินทาง 113.75/100 = 1.1375 ชั่วโมง หรือ 1 ชั่วโมง 0.1375*60 = 8.25 นาที

ดังนั้น มานะและเพื่อนจะต้องออกจากบ้านไม่เกินเวลา 9 นาฬิกา 51.57 นาที

5. ให้นักเรียนใช้แอปพลิเคชัน Maps เพื่อตรวจสอบระยะทางจากอำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี ตามเส้นทางที่นักเรียนเลือกเทียบกับระยะทางที่คำนวณได้ในข้อ 2. (เลือกเส้นทางที่ใกล้เคียงที่สุด)



ภาพเส้นทางจากแอปพลิเคชัน Maps

ระยะทางที่คำนวณได้จากแอปพลิเคชัน เท่ากับ 119 กิโลเมตร

ระยะทางจากแอปพลิเคชันแตกต่างจากระยะทางที่นักเรียนคำนวณได้ในข้อ 2. หรือไม่ อย่างไร

ระยะทางที่คำนวณได้ในข้อ 2 มีค่าน้อยกว่าระยะทางจากแอปพลิเคชันอยู่ 119-113.75 = 5.25 กิโลเมตร

จงอธิบายว่าความแตกต่างของระยะทางดังกล่าว มาจากเหตุผลใด

ค่าความคาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น อาจจะเกิดมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

- ความคาดเคลื่อนจากการวัดมาตรส่วน 1.6 หน่วย เท่ากับ 10 กิโลเมตร ซึ่งความละเอียดอาจจะต้องมากกว่านี้
- ความคาดเคลื่อนจากการกะประมาณความยาวที่ไม่ใช่ส่วนของเส้นตรงด้วยความยาวส่วนของเส้นตรง ทำให้ค่าที่ได้มีค่าน้อยกว่าที่ควรจะเป็น

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 5

เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ

กลุ่มที่ .....

รายชื่อสมาชิก 1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความจริงมากที่สุด

หัวข้อการประเมิน	**คะแนน**				
ตอนที่ 1					
ข้อ 1.	2	1	0		
ข้อ 2.	2	1	0		
รวม (4 คะแนน)					
ตอนที่ 2					
ข้อ 1.	2	1.5	1	0.5	0
ข้อ 2.	3	2	1	0	
ข้อ 3.	1	0			
ข้อ 4.	1	0			
ข้อ 5.	2	1	0		
รวม (9 คะแนน)					
รวมคะแนนทั้งหมด (13 คะแนน)					

เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ 10.4 คะแนน (80%) ขึ้นไป ☐ ผ่าน

น้อยกว่า 10.4 คะแนน (80%) ขึ้นไป ☐ ไม่ผ่าน

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 5

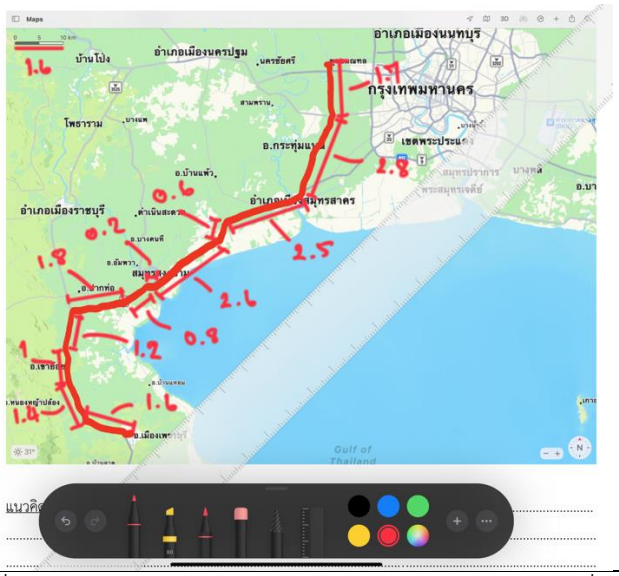
เรื่อง ไปเที่ยวกันเถอะ

ส่วนที่ 1

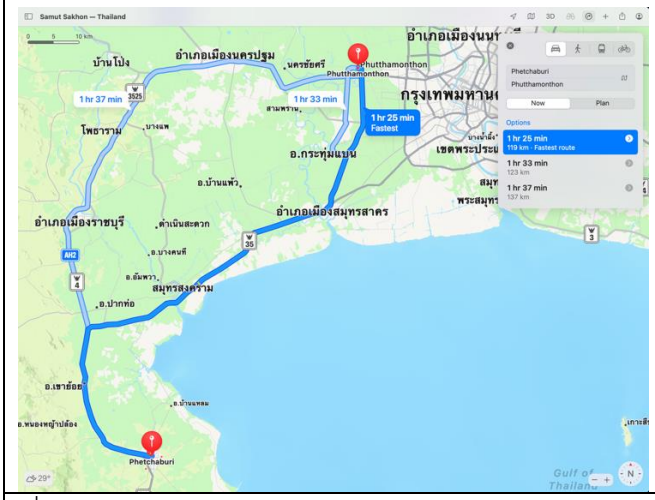
ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	2	1	0	
1. การระบุปัญหา / ประเด็น	ระบุปัญหา /ประเด็นจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุปัญหา /ประเด็นจากสถานการณ์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	ไม่สามารถระบุปัญหา / ประเด็นจากสถานการณ์ได้	
2. การระบุเงื่อนไข	ระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ ได้ถูกต้อง ครบถ้วน-	ระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	ไม่สามารถระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ได้	

ส่วนที่ 2

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
ข้อที่ 1 จงอธิบายเส้นทางจากบ้านเกมที่อำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี 3 เส้นทางบนแผนที่ที่เป็นไปได้ ถ้านักเรียนต้องเลือกเดินทาง 1 เส้นทางในการเดินทาง แล้วนักเรียนจะเลือกเส้นทางใด เพราะเหตุใด			
(2 คะแนน)	เงื่อนไข แสดงเส้นทางที่เป็นไปได้ 4-5 เส้นทาง ตัวอย่างคำตอบ 	1	1
	เงื่อนไข แสดงเส้นทางที่เป็นไปได้ 2-3 เส้นทาง	0.5	
	เงื่อนไข แสดงเส้นทางที่เป็นไปได้ 1 เส้นทาง ไม่ตอบ คำตอบไม่เกี่ยวข้อง หรือผิดทั้งหมด	0	
	เงื่อนไข เลือกเส้นทาง 1 เส้นทาง และแสดงเหตุผลที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเส้นทางที่เลือก ตัวอย่างคำตอบ - เส้นทางที่ 2 เหตุผล คาดว่าจะมีระยะสั้นที่สุด เนื่องจากลากตัดตรงจากพุทธมณฑลไปสมุทรสาครก่อน แล้วจึงขับตามถนนใหญ่ไปยังเพชรบุรี - เส้นทางที่ 3 เหตุผล คาดว่าจะมีระยะสั้น และใช้ถนนใหญ่ตลอดเส้นทาง	1	1

	เงื่อนไข ไม่ตอบ คำตอบไม่เกี่ยวข้อง หรือผิดทั้งหมด	0	
ข้อที่ 2 จงประมาณระยะทางจากอำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี โดยใช้ไม้บรรทัดในการวัดและมาตราส่วนบนแผนที่ในการคำนวณ			
(3 คะแนน)	เงื่อนไข แสดงร่องรอยการคำนวณความยาวระยะทางที่เลือกบนแผนที่ ตัวอย่างคำตอบ  	1	1
	เงื่อนไข ไม่แสดงร่องรอยการคำนวณระยะทางบนแผนที่	0	
	เงื่อนไข แสดงความยาวของมาตรส่วนเป็นหน่วยวัด ตัวอย่างคำตอบ ความยาวของมาตรส่วน 10 กิโลเมตร คือ 1.6 หน่วย	1	1
	เงื่อนไข ไม่แสดงความยาวของมาตราส่วน	0	
	เงื่อนไข แสดงการคำนวณความยาวบนแผนที่โดยใช้มาตรส่วน และเทียบบัญญัติไตรยางศ์ ตัวอย่างคำตอบ พิจารณาความยาวบนแผนที่จากอำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี เท่ากับ 1.7+2.8+2.5+0.6+2.6+0.2+0.8+1.8+1.2+1+1.4+1.6 = 18.2 หน่วย คิดเป็นระยะทางจริง เท่ากับ 18.2*10/1.6 = 113.75 กิโลเมตร	1	1
	เงื่อนไข ไม่แสดงการคำนวณ หรือวิธีการไม่ถูกต้อง	0	

ข้อที่ 3 จากระยะทางที่ประมาณได้ในข้อ 2. ให้นักเรียนคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากที่อำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี กำหนดน้ำมันราคาลิตรละ 39.48 บาท , ระยะทาง 18 กิโลเมตร ใช้น้ำมัน 1ลิตร			
(1 คะแนน)	<u>เงื่อนไข</u> แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายกำหนดราคาน้ำมันคิดตามระยะทาง ดังนี้ <u>ตัวอย่างคำตอบ</u> ระยะทางทั้งหมดที่ใช้เดินทาง เท่ากับ 113.75 กิโลเมตร ใช้น้ำมันทั้งหมด 113.75/18 = 6.32 ลิตร ราคาน้ำมันราคาลิตรละ 39.48 บาท คิดเป็นเงิน 39.48*6.32 = 249.51บาท ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการเดินทางทั้งหมด เท่ากับ 249.51บาท	1	1
	<u>เงื่อนไข</u> ไม่แสดงร่องรอยการคำนวณ	0	
ข้อที่ 4 ในเดินทางจากอำเภอพุทธมณฑลไปถึงบ้านใหม่ที่อำเภอเมืองเพชรบุรีก่อนเวลา 11.00 น. ถ้ามานะขับรถด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและไม่มีการแวะพักเลย แล้วมานะและเพื่อนจะต้องเริ่มออกเดินทางจากบ้านไม่เกินกี่โมง			
(1 คะแนน)	<u>เงื่อนไข</u> แสดงการคำนวณเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และหาเวลาเริ่มเดินทาง <u>ตัวอย่างคำตอบ</u> ระยะทางทั้งหมดที่ใช้เดินทาง เท่ากับ 113.75 กิโลเมตร พ่อเกมขับรถด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง นั่นคือ จะใช้เวลาเดินทาง 113.75/100 = 1.1375 ชั่วโมง หรือ 1 ชั่วโมง 0.1375*60 = 8.25 นาที ดังนั้น เกมจะต้องออกจากบ้านไม่เกินเวลา 9 นาฬิกา 51.57 นาที	1	1
	<u>เงื่อนไข</u> ไม่แสดงร่องรอยการคำนวณ	0	
ข้อที่ 5 ให้นักเรียนใช้แอปพลิเคชัน Maps เพื่อตรวจสอบระยะทางจากอำเภอพุทธมณฑลไปยังอำเภอเมืองเพชรบุรี ตามเส้นทางที่นักเรียนเลือกเทียบกับระยะทางที่คำนวณได้ในข้อ 3. (เลือกเส้นทางที่ใกล้เคียงที่สุด)			
(2 คะแนน)	<u>เงื่อนไข</u> แสดงภาพเส้นทางเดินทางจาก Maps หรือแอปพลิเคชันอื่นที่ใกล้เคียง	1	1

	ตัวอย่างคำตอบ  		
	เงื่อนไข ไม่ภาพเส้นทางจากแอปพลิเคชัน	0	
	เงื่อนไข แสดงความแตกต่างของระยะทางที่คำนวณได้กับจากแอปพลิเคชัน และอธิบายเหตุ ตัวอย่างคำตอบ ระยะทางที่คำนวณได้ในข้อ 2 มีค่าน้อยกว่าระยะทางจากแอปพลิเคชันอยู่ 119-113.75 = 5.25 กิโลเมตร ค่าความคาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น อาจจะเกิดมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้ - ความคาดเคลื่อนจากการวัดมาตรส่วน 1.6 หน่วย เท่ากับ 10 กิโลเมตร ซึ่งความละเอียดอาจจะต้องมากกว่านี้ - ความคาดเคลื่อนจากการกะประมาณความยาวที่ไม่ใช่ส่วนของเส้นตรงด้วยความยาวส่วนของเส้นตรง ทำให้ค่าที่ได้มีค่าน้อยกว่าที่ควรจะเป็น	1	1
	เงื่อนไข ไม่แสดงความแต่ต่างระยะทางหรือไม่แสดงเหตุผล	0	

เฉลยใบกิจกรรมที่ 6
เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน

สถานการณ์

มานี ต้องการซื้อบ้านหลังใหม่ เธอใช้เวลาในการค้นหาโครงการบ้านเดี่ยว ที่มีดีไซน์ทรงบ้านสวยๆ ออกมาให้เลือกสรรมากมายแต่ก็ยังไม่เจอแปลนบ้านหลังที่ถูกใจสักที เนื่องจากเธอให้ความสำคัญในการคำนวณหาพื้นที่ใช้สอยจากแปลนบ้าน ที่จะต้องแบ่งพื้นที่ใช้สอยได้อย่างเหมาะสม และคุ้มค่าต่อสมาชิกในครอบครัวของเธอเป็นหลัก โดยสมาชิกในครอบครัวประกอบไปด้วย พ่อและแม่ เป็นผู้สูงอายุ และลูกวัย 8-10 ปี อีก 2 คน

ส่วนที่ 1

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าวปัญหา/ประเด็น คืออะไร

การคำนวณหาพื้นที่ใช้สอยจากแปลนบ้าน

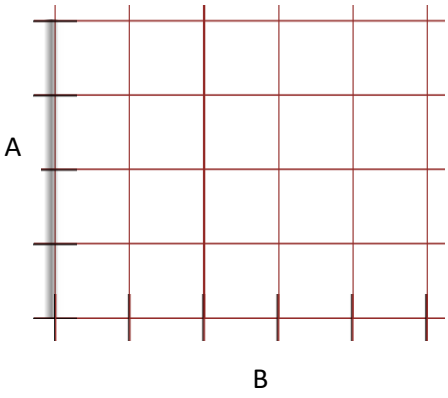
2. จากสถานการณ์ดังกล่าวมีเงื่อนไขมีอะไรบ้าง

แปลนบ้านจะต้องมีพื้นที่ใช้สอยได้อย่างเหมาะสม และคุ้มค่าต่อสมาชิกในครอบครัว

ส่วนที่ 2

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

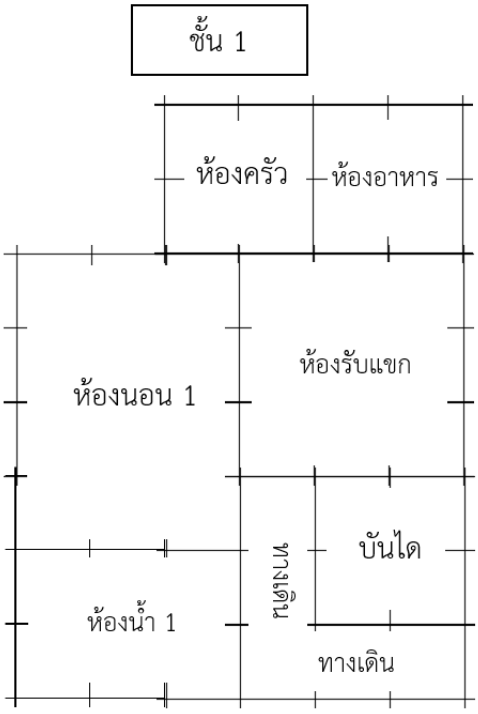
1. จากเส้นตรงด้าน A และ B จงตอบคำถามต่อไปนี้



- จากรูป ด้าน A ยาว 4 (หน่วย cm หรือ ซม.)
- จากรูป ด้าน B ยาว 5 (หน่วย cm หรือ ซม.)
- เมื่อทำการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากเส้นตรง 2 เส้นที่ตั้งฉากกัน ได้รูปสี่เหลี่ยมทั้งหมด 20 รูป (สร้างรูปด้านซ้ายมือ)
- รูปสี่เหลี่ยมเล็ก 1 รูป มีพื้นที่ 1 (หน่วย cm^2 หรือ ตร.ซม.)

เพิ่มเติม หน่วยความยาว เมตร แทนด้วยสัญลักษณ์ m หน่วยของพื้นที่ ที่เกิดจากด้านกว้างคูณด้านยาวจะเป็น m x m (เมตรคูณกัน 2 ครั้ง) ดังนั้นเขียนแทนสั้นได้ว่า m^2 อ่านว่าเมตรยกกำลังสอง หรือเรียกว่าตารางเมตร

2. จากรูปจงตอบคำถามต่อไปนี้



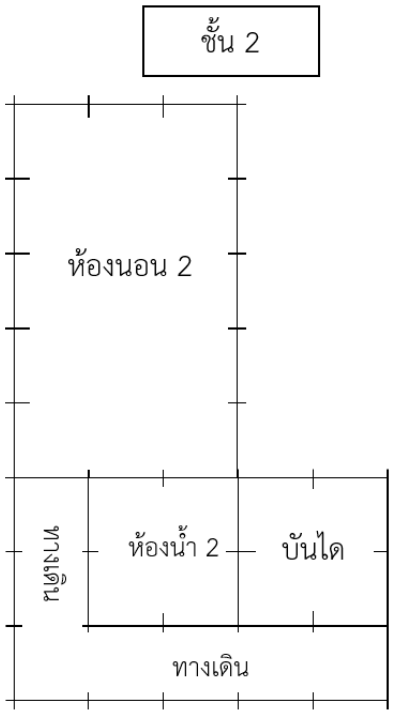
พื้นที่แต่ละห้อง

- ห้องครัวมีพื้นที่ 4 (cm^2)
- ห้องอาหารมีพื้นที่ 4 (cm^2)
- ห้องนอน 1 มีพื้นที่ 12 (cm^2)
- ห้องรับแขกมีพื้นที่ 9 (cm^2)
- ห้องน้ำ 1 มีพื้นที่ 6 (cm^2)
- ทางเดิน มีพื้นที่ 5 (cm^2)
- บันได มีพื้นที่ 4 (cm^2)

ชั้น 1 พื้นที่รวมเท่าใด (แสดงวิธีหาคำตอบ)

(แนวคำตอบเพื่อพิจารณา)

1. ขีดเส้นแบ่งพื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมเล็กๆ
2. นำพื้นที่แต่ละห้องมาบวกกัน 4+4+12+9+6+5+4 = 44 cm^2 หรือ นำพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมสองส่วนมารวมกัน (6x6)+(2x4) = 44 cm^2
3. ตรวจคำตอบว่าจำนวนสี่เหลี่ยมเท่ากันกับที่คำนวณหรือไม่



3. พื้นที่แต่ละห้อง

- ห้องนอน 2 มีพื้นที่ 15 (cm^2)
- ทางเดิน มีพื้นที่ 7 (cm^2)
- ห้องน้ำ 2 มีพื้นที่ 4 (cm^2)
- บันได มีพื้นที่ 4 (cm^2)

ชั้น 2 มีพื้นที่รวมเท่าใด (แสดงวิธีหาคำตอบ)

(แนวคำตอบเพื่อพิจารณา)

1. ขีดเส้นแบ่งพื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมเล็กๆ
2. นำพื้นที่แต่ละห้องมาบวกกัน 15+7+4+4 = 30 cm^2 หรือ นำพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมสองส่วนมารวมกัน (8x3)+(2x3)=30 cm^2
3. ตรวจคำตอบว่าจำนวนสี่เหลี่ยมเท่ากันกับที่คำนวณหรือไม่

4. เพราะเหตุใดห้องครัวจึงอยู่ด้านล่าง

เพราะ ห้องครัวเป็นที่สำหรับทำอาหารบ้างเพื่อรับแขก

ดังนั้นห้องครัวจึงควรเป็นพื้นที่ที่แขกเข้าถึงได้ง่ายไม่ต้องการความเป็นส่วนตัว

ดังนั้นห้องครัวจึงไม่จำเป็นต้องอยู่ชั้น 2 หรือคำตอบอาจเป็นอย่างอื่นได้

5. การออกแบบพื้นที่ภายในบ้าน นอกจากห้องต่างๆ แล้ว มีสิ่งใดบ้างที่ต้องคำนึงถึง

ทางเดินและบันได

6. สัดส่วนของห้องต่างๆ ในแบบบ้านนี้มีความเหมาะสมต่อครอบครัวขนาดกี่คน เพราะเหตุใด?

แปลนบ้านหลังนี้เหมาะสำหรับครอบครัว 4-5 คน ซึ่งมี 3 เหตุผลหลัก ได้แก่ เหตุผลแรกส่วนของห้องนอน ห้องนอนด้านบนสามารถนอนได้ 2-3 คน และห้องนอนด้านล่างสามารถ นอนได้ 2-3 คน เหตุผลที่สอง ห้องน้ำ 2 ห้อง สามารถทำให้คนในครอบครัวสลับใช้งานได้ เหตุผลที่สาม ห้องครัวและห้องอาหารมีความเหมาะสม ถูกแบ่งเป็นสัดส่วนออกจากห้องรับแขกทำให้การใช้งานไม่แออัด หากมีคนพักผ่อนและทานอาหาร ในเวลาเดียวกัน ดังนั้นการแบ่งสัดส่วนของบ้านจึงเหมาะสมกับครอบครัวใหญ่ 5 คน ดังที่กล่าวมา

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 6

เรื่อง แบ่งบ้านเป็นสัดส่วน

ส่วนที่ 1

ประเด็นการประเมิน	**ระดับคะแนน**			**คะแนนที่ได้**
	2	**1**	**0**	
1. การระบุปัญหา / ประเด็น	ระบุปัญหา /ประเด็นจากสถานการณ์ได้ถูกต้องครบถ้วน-	ระบุปัญหา /ประเด็นจากสถานการณ์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	ไม่สามารถระบุปัญหา / ประเด็นจากสถานการณ์ได้	
2. การระบุเงื่อนไข	ระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน-	ระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	ไม่สามารถระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ได้	
คะแนนรวม (4 คะแนน)				

ส่วนที่ 2

ประเด็นการประเมิน	**ระดับคะแนน**				**คะแนนที่ได้**
	3	**2**	**1**	**0**	
1.การคำนวณพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมได้ (ข้อที่ 1-3)	ตอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80	ตอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50	คะแนน ตอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 30	คะแนน ตอบถูกน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 30	
2. แบ่งสัดส่วนของบ้านและให้เหตุผลประกอบ (ข้อ 4 และ ข้อ 6)	ระบุสัดส่วนของบ้านพร้อมให้เหตุผลที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของสมาชิกในครอบครัวทั้ง 4-5 คน	ระบุสัดส่วนของบ้านพร้อมให้เหตุผลที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของสมาชิกในครอบครัวเพียง 2-3 คน	ระบุสัดส่วนของบ้านพร้อมให้เหตุผลที่เหมาะสมเพียงบางส่วน และคำนึงถึงความเหมาะสมของสมาชิกในครอบครัว น้อยกว่า 2 คน	ไม่สามารถระบุสัดส่วนของบ้านพร้อมให้เหตุผลที่เหมาะสมได้ และไม่สามรถคำนึงถึงความเหมาะสมของสมาชิกในครอบครัว	
คะแนนรวม (15 คะแนน)					
รวมคะแนนทั้งหมด (19 คะแนน)					

เฉลยใบกิจกรรมที่ 7
เรื่อง บันไดหรรษา

สถานการณ์

หลังจากที่มานีได้คำนวณหาพื้นที่ใช้สอยจากแปลนบ้านหลังหนึ่งแล้ว เธอค่อนข้างพอใจกับการแบ่งสัดส่วน และพื้นที่ใช้สอยภายในบ้านดังกล่าวเป็นอย่างมาก แต่เธอยังลังเลในการเลือกรูปแบบของบันไดบ้าน เธอจึงอยากทราบว่า ลักษณะของบันไดแบบใดที่จะให้ความสะดวกและความปลอดภัย ในการใช้งานได้เหมาะสมต่อสมาชิกในครอบครัว เนื่องจากสมาชิกในครอบครัวของเธอมีทั้งเด็กและผู้สูงอายุ

ส่วนที่ 1

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าวปัญหา/ประเด็น คืออะไร

มานีอยากทราบว่า ลักษณะของบันไดแบบใดที่จะให้ความสะดวกและความปลอดภัย ในการใช้งาน

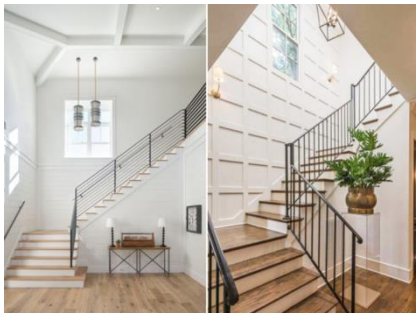
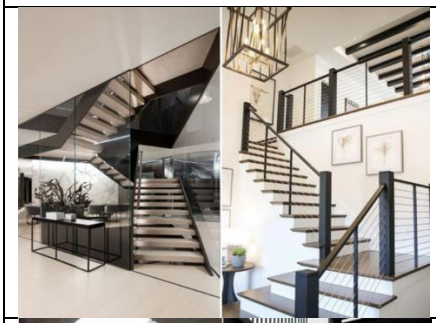
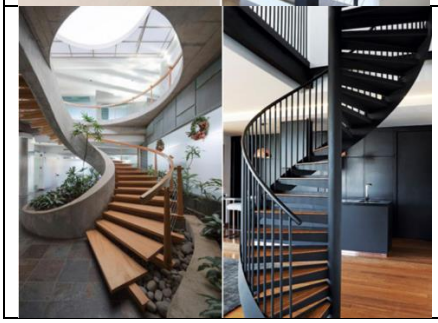
2. จากสถานการณ์ดังกล่าวมีเงื่อนไขมีอะไรบ้าง

ลักษณะของบันไดแบบใดจะให้ความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งานได้เหมาะสมต่อสมาชิกในครอบครัว เนื่องจากสมาชิกในครอบครัวของเธอมีทั้งเด็กและผู้สูงอายุ

ส่วนที่ 2

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. พิจารณารูปแบบของบันไดต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

รูปแบบของบันได	ลักษณะสำคัญของบันได	ข้อดี/ข้อจำกัด	ลักษณะของบ้านที่เหมาะสม
	เป็นทางตรงจากชั้นล่างขึ้นไปชั้นบน	ข้อดี - ใช้งานง่าย ข้อจำกัด - ไม่มีชั้นพัก - อันตรายถ้าระยะห่างระหว่างชั้นสูงเกินไป	บ้านที่มีความสูงระหว่างชั้นไม่มาก และมีพื้นที่ค่อนข้างกว้าง
	มีชั้นพัก ทำให้ขึ้นลงได้ง่ายและสะดวก	ข้อดี - มีชั้นพัก - ใช้พื้นที่มาก ข้อจำกัด - ต้องคำนึงถึงการออกแบบ การจัดวางเพื่อให้เกิดความสวยงามและเหมาะสมกับบ้าน	บ้านที่มีพื้นที่จำกัด หรือมีความสูงพอสมควร
	บันไดที่มีจุดพักสองชั้น	ข้อดี - สวย ข้อจำกัด - ใช้งานยาก - ใช้พื้นที่มาก	บ้านที่มีพื้นที่จำกัด หรือต้องการความสวยงามและมีความสูงระหว่างชั้นพอสมควร
	บันไดเกลียว มีลักษณะเป็นเกลียว แต่ละขั้นของบันไดมีสัดส่วนไม่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า	ข้อดี - ใช้พื้นที่น้อย ข้อจำกัด - ใช้งานยาก - อันตราย	บ้านที่มีพื้นที่จำกัด หรือต้องการความสวยงาม

2. พื้นที่ที่ใช้ในการสร้างบันไดที่กำหนดไว้ มีขนาดเท่าใด และมีความสูงระหว่างชั้น 1 กับชั้น 2 เท่าใด
(พิจารณาคำตอบที่สอดคล้องกับความเป็นจริง)

.....

.....

3. ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและสร้างบันไดคืออะไรบ้าง
รูปแบบ โครงสร้าง ราวบันได พื้น ความเอียง ความสูง ขนาด

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 7

เรื่อง บันไดหรรษา

ส่วนที่ 1

ประเด็นการประเมิน	**ระดับคะแนน**			**คะแนนที่ได้**
	2	**1**	**0**	
1. การระบุปัญหา / ประเด็น	ระบุปัญหา /ประเด็นจากสถานการณ์ได้ถูกต้องครบถ้วน	ระบุปัญหา /ประเด็นจากสถานการณ์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	ไม่สามารถระบุปัญหา / ประเด็นจากสถานการณ์ได้	
2. การระบุเงื่อนไข	ระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	ไม่สามารถระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ได้	
คะแนนรวม (4 คะแนน)				

ส่วนที่ 2

ข้อ	ข้อย่อย	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
		2	1	0	
1	1.1	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ตอบถูกต้องบางส่วน	ตอบไม่ถูกต้อง	
	1.2	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ตอบถูกต้องบางส่วน	ตอบไม่ถูกต้อง	
	1.3	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ตอบถูกต้องบางส่วน	ตอบไม่ถูกต้อง	
	1.4	ตอบถูกต้องครบถ้วน	ตอบถูกต้องบางส่วน	ตอบไม่ถูกต้อง	
2		ระบุพื้นที่ที่ใช้ในการสร้างบันไดที่กำหนดไว้ได้ถูกต้องครบถ้วน	ระบุพื้นที่ที่ใช้ในการสร้างบันไดที่กำหนดไว้ได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถระบุพื้นที่ที่ใช้ในการสร้างบันไดที่กำหนดไว้ได้	
3		ระบุปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและสร้างบันได ได้ถูกต้องครบถ้วน	ระบุปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและสร้างบันไดได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถระบุปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและสร้างบันไดได้	
คะแนนรวม (12 คะแนน)					

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 1**
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง Electric Dough **เวลา 7 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ป.6/1 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ป.6/2 เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ป.6/3 ออกแบบการทดสอบการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อไฟฟ้าแบบอนุกรม

ป.6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ป.6/5 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

ป.6/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานโดยบอกประโยชน์ ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือ

พัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ม.1/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ป.6/7 หาผลลัพธ์ของการบวกลบคูณหารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสำคัญของไฟฟ้า วิเคราะห์ประโยชน์และโทษของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานต่าง ๆเพื่อออกแบบโปสเตอร์รณรงค์การประหยัดไฟฟ้า และวิธีการใช้ไฟฟ้าอย่างรู้คุณค่าให้กับโรงเรียนและชุมชนได้ (K, A)

2. อธิบายและประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้า เพื่อต่อหลอดไฟให้สว่างตามเงื่อนไขที่กำหนด มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นมิตร (K, P, A)

3. ระบุและวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบการทดลอง เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของสารละลายอิเล็กโทรไลต์กับความสว่างของหลอดไฟ (K, P, A)

4. สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์อย่างสร้างสรรค์ จากการเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ความรู้และสามารถสื่อสาร และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยปราศจากอคติ เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์สิ่งประดิษฐ์ทั้งต่อตนเองและต่อกลุ่มเป้าหมายได้ (K, P, A)

สาระสำคัญ

นักเรียนศึกษาแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้า การจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับการใช้งาน สามารถวิเคราะห์ถึงความสำคัญ ประโยชน์ และโทษของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานต่าง ๆ เพื่อออกแบบโปสเตอร์รณรงค์การประหยัดไฟฟ้า และวิธีการใช้ไฟฟ้าอย่างรู้คุณค่าให้กับโรงเรียนและชุมชน ศึกษาวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรปิดและวงจรเปิด การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าโดยใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยสามารถอธิบายและประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้เพื่อต่อหลอด LED จากการลงมือปฏิบัติ และต่อหลอดไฟด้วยโปรแกรม Simulation PhET ให้สว่างจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นมิตร และมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่มของตนเอง นอกจากนี้นักเรียนจะได้ศึกษาแหล่งพลังงานอื่นที่ใช้

ในการต่อหลอด LED ให้สว่าง โดยสามารถระบุและวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบการทดลอง เพื่อสังเกตและอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของหลอด LED ที่เกิดจากการแตกตัวของไอออน กับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ความเข้มข้นต่างกัน รวมถึงนักเรียนจะต้องเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยเลือกปริมาณเกลือแกงกับสัดส่วนของน้ำที่เหมาะสมในการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์อย่างสร้างสรรค์ สามารถทดสอบประสิทธิภาพและบอกแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข สื่อสาร และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์สิ่งประดิษฐ์ ทั้งต่อตนเองและต่อกลุ่มเป้าหมายโดยปราศจากอคติ

สาระการเรียนรู้

1. องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า
2. การเขียนแผนภาพทางไฟฟ้า
3. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
4. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน
5. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เช่น การต่อหลอดไฟ LED แบบอนุกรมและแบบขนาน
6. การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน
7. การสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้า ต้องใช้ความรู้ เรื่องกลไก ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม
8. การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์
9. การใช้ Application Safari, Books, and iMovie

จุดเน้นสู้การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่21 (การเรียนรู้ 3R×8C)

3R

- ☑ R1 - Beading (อ่านออก)
- ☑ R2 - Writing (เขียนได้)
- ☑ R3 - Arithmetic (คิดเลขเป็น)

8C

- ☑ C1 - Critical Thinking and Problem Solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะ ในการแก้ปัญหา)
- ☑ C2 - Creativity and Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรรม)
- ☑ C3 - Cross-cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์)
- ☑ C4 - Collaboration, Teamwork and Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ)

☐ C5 - Communications, Information and Media Literacy (ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ)

☐ C6 - Computing and ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร)

☑ C7 - Career and Learning Skills (ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้)

☑ C8 - Compassion (ความมีเมตตากรุณา วินัย คุณธรรม จริยธรรม)

สมรรถนะผู้เรียน

☑ การจัดการตนเอง

☑ การสื่อสาร

☑ การรวมพลังทำงานเป็นทีม

☑ การเป็นพลเมืองที่แข็งแรง

☑ การคิดขั้นสูง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) (1 ชั่วโมง)

1.1 นักเรียนและครูร่วมกันศึกษาและอภิปรายสถานการณ์ ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง Electric Dough ตอนที่ 1 จาก Application Books โดยใช้ประเด็นคำถาม ดังนี้

สถานการณ์

"ณ ห้องเรียนแห่งหนึ่ง คุณครูมีการสนทนากับนักเรียนว่า ในปัจจุบันสถานการณ์การใช้พลังงานของโลกอยู่ในขั้นวิกฤตเนื่องจากมีการใช้พลังงานมากขึ้นทั้งนี้เพื่อสนองตอบต่อความสะดวกสบายของมนุษย์ส่งผลให้แหล่งพลังงานสิ้นเปลือง หรือพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด ไม่สามารถหามาทดแทนได้ เช่น ถ่านหิน นิวเคลียร์ กำลังจะหมดไป เราจึงต้องช่วยกันประหยัดพลังงานไฟฟ้า ถ้าหากในหมู่บ้านของนักเรียนเกิดวิกฤตที่ไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้ แต่เนื่องจากในเวลากลางคืนจะต้องใช้แสงสว่างในการดำรงชีวิต นักเรียนมีวิธีการใดในการคิดสิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากแป้งโดว์ ทำให้หลอดไฟ LED สว่างได้ และมีอุปกรณ์ไฟฟ้าครบทุกอย่างยกเว้นสายไฟ ซึ่งนักเรียนจะต้องหาวัตถุดิบในครัวว่ามีสิ่งใดที่จะสามารถทดแทนสายไฟได้บ้าง"

คำถาม จากสถานการณ์ปัญหาคืออะไร

แนวคำตอบ หมู่บ้านเกิดวิกฤตที่ไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้ แต่เนื่องจากในเวลากลางคืนจะต้องใช้แสงสว่างในการดำรงชีวิต

1.2 ครูชี้แจงเงื่อนไขในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์ ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง Electric Dough ตอนที่ 3 จาก Application Books โดยใช้ประเด็นคำถาม ดังนี้

ตอนที่ 2 เงื่อนไขในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์

เงื่อนไข

ให้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ โดยสิ่งประดิษฐ์ต้อง**มีแสงสว่าง**จากหลอดไฟ LED อย่างสร้างสรรค์ มีการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างหลากหลาย โดยไม่ใช้ลวดตัวนำ (สายไฟ) ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้เท่านั้น ซึ่งนักเรียนสามารถร่วมกันวิเคราะห์และออกแบบโดยใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4

ข้อจำกัด

1) สิ่งประดิษฐ์ต้องมีความสร้างสรรค์และมีสีสันจากแสงสว่างของหลอด LED
2) สิ่งประดิษฐ์จะต้องเสร็จทันเวลาที่กำหนด และมีองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าครบถ้วนและถูกต้อง

คำถาม จากเงื่อนไขดังกล่าวนักเรียนจะต้องออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์ อย่างไร

แนวคำตอบ ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ ให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจรโดยใช้วงจรไฟฟ้าอย่างหลากหลายและมีองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าที่ถูกต้อง และสิ่งประดิษฐ์ต้องมีแสงสว่าง มีสีสันจากหลอด LED

คำถาม ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ นักเรียนจะต้องใช้องค์ประกอบทางไฟฟ้า ใดบ้าง

แนวคำตอบ ถ่านไฟฉาย (เซลล์ไฟฟ้า) แป้งโดว์ และหลอดไฟ LED

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

2.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ที่ใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ โดยครูใช้ประเด็นคำถาม ดังนี้

คำถาม จากการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1- 3 นักเรียนจะนำความรู้เกี่ยวกับเรื่องใดบ้างมาช่วยในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์

แนวคำตอบ 1. ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
2. วงจรปิดและวงจรเปิด
3. การวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน
4. กระแสไฟฟ้า
5. สารละลายอิเล็กโทรไลต์กับการทำแป้งโดว์

2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน ตามความเหมาะสม ทำกิจกรรมเพื่อนำความรู้ แนวคิดมาใช้และประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ เช่น ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ และการผลิตกระแสไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้า โดยมีกิจกรรม ดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความสำคัญของไฟฟ้า

2.3 นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3-4 คน คละความสามารถและเพศ (กลุ่มเดิมจากคาบที่ 1)

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าและใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความสำคัญของไฟฟ้า จาก Application Books

2.5 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าและใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความสำคัญของไฟฟ้า จาก Application Books

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 1 เรื่อง ความสำคัญของไฟฟ้า กิจกรรมที่ 1.1 สำรวจการใช้ไฟฟ้าในกิจวัตรประจำวัน จาก Application Books

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบโปสเตอร์ กิจกรรมที่ 1.2 การรณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดเพื่อลดภาวะโลกร้อนลงใน Application Numbers โดยสามารถค้าหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก Application Safari

2.8 ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอโปสเตอร์รณรงค์ลดการใช้ไฟฟ้า

2.9 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเรื่อง แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 1 เรื่อง ความสำคัญของไฟฟ้า ใน Application Books โดยใช้ประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

คำถาม หากในชีวิตประจำวันของนักเรียนไม่มีไฟฟ้าใช้จะเกิดผลกระทบอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ มีความยุ่งยากในการใช้ชีวิต ขาดสิ่งอำนวยความสะดวกในหลาย ๆ ด้าน ส่งผลทำให้เกิดความยุ่งยากและเสียเวลาในการทำกิจวัตรและใช้ชีวิตประจำวัน

คำถาม ยกตัวอย่างพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานธรรมชาติพร้อมทั้งระบุผลกระทบในเชิงลบและเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อม

แนวคำตอบ โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก มีผลกระทบในเชิงบวก คือ การมีส่วนช่วยในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการสร้างกระแสไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ และผลกระทบในเชิงลบ คือ พื้นที่ป่าและปริมาณสัตว์ป่ารอบเขื่อน ที่ทุกครั้งที่เกิดการสร้างเขื่อนขึ้น ต้นไม้หลายพันหลายหมื่นต้นจะถูกทำลายจากการจมลงในกระแสน้ำหรือถูกโค่นนั้นเอง

คำถาม แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เป็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตกระแสไฟฟ้า

แนวทางการแก้ปัญหา ช่วยกันปลูกป่าทดแทนต้นไม้ที่เกิดจากการสูญเสียในการสร้างเขื่อนผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ

กิจกรรมที่ 2 วงจรไฟฟ้าน่ารู้

กิจกรรมที่ 2.1 การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (1 ชั่วโมง)

2.10 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน คละเพศชายและเพศหญิง

2.11 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ จาก Application Books

2.12 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ จาก Application Books โดยครูใช้ประเด็นคำถาม ดังนี้

คำถาม วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายที่ทำให้หลอดไฟสว่างได้ มีส่วนประกอบอะไรบ้าง

แนวคำตอบ ถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้า

คำถาม วงจรและวงจรเปิดมีความแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ วงจรปิด คือ วงจรที่มีการไหลของกระแสไฟฟ้าได้ครบวงจรและวงจรเปิด คือ วงจรที่มีการไหลของกระแสไฟฟ้าไม่ครบวงจร

คำถาม การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า มีประโยชน์อย่างไร

แนวคำตอบ การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้ามีประโยชน์ คือ ช่วยประหยัดเวลาในการสื่อสารการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ด้วยการใช้สัญลักษณ์แทนการวาดภาพ และสื่อความหมายให้เข้าใจตรงกันได้ง่ายและรวดเร็ว

2.13 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทดลอง ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ ใน Application Books

2.14 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายวัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ ใน Application Books

2.15 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ ใน Application Books

2.16 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลจากการทำกิจกรรมที่ 2.1 การทดลอง เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจาก Application Keynote พร้อมคำถามหลังการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ ใน Application Books

คำถาม จากการทดลองในวงจรไฟฟ้าประกอบด้วยอุปกรณ์ใดบ้าง

แนวคำตอบ ถ่านไฟฉาย สายไฟ หลอดไฟ

คำถาม นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดหลอดไฟฟ้าจึงสว่าง

แนวคำตอบ กระแสไฟฟ้าเดินทางจากขั้วบวกของถ่านไฟฉายผ่านสายไฟฟ้าไปยังหลอดไฟฟ้าและผ่านหลอดไฟฟ้ากลับไปยังขั้วลบของถ่านไฟฉาย หลอดไฟจึงสว่าง กระแสไฟฟ้าเดินทางได้ครบวงจร เรียกว่า “วงจรปิด”

คำถาม นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด เมื่อปลดสายไฟฟ้าออก 1 เส้น หลอดไฟฟ้าจึงไม่สว่าง

แนวคำตอบ เพราะเมื่อปลดสายไฟฟ้าออก 1 เส้น ทำให้กระแสไฟฟ้าเดินทางไม่ครบวงจร หลอดไฟฟ้าจึงไม่สว่าง เรียกว่า “วงจรเปิด”

2.17 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลอง เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ใน Application Keynote

แนวสรุป จากการทดลอง เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย วงจรไฟฟ้าประกอบด้วย ถ่านไฟฉาย หลอดไฟฟ้า สายไฟฟ้าเมื่อต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ให้ เชื่อมต่อกันทั้งหมด ทำให้มีเส้นทางที่กระแสไฟฟ้า ผ่านได้ครบรอบ หลอดไฟฟ้าจะสว่าง เมื่อต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ไม่ต่อเชื่อมกันทั้งหมด หลอดไฟฟ้าจะไม่สว่าง โดยการต่อวงจรไฟฟ้าแบบวงจรปิดหรือการต่อแบบที่ส่วนประกอบต่าง ๆ เชื่อมต่อกันทั้งหมด จนทำให้มีเส้นทางให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ในวงจรไฟฟ้าได้ครบรอบ ทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างได้ ส่วนการต่อวงจรไฟฟ้าแบบวงจรเปิดหรือการต่อแบบที่ส่วนประกอบต่าง ๆ ไม่เชื่อมต่อกันทั้งหมด จะไม่มีกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า ทำให้หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า จะใช้การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าแทนการวาดรูป ซึ่งทำได้โดยใช้สัญลักษณ์แสดงส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าโดยมีถ่านไฟฉายต่อเข้ากับสายไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า เราสามารถเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าได้โดยนำสัญลักษณ์แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ ของวงจรไฟฟ้ามาเขียนต่อกัน ให้ขีดยาวและขีดสั้นของสัญลักษณ์เซลล์ไฟฟ้าอยู่ในตำแหน่งที่สอดคล้องกับขั้วบวกและขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าจริงแล้วเขียนเส้นแทนสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างสัญลักษณ์ของหลอดไฟฟ้าและเซลล์ไฟฟ้า ซึ่งการเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้ามีประโยชน์นอกจากจะช่วยลดระยะเวลาการวาดรูปวงจรไฟฟ้า แล้วการใช้สัญลักษณ์ที่เป็นสากลยังทำให้เราสามารถเข้าใจสิ่งที่ต้องการสื่อสารได้ตรงกัน)

กิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน (1 ชั่วโมง)

2.18 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนานจาก Application Books

2.19 นักเรียนและครูร่วมกันอธิบายความแตกต่างของการต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนาน จากใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน จาก Application Books

แนวทางการอธิบาย การต่อหลอดไฟฟ้าทำได้ 2 แบบ คือ 1) การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดแบบวางเรียงกัน 2) การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟแต่ละหลอดแบบวางขนานกัน

2.20 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ กิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ใน Application Books

2.21 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารับวัสดุอุปกรณ์การทดลองเรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนาน

2.22 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายขั้นตอนและวิธีการทดลองเรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนานจากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ กิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ใน Application Books ที่กำหนดให้ ดังนี้

1) การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม ใช้หลอดไฟ LED 3 ดวง และเมื่อถอดหลอดไฟ LED ออก 1 ดวง

2) การต่อหลอดไฟแบบขนาน ใช้หลอดไฟ LED 3 ดวง และเมื่อถอดหลอดไฟ LED ออก 1 ดวง

2.23 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการทดลองเรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนาน

2.24 นักเรียน 1 กลุ่ม เป็นตัวแทนออกมานำเสนอผลจากการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2.25 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานจาก Application Keynote

แนวสรุป 1)การต่อหลอดไฟ LED แบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟ LED แบบเรียงต่อกัน โดยกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟ LED แต่ละดวงจะมีปริมาณเดียวกัน เมื่อถอดหลอดไฟ LED ดวงใดดวงหนึ่งออกจะทำให้หลอดไฟ LED ที่เหลือดับทั้งหมด เพราะทำให้วงจรไฟฟ้าไม่ครบวงจรและไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 2)การต่อหลอดไฟ LED แบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟ LED แต่ละดวงคร่อมกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าแยกผ่านแต่ละเส้นทางตามสายไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟ LED แต่ละดวง เมื่อถอดหลอดไฟ LED ดวงใดดวงหนึ่งจะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นทางนั้น แต่เส้นทางอื่นยังมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่ ทำให้หลอดไฟ LED ที่เหลือยังคงสว่างอยู่

กิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง Circuit Construction

2.26 นักเรียนทำกิจกรรมผ่าน Simulation PhET เรื่อง Circuit Construction เพื่อศึกษาการต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนาน และก่อนที่นักเรียนทำงานมีการวางแผนการทำงานร่วมกัน

2.27 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการทำงาน 5 นาที พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการทำงาน

2.28 นักเรียนและครูร่วมกันอธิบายวิธีการ ใช้ PhET เรื่อง Circuit Construction ในใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การต่อหลอดไฟจาก PhET จาก Application Books

2.29 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติทำการศึกษาโปรแกรม PhET เรื่อง Circuit Construction และบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ กิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง Circuit Construction ใน Application Books โดยมีประเด็นในการศึกษาคือ การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนาน โดยใช้หลอดไฟ 5 ดวง

2.28 นักเรียนและครูร่วมกันตอบคำถามพร้อมทั้งบันทึกลงใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ กิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง Circuit Construction ใน Application Books

เมื่อต่อหลอดไฟจำนวนเท่ากันแบบอนุกรมและแบบขนาน ความสว่างของหลอดไฟเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน 1)การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรอนุกรมจะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากแหล่งกำเนิด แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจรจะมีค่าน้อย

แต่ว่าแรงดันที่ตกคร่อมละชิ้นเมื่อรวมกัน จะมีแรงดันเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่ามากกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดที่ต่ออยู่ในวงจร ความสว่างของหลอดไฟจึงมีน้อย 2)การต่อหลอดไฟแบบขนานกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรขนาน จะมีค่าเท่ากับกระแสในแต่ละสาขาของวงจรรวมกัน แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจร จะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร ความสว่างของหลอดไฟจึงมีมาก

คำถาม เมื่อถอดหลอดไฟออก 1 ดวง ความสว่างของหลอดไฟ เมื่อต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน เป็นอย่างไร

แนวคำตอบ 1) การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือจะดับหมด เพราะทำให้วงจรไฟฟ้าไม่ครบวงจรหรือเป็นวงจรเปิด จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า 2) การต่อหลอดไฟแบบขนาน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่าง เพราะมีเส้นทางอื่นที่ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านครบวงจรได้

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือ (1 ชั่วโมง)

2.29 นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3-4 คน คละความสามารถและเพศ (กลุ่มเดิมจากคาบที่ 1)

2.30 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิโทรไลต์

2.31 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายใบความรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิโทรไลต์ ตัวแทนกลุ่มมารับอุปกรณ์การทดลอง เรื่อง ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือ

2.32 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายวิธีการทำการทดลองจากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 3 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ เรื่อง ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือใน Application Books

2.33 นักเรียน 1 กลุ่ม เป็นตัวแทนออกมานำเสนอผลจากการทำกิจกรรมเรื่อง ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือหน้าชั้นเรียน

2.34 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 3 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ กิจกรรมที่ 3 เรื่อง ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือใน Application Books

แนวการอภิปราย เนื่องจาก เกลือหรือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่เป็นสารประกอบไอออนิก เมื่อละลายกับน้ำจะแตกตัวเป็นสารละลายอิเล็กทรอไลท์ (Electrolyte) ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถนำไฟฟ้าได้ ดังนั้น เมื่อเรานำเกลือละลายในน้ำตามอัตราส่วนตามตารางบันทึกผล โดยเพิ่มปริมาณเกลือขึ้นหลอดไฟ LED ของจึงสว่างขึ้น ตามปริมาณความเข้มข้นของสารละลายน้ำเกลือ ในการทดลองหากเกลือไม่สามารถละลายได้แล้ว เกิดจากสารละลายน้ำเกลือเข้มข้น เป็นสารละลายที่มีปริมาณของตัวละลายอยู่มากในสารละลาย เมื่อน้ำเกลือประกอบด้วยน้ำเป็นตัวทำละลายและเกลือเป็นตัวละลาย เมื่อเราค่อยๆ เติมเกลือครั้งละ 10 กรัม ไปเรื่อย ๆ พบว่าเกลือจะละลายได้หมด แต่เมื่อเติมเกลือเรื่อย ๆ แล้วเกลือละลายได้ไม่หมด เพราะว่าสารละลายอิ่มตัวหรือตัวทำละลายไม่สามารถละลายตัวละลายได้อีก

2.35 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองและตอบคำถามหลังการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 3 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ กิจกรรมที่ 3 เรื่อง ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือใน Application Books

2.36 นักเรียนตอบคำถามหลังการทดลอง โดยใช้ประเด็นคำถาม ดังนี้

คำถาม เมื่อปริมาณเกลือแกงในน้ำมากขึ้น หลอดไฟสว่างมากขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เนื่องจากถ้าปริมาณเกลือแกงในน้ำมากขึ้น ความสว่างของหลอดไฟจะมากขึ้นด้วย เพราะเมื่อเติมเกลือแกงที่เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในอัตราที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีการเพิ่มจำนวนของไอออนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นความสามารถในการนำไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้นและทำให้หลอดไฟมีความสว่างเพิ่มมากขึ้น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) (1 ชั่วโมง)

3.1 ตัวแทนนักเรียนรับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง Electric Dough ตอนที่ 2 เรื่อง Get to Know your Conductive Dough

3.2 ชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมว่านักเรียนจะต้องทำแป้งโดว์ที่สามารถนำไฟฟ้าได้จากวัสดุ ที่กำหนดให้ดังนี้ (<u>สารเคมี</u> 1. เกลือแกง 2. แป้งสาลี 3. น้ำกลั่น 4. สีผสมอาหาร <u>วัสดุและอุปกรณ์</u> 1. หลอด LED ขนาดเล็ก (1.5V) 2. สายไฟ ที่ต่อกับคลิปปากจระเข้ 3. ถ่านไฟฉาย 1.5 V 4. ภาชนะสำหรับผสม)

3.3 นักเรียนทบทวนความรู้ที่เรียนจากใบความรู้ผ่าน Application keynote เรื่อง (1) ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น (2) วงจรปิดและวงจรเปิด (3) การวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน (4) กระแสไฟฟ้า และ (5) สารละลายอิเล็กโทรไลต์กับการทำแป้งโดว์ หรือสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม ผ่าน Application Safari และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปรายละเอียดขององค์ความรู้ที่จะนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ผ่าน Application Note

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสรุปองค์ความรู้ที่จะนำมาใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ ผ่าน Padlet เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกัน

<u>ตอนที่ 1 เรื่อง Get to Know your Conductive Dough</u>

3.5 นักเรียนศึกษาและสืบค้นส่วนผสม และวิธีการทำแป้งโดว์ที่สามารถนำไฟฟ้าได้โดยการใช้ภาษาไทยและภาษาอังกฤษโดยการใช้ Application Safari พร้อมทั้งบันทึกผลการค้นหาลงใน Application Books

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลการสืบค้นส่วนผสม และวิธีการทำแป้งโดว์ที่สามารถนำไฟฟ้าได้ได้หน้าชั้นเรียน โดยการใช้ Application keynote

3.7 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ ส่วนผสม วิธีการทำแป้งโดว์ ที่สามารถนำไฟฟ้าได้จาก Application keynote

3.8 นักเรียนแต่กลุ่มร่วมกันตอบคำถามใน Application Numbers โดยมีประเด็นคำถาม ดังนี้

คำถาม นักเรียนคิดว่าส่วนผสมใดที่ทำให้แป้งโดว์สามารถนำไฟฟ้าได้

แนวคำตอบ ส่วนผสมของเกลือ

3.9 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับวัสดุอุปกรณ์ในการทำแป้งโดว์กลุ่มละ 1 ชุด

3.10 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมตอนที่ 2 เรื่อง Get to Know your Conductive Dough พร้อมกับบันทึกผลการทำกิจกรรมลง Application Books

3.11 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแป้งโดว์ที่ได้ มาต่อวงจรไฟฟ้าแบบอย่างง่าย แบบอนุกรมและแบบขนาน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการนำไฟฟ้าของแป้งโดว์ พร้อมกับบันทึกผลการทำกิจกรรมลง Application Books

3.12 ครูและนักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมตอนที่ 2 เรื่อง Get to Know your Conductive Dough และร่วมกันสรุปการทำแป้งโดว์ที่สามารถนำไฟฟ้าได้ ดังนี้

คำถาม สูตรแป้งโดว์ที่ใช้และความเข้มข้นของสารอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมสำหรับการต่อวงจรไฟฟ้า

แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน

คำถาม การต่อวงจรไฟฟ้าแบบใดที่ทำให้หลอดไฟสว่างเพราะเหตุใด

แนวคำตอบ การต่อวงจรแบบปิดโดยต่อสายไฟกับขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าปลายอีกด้านหนึ่งของสายไฟต่อเข้ากับหลอดไฟในขณะที่สายไฟอีกเส้นหนึ่งต่อกับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับหลอดไฟทำให้มีเส้นทางครบวงจรกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบรอ

3.13 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำตอนที่ 3 เรื่อง สิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ โดยออกแบบและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าลงใน ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง Electric Dough ตอนที่ 3 เรื่อง สิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์

3.14 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปแนวทางในการออกแบบ โดยใช้องค์ความรู้ เรื่อง แป้งโดว์ไฟฟ้า การต่อวงจรอย่างง่าย วงจรไฟฟ้าแบบขนานและอนุกรม ลงใน Application Numbers

3.15 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ หน้าชั้นเรียนโดยใช้ Application Numbers

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) (1 ชั่วโมง)

4.1. นักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 3 ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์ โดยใช้ Application keynote โดยมีองค์ประกอบของการออกแบบ ดังนี้

1) ชื่อของสิ่งประดิษฐ์ ออกแบบเพื่อกลุ่มเป้าหมายใด เหตุผลในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์และประโยชน์ของสิ่งประดิษฐ์

2) ใช้วงจรไฟฟ้าแบบใดในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และให้ระบุองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

3) รูปภาพของสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนออกแบบ

4.2. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ ตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมกับบันทึกผลการทำกิจกรรมลง Application Books

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

5.1 นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ ว่าหลอดไฟมีความสว่างและมีสีสันหรือไม่ และบันทึกผลการทดสอบลงใน Application Books

5.2 นักเรียนนำผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ หาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้หลอดไฟสว่าง แล้วนำไปทดสอบการทำงานอีกครั้ง และบันทึกผลการทดสอบลงใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง Electric Dough ตอนที่ 3 เรื่อง สิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์

5.3 นักเรียนบันทึกผลการทดสอบและแนวทางการปรับปรุงแก้ไขลงในและบันทึกผลการทดสอบลงนำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง Electric Dough ตอนที่ 3 เรื่อง สิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) (1 ชั่วโมง)

6.1 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปประเด็นและความรู้ที่ได้จากการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ โดยใช้ประเด็นคำถาม ดังนี้

คำถาม ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ นักเรียนจะต้องใช้ส่วนประกอบ อะไรบ้าง

แนวคำตอบ: แบตเตอรี่ แป้งโดว์ หลอดไฟ LED

คำถาม การต่อวงจรไฟฟ้าในสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ นักเรียนคิดว่าแป้งโดว์ทำหน้าที่อะไร

แนวคำตอบ: แป้งโดว์ ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (สายไฟ) จากนั้นนำหลอดไฟ LED มาต่อเข้าแป้งโดว์และนำถ่านไฟฉายที่เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าต่อเข้ากับตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจร (วงจรปิด) และหลอดไฟจะสว่าง

คำถาม แป้งโดว์จะนำไฟฟ้าได้ดีจะต้องเลือกสารเคมีชนิดใด เพราะเหตุใดจึงเลือกสารเคมีชนิดนั้น

แนวคำตอบ: เลือกใช้เกลือแกงละลายในน้ำแล้วเติมลงในแป้งโดว์ เนื่องจาก NaCl และ $NaHCO_3$ เป็นสารประกอบไอออนิกที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ซึ่งสามารถนำไฟฟ้าได้ แต่ NaCl ที่แตกตัวให้ Na^+ และ Cl^- มีประจุต่อมวลของสารสูงกว่า $NaHCO_3$ ที่แตกตัวให้ Na^+ และ HCO_3^- ดังนั้น จึงน่าจะใช้เกลือแกงในปริมาณที่น้อยกว่าเบกกิ้งโซดาในการทำให้แป้งโดว์นำไฟฟ้า ส่วนน้ำตาลทรายเมื่อละลายน้ำแล้วไม่แตกตัวได้สารละลายอิเล็กโทรไลต์

คำถาม นักเรียนเลือกใช้การต่อวงจรไฟฟ้าแบบใด เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ: การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน เพราะ การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานและอนุกรมมีผลต่อความสว่างของหลอด LED โดยหากหลอด LED แบบขนานจะทำให้มีความสว่างมากกว่าการต่อแบบอนุกรม เนื่องจากการต่อแบบขนานจะทำให้หลอด LED ทั้งสองหลอดมีความต่างศักย์เท่ากับความต่างศักย์ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ส่วนการต่อแบบอนุกรม ความต่างศักย์ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจะถูกแบ่งออกให้แต่ละหลอด ทำให้ความสว่างน้อยลง

6.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ ดังนี้

แนวคำตอบ: ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ มีการใช้ความรู้เกี่ยวกับวิชาเคมีในเรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์ การแตกตัวของสารเมื่อละลายน้ำและมวลต่อโมลของสาร เพื่อใช้ในการเลือกสารที่คาดว่าจะใช้น้อยที่สุดในการทำให้แป้งโดว์นำไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีการใช้ความรู้เกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อทำให้ครบวงจรและหลอด LED สว่าง โดยวงจรไฟฟ้าเป็นเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าผ่านได้ครบรอบประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสายไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเช่นถ่ายไฟฉายหรือแบตเตอรี่ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้าสายไฟฟ้าเป็นตัวนำไฟฟ้าทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าด้วยกันเครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่นการต่อวงจรไฟฟ้าวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจรทำให้โหลดหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรนั้น ๆ ทำงานคือวงจรปิดการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมเป็น การต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วบวกกับขั้วลบเรียงกันไปตามลำดับเพื่อให้กระแสไฟฟ้าเดินทางเดินทางเดียวหลอดไฟฟ้าจะสว่างกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานแต่ระยะเวลาในการใช้งานสั้นกว่า

6.3 นักเรียนตอบคำถามการสะท้อนความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) ที่ได้จากการทำกิจกรรมลงในใน Application Numbers

แนวคำตอบ: S : วิทยาศาสตร์ วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน และสารละลายอิเล็กโทรไลต์

T : เทคโนโลยี การออกแบบวงจรไฟฟ้าและการเลือกใช้วัสดุในการทำแป้งโดว์ไฟฟ้า

E : วิศวกรรมศาสตร์ ทดสอบประเมินประสิทธิภาพและปรับแก้ไขต้นแบบ

M : คณิตศาสตร์ การบวก ลบ คูณ หาร)

สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง Electric Dough
    (1) ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า
    (2) ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้
    (3) ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนาน
    (4) ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การต่อหลอดไฟจาก PhET
    (5) ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิโทรไลต์ ใน Application Books
2. ใบกิจกรรม เรื่อง Electric Dough
    - ใบกิจกรรมที่ 1 Electric Dough แบ่งออกเป็น 3 ตอนย่อย ได้แก่
        ตอนที่ 1 เรื่อง ประเด็นปัญหา
        ตอนที่ 2 เรื่อง Get to Know your Conductive Dough
        ตอนที่ 3 เรื่อง การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์
    - ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ แบ่งออกเป็น 3 ตอนย่อย ได้แก่
        ตอนที่ 1 เรื่อง ความสำคัญของไฟฟ้า
        ตอนที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้
        ตอนที่ 3 เรื่อง ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือ
3. Application
    (1) Keynote เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้
    (2) Application Safari, Books, Keynote, and iMovie
4. PhET เรื่อง Circuit Construction

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. อธิบายความสำคัญของไฟฟ้า วิเคราะห์ประโยชน์และโทษของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานต่าง ๆ เพื่อออกแบบโปสเตอร์รณรงค์การประหยัดไฟฟ้า และวิธีการใช้ไฟฟ้าอย่างรู้คุณค่าให้กับโรงเรียนและชุมชนได้ (K, A)	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 1 เรื่อง ความสำคัญของไฟฟ้า - แบบประเมินสมรรถนะการสื่อสาร	ร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์
2. อธิบายและประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า เพื่อต่อหลอดไฟให้สว่างตามเงื่อนไข ที่กำหนด มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นมิตร (K, P, A)	- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้ ตอนที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้ และตอนที่ 3 เรื่อง ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือ	ร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์
3. ระบุและวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบการทดลอง เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของสารละลายอิเล็กโทรไลต์กับความสว่างของหลอดไฟ (K, P, A)	- ใบกิจกรรมที่ 1 Electric Dough ตอนที่ 1 เรื่อง ประเด็นปัญหา, ตอนที่ 2 เรื่อง Get to Know your Conductive Dough และตอนที่ 3 เรื่อง การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์ - แบบประเมินสมรรถนะความคิดสร้างสรรค์	ร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์
4. สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์อย่างสร้างสรรค์ จากการเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ความรู้ และสามารถสื่อสาร และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยปราศจากอคติ เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์สิ่งประดิษฐ์ทั้งต่อตนเองและต่อกลุ่มเป้าหมายได้ (K, P, A)	- ใบกิจกรรมที่ 1 Electric Dough ตอนที่ 2 เรื่อง Get to Know your Conductive Dough และตอนที่ 3 เรื่อง การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์ - แบบประเมินสมรรถนะความคิดสร้างสรรค์	ร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์

ใบความรู้ที่ 1
เรื่อง แหล่งพลังงาน

แหล่งพลังงาน คือ แหล่งพลังงานที่เกิดขึ้น หรือมีอยู่แล้วตามธรรมชาติสามารถนำมา ใช้ประโยชน์ได้โดยตรง

แหล่งพลังงานที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

แหล่งพลังงานที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า คือ แหล่งพลังงานที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าแบ่งได้เป็น 2ประเภท คือแหล่งพลังงานหมุนเวียน คือพลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไปหามาทดแทนได้ เช่น กังหันลมผลิตไฟฟ้า พลังงานงานผลิตกระแสไฟฟ้าจากเขื่อน พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์เป็นต้น ส่วนพลังงานที่มีจำกัด คือ พลังงานใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถหามาทดแทนได้ เช่นถ่านหิน นิวเคลียร์ เป็นต้น

แหล่งพลังงาน

1.กังหันลมผลิตไฟฟ้า

เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะ ทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน และได้เป็นพลังงานกลออกมา พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเครื่อง กำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบ ควบคุมไฟฟ้าและจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป

2. เขื่อน

หลักการกำเนิดไฟฟ้าของเขื่อน คือ ใช้แรงดันน้ำที่ปล่อยลงมาจากเขื่อนไปหมุนกังหัน พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันกระแสไฟฟ้า ผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบเช่นกัน

3. ถ่านหิน (Coal)

ถ่านหิน คือ หินชนิดหนึ่งที่สามารถติดไฟได้ โดยเป็นตะกอนที่เกิดจากการสะสมทับถมกันของซากพืชในลุ่มน้ำหรือแอ่งตะกอนน้ำตื้นตามธรรมชาติเป็นเวลาหลายร้อยล้านปี จนเมื่อมีการทับถมของตะกอนมากขึ้นหรือผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น เกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ก็จะทำให้ความกดดันและความร้อนจนทำให้ซากพืชเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงกลายเป็นถ่านหินชนิดต่าง ๆ เช่น พีต ลิกไนต์ ซับบิทูมินัส บิทูมินัส แอนทราไซต์ เป็นต้น ในถ่านหินประกอบด้วยธาตุหลัก ๆ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และออกซิเจน ถือเป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไฟฟ้าของโลก และเป็นแหล่งพลังงานความร้อนที่มีบทบาทสำคัญในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ

4. นิวเคลียร์ (Nuclear Energy)

นิวเคลียร์เป็นพลังงานที่ประกอบด้วยอนุภาคโปรตรอนและนิวตรอน เกิดขึ้นจากการแตกตัว (Fission) หรือการรวมตัว (Fusion) ของนิวเคลียสภายในอะตอมและถูกปลดปล่อยออกมาในรูปของพลังงานความร้อนและพลังงานรังสี ซึ่งสามารถนำมาแปรรูปเป็นพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าได้ ส่วนประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์นั้นสามารถนำไปใช้งานได้อย่างหลากหลาย ทั้งเป็นพลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนเรือเดินสมุทร ยานอวกาศ ด้านการแพทย์ที่ใช้ในการตรวจ รักษา และวินิจฉัยโรค ด้านอุตสาหกรรมที่ใช้ในเหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ และการเกษตรที่สามารถใช้ในการปรับปรุงและขยายพันธุ์พืช กำจัดแมลง เป็นต้น

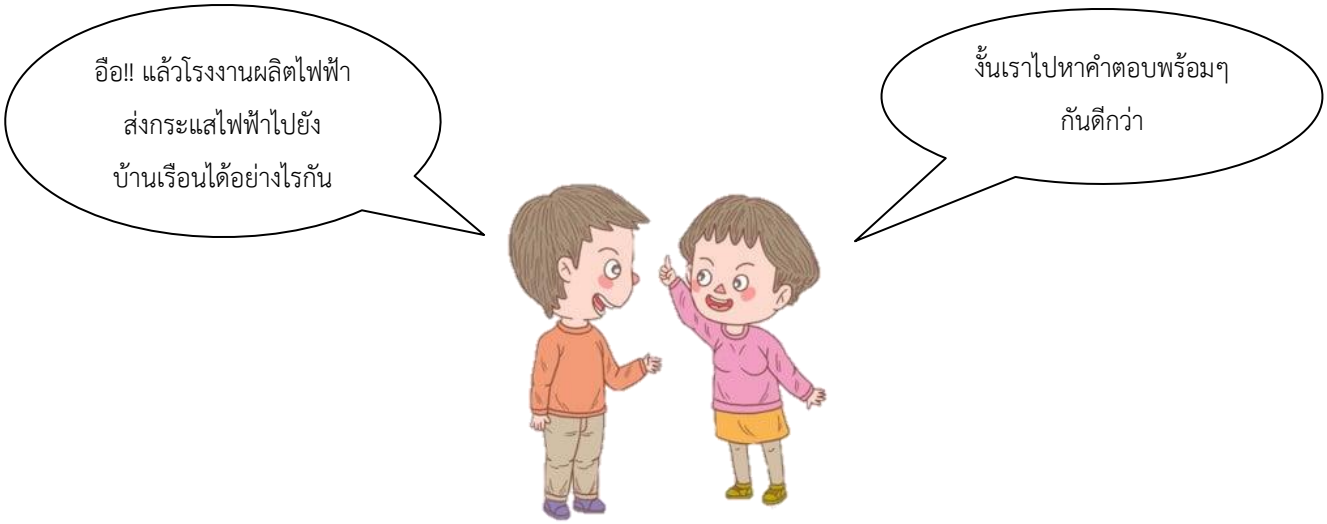
ประโยชน์และโทษของการผลิตกระแสไฟฟ้า

ประโยชน์และโทษของการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้พลังงานนิวเคลียร์กับการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้พลังงานชนิดอื่น เช่น แสงอาทิตย์ ลม ความร้อนใต้พิภพ พลังงานน้ำ และน้ำขึ้นน้ำลง

แหล่งพลังงาน	ประโยชน์ของการผลิตกระแสไฟฟ้า	โทษของการผลิตกระแสไฟฟ้า
พลังน้ำ	1. นำกลับมาใช้ใหม่ได้ 2. ไม่ทำให้เกิดมลภาวะ 3. เป็นแหล่งพลังงานที่เชื่อถือได้ และมีอย่างต่อเนื่อง	1. การใช้พลังน้ำจะถูกจำกัดด้วยสถานที่คือจะผลิตได้แต่เฉพาะที่ที่มี แหล่งน้ำขนาดใหญ่เท่านั้น 2. อาจก่อให้เกิดมหันตภัยขึ้นได้ในกรณีการพังทลายของเขื่อนกั้นน้ำ 3.เป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมอย่างมหันต์ 4.ต้องใช้เงินลงทุนในการก่อสร้างสูง
แสงอาทิตย์	1. เป็นแหล่งพลังงานที่มีอย่างต่อเนื่อง 2. ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ 3. มีความเหมาะสมในการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก และในการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ ที่ต้องการใช้พลัง งานจากแสงอาทิตย์ เช่น ดาวเทียม	1. ต้องการเนื้อที่ในการวางแผงรับ แสงอาทิตย์ 2. การให้ความร้อนหรือพลังงานมีเวลา จำกัด 3. ต้องมีแหล่งเก็บสะสมพลังงาน 4. ยังมีราคาแพงมากในปัจจุบัน
ลม	1. ราคาถูก 2.นำกลับมาใช้ใหม่ได้ 3.ไม่มีมลภาวะ 4. เหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยเฉพาะที่มีลมแรงตลอดเวลา (Wind farm)	1. สามารถใช้ได้ในบางพื้นที่เท่านั้น 2. ความเร็วลมต้องมากกว่า 21 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 3.มีความจำเป็นต้องจัดหาระบบสำรองไว้ด้วย 4.ทำให้เกิดการรบกวนในการส่งสัญญาณโทรทัศน์และไมโครเวฟ
นิวเคลียร์	1. ราคาไม่แพง ถ้ามีการใช้มาก 2. เกือบจะเป็นทรัพยากรที่ไม่จำกัดจำนวนถ้าใช้วิธี Reprocess แท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว 3. ไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก (greenhouse effect)	1.ต้องหาที่เก็บและจัดการกับแท่งเชื้อ เพลิงฯที่ใช้แล้ว 2. มีค่าใช้จ่ายในการปลดระวางหลัง เลิกใช้ 3. นำกลับมาใช้ใหม่ไม่ได้ 4.เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ 5.ต้องใช้เงินลงทุนในการก่อสร้างสูง

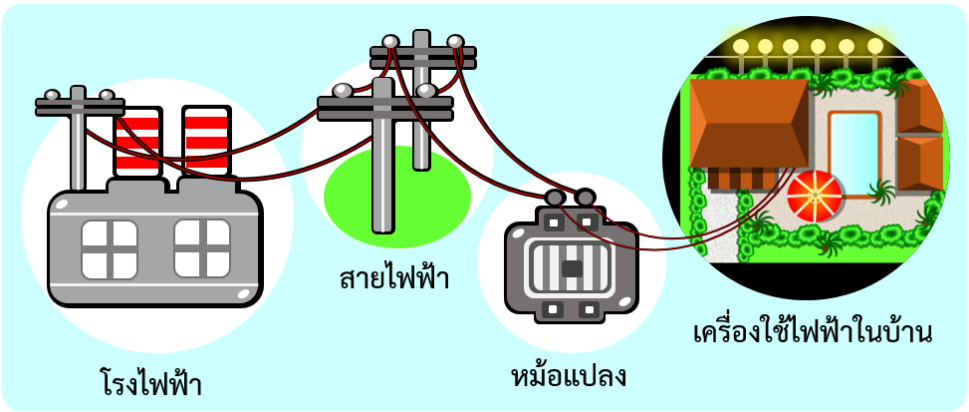
โรงงานผลิตไฟฟ้า

ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้เชื้อเพลิงที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น ถ่านหิน ก๊าซและน้ำมันในโรงงานผลิตไฟฟ้า โดยใช้หลักการที่ว่า เมื่อเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้จะมีความร้อนเกิดขึ้น ความร้อนนี้จะถูกนำไปต้มน้ำเดือดเกิดไอน้ำที่มีแรงดันมหาศาลที่สามารถหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า(ไดนาโม)ได้ จนเกิดเป็นกระแสไฟฟ้าในที่สุด



การเดินทางของไฟฟ้า

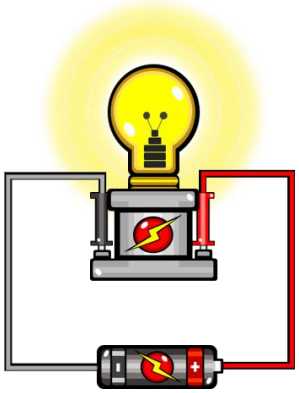
ไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไฟฟ้าจะไหลตามสายไฟไปยังบ้านเรือนและสถานที่ต่าง ๆ ที่บ้านเรือนจึงต้องมีสวิตซ์หรือปลั๊กไฟเพื่อเป็นจุดเชื่อมต่อกระแสไฟฟ้าจากสายไฟไปยังหลอดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เมื่อเรากดสวิตซ์หรือเสียบปลั๊กก็เหมือนเป็นการเปิดประตูให้ไฟฟ้าเข้ามาทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้ามีพลังงานเพื่อทำงาน



ใบความรู้ที่ 2
เรื่อง วงจรไฟฟ้าน่ารู้

วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

วงจรไฟฟ้าเป็นเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ครบรอบ โดย **วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย** ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนประกอบแต่ละอย่างของวงจรไฟฟ้าทำหน้าที่แตกต่างกัน

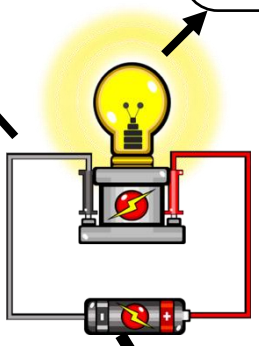


การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

เครื่องใช้ไฟฟ้าทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่น เช่น พลังงานแสง พลังงานเสียง พลังงานความร้อน

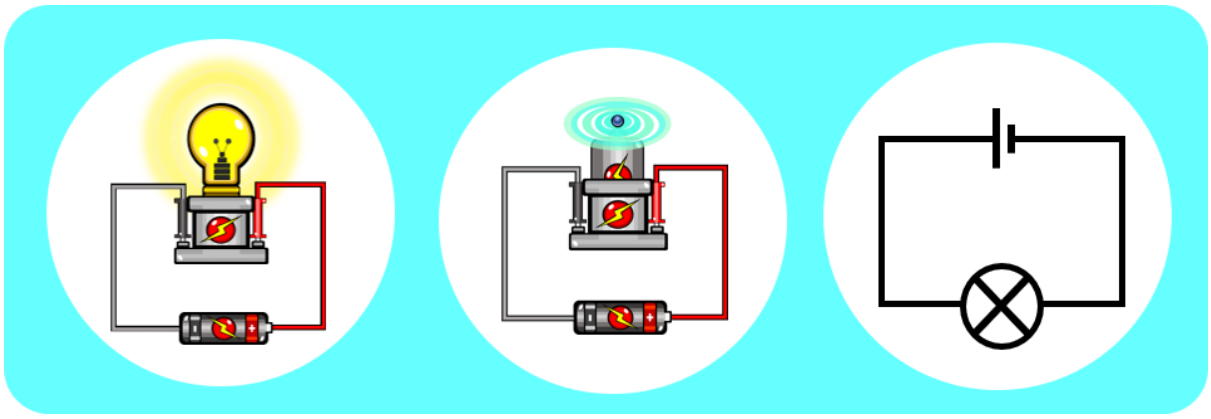
สายไฟฟ้าเป็นตัวนำไฟฟ้าทำหน้าที่เป็นทางเชื่อมให้กระแสไฟฟ้าผ่านจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า



แหล่งกำเนิดไฟฟ้าทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้าในรูปของกระแสไฟฟ้า

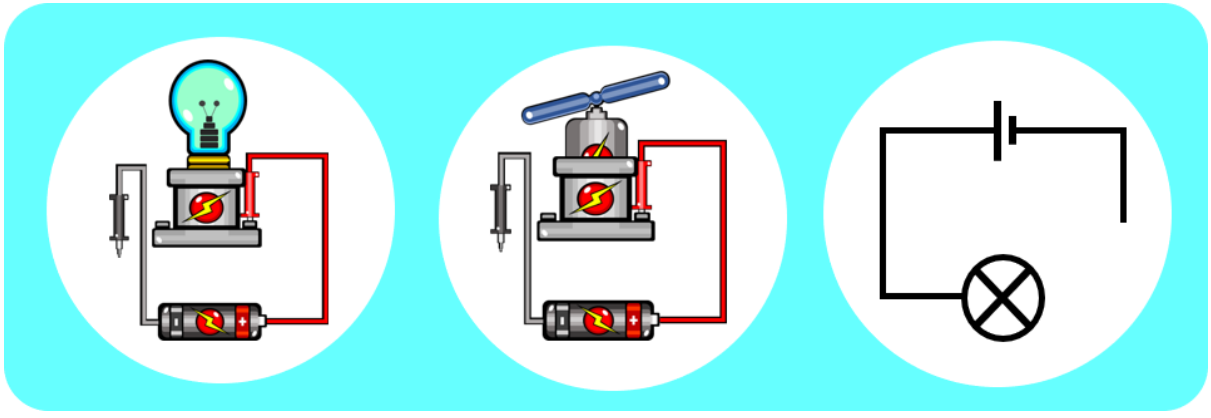
วงจรปิด

วงจรปิด คือ วงจรปิด คือ วงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจร ท าให้โหลดหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรนั้นๆ ทำงาน



วงจรเปิด

วงจรเปิด คือ วงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลได้ครบวงจร ซึ่งเป็นผลทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรไม่สามารถจ่ายพลังงาน ออกมาได้ สาเหตุของวงจรเปิด อาจเกิดจากสายหลุด สายขาด สายหลวม สวิตซ์ไม่ต่อวงจร หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุด เป็นต้น

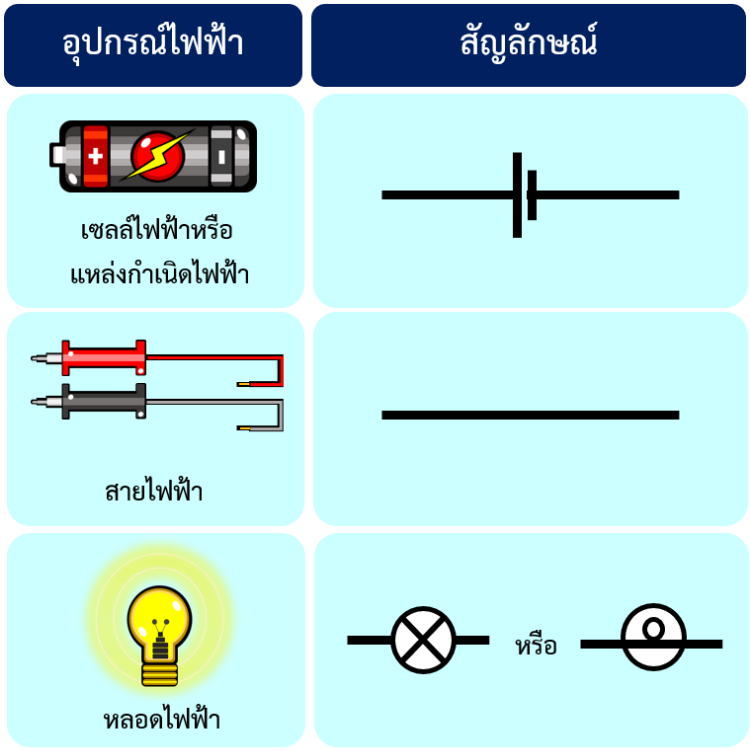


การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสายไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้า เมื่อต้องการสื่อสารหรืออธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าเข้าใจตรงกันเราใช้วิธีการวาดภาพการต่อวงจรไฟฟ้าตารางแสดงสัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้า

ตารางแสดงสัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้า

การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าโดยมีถ่านไฟฉายต่อเข้ากับสายไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า เราสามารถเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าได้โดยนำสัญลักษณ์แสดงอุปกรณ์ต่างๆ ของวงจรไฟฟ้ามาเขียนต่อกัน ให้ขีดยาวและขีดสั้นของสัญลักษณ์เซลล์ไฟฟ้าอยู่ในตำแหน่งที่สอดคล้องกับขั้วบวกและขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าจริงแล้วเขียนเส้นแทนสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างสัญลักษณ์ของหลอดไฟฟ้าและเซลล์ไฟฟ้า

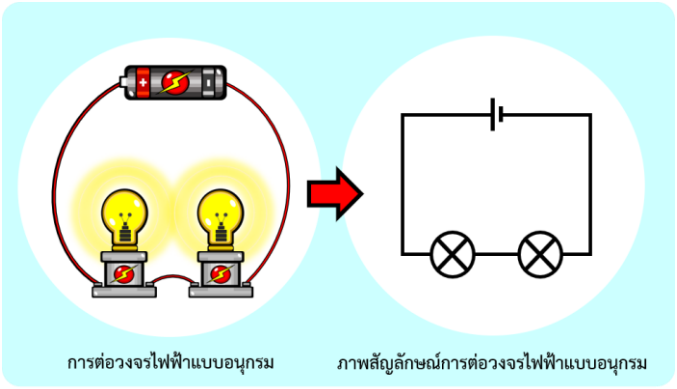


ประโยชน์การเขียนแผนภาพสัญลักษณ์ไฟฟ้า

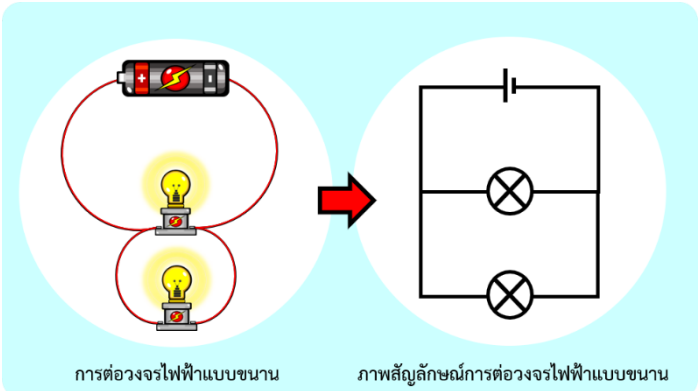
การวาดภาพแสดงการต่อวงจรไฟฟ้าค่อนข้างยุ่งยากและใช้เวลามากดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่เป็นสากลดังตาราง แทนอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละอย่างในวงจรไฟฟ้า เพื่อเป็นแบบจำลองวงจรไฟฟ้าที่ทำให้สามารถสื่อสารเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าได้ง่ายและเข้าใจตรงกัน

ใบความรู้ที่ 3
เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม และแบบขนาน

การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม คือ การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมเป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดแบบวางเรียงกัน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือจะดับหมด เพราะทำให้วงจรไฟฟ้าไม่ครบวงจรหรือเป็นวงจรเปิด จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรอนุกรม จะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากแหล่งกำเนิด แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจรจะมีค่าน้อย แต่ว่าแรงดันที่ตกคร่อมละชิ้นเมื่อรวมกัน จะมีแรงดันเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่ามากกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดที่ต่ออยู่ในวงจร การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อไฟประดับตกแต่งสถานที่ต่าง ๆ การต่อสวิตช์กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชิ้น

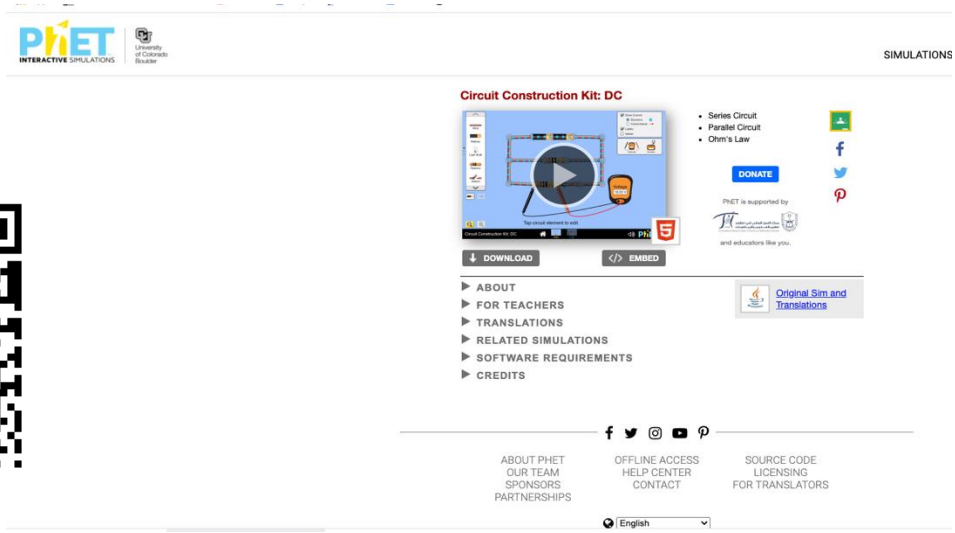


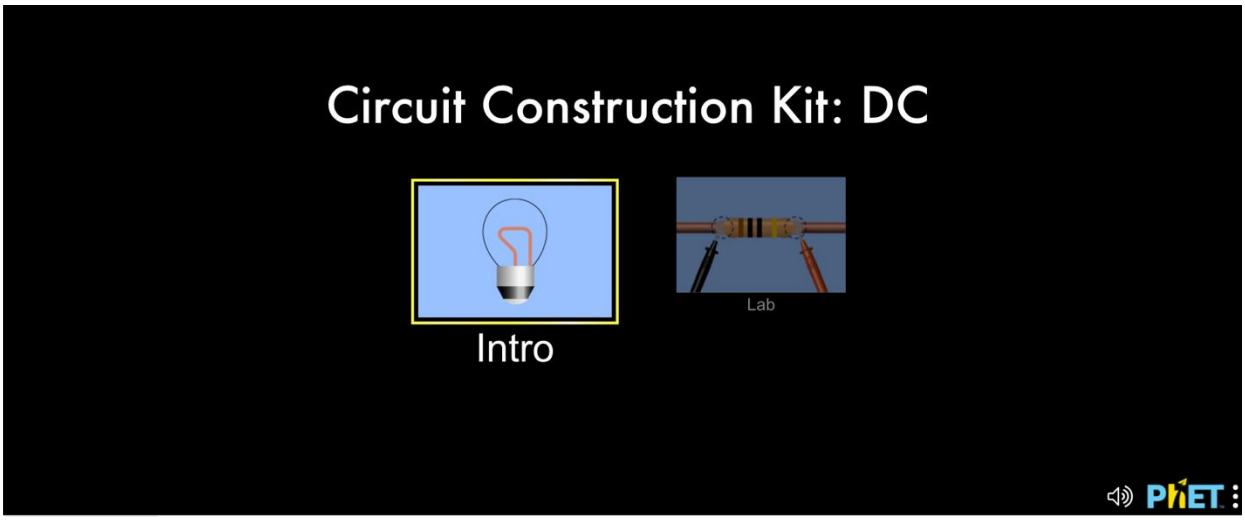
การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน คือ การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดแบบวางขนานกัน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่าง เพราะมีเส้นทางอื่นที่ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านครบวงจรได้ โดยกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรขนาน จะมีค่าเท่ากับกรอบในแต่ละสาขาของวงจรรวมกัน แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจร จะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่าน้อยกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดที่ต่ออยู่ในวงจร การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อให้สามารถเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ๆ ได้ตามความต้องการ



ใบความรู้ที่ 4
เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าจาก PhET

คำชี้แจง:นักเรียนศึกษา PhET เรื่อง Circuit Construction สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลง โดยออกแบบตารางการบันทึกและกำหนดตัวแปรที่ต้องการศึกษา

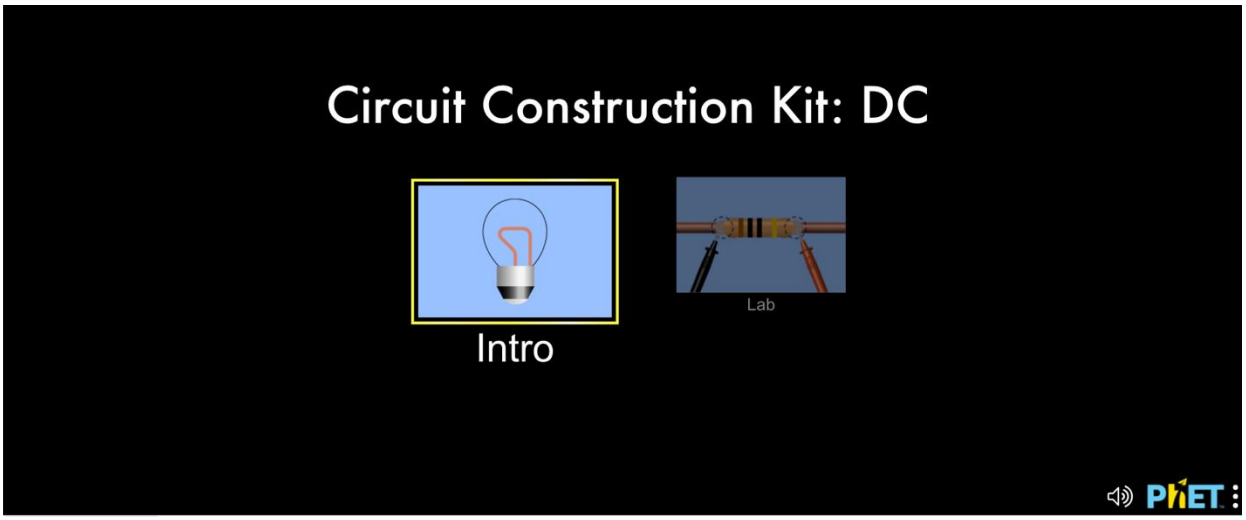




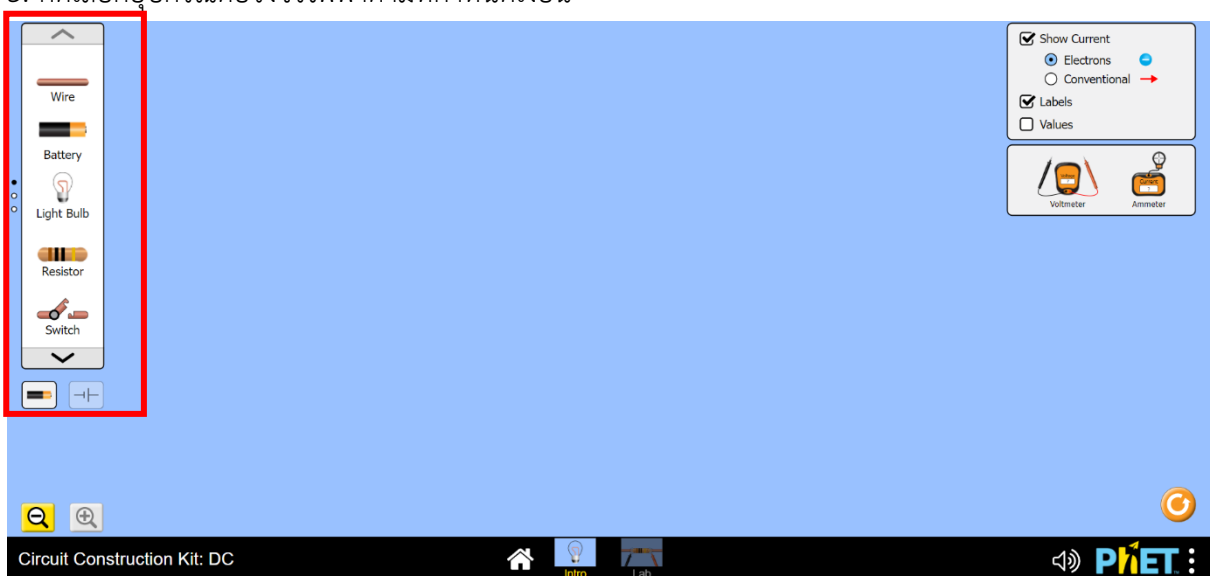
ขั้นตอนการใช้ PhET เรื่อง Circuit Construction

1. นักเรียนสแกนคิวอาร์โค้ด PhET เรื่อง Circuit Construction

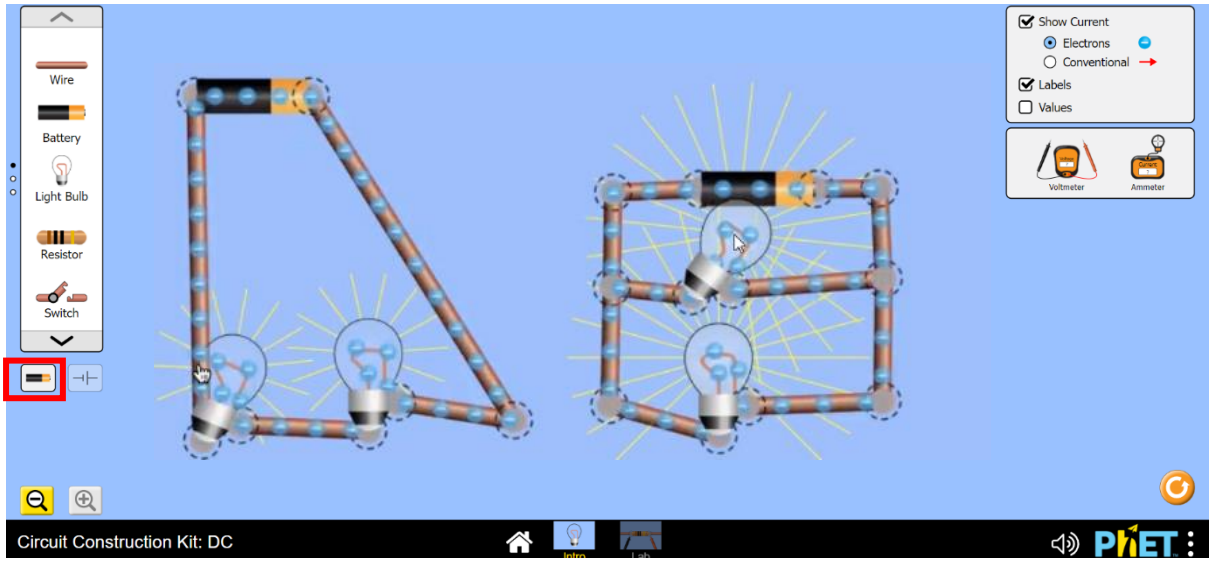
2. กดเลือกฟังก์ชั่น Intro



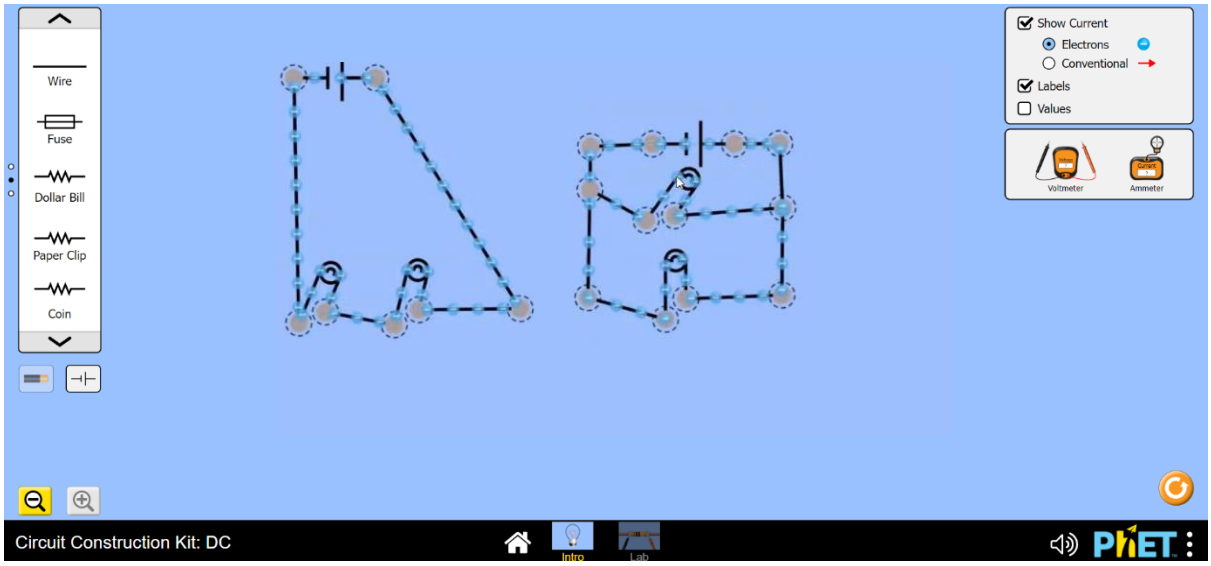
3. กดเลือกอุปกรณ์ต่อวงจรไฟฟ้าตามที่กำหนดเงื่อน



4. กดเลือกปุ่ม จะแสดงวงจรเป็นภาพวงไฟฟ้า



5. กดเลือกปุ่ม จะแสดงวงจรเป็นสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า



ใบความรู้ที่ 5
เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิโทรไลต์

สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์

อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) หมายถึง สารที่เมื่อละลายในน้ำ จะนำไฟฟ้าได้เนื่องจากมีไอออนซึ่งอาจจะเป็นไอออนบวก หรือไอออนลบเคลื่อนที่อยู่ในสารละลาย สารละลายอิเล็กโทรไลต์นี้อาจเป็นสารละลายกรด เบสหรือเกลือก็ได้ตัวอย่างเช่น เกลือแกง (NaCl) สารละลายกรดเกลือ (HCl) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และสารละลายของเกลือ KNO_3 เป็นต้น โดยในสารละลายดังกล่าวประกอบด้วยไอออน H^+, Cl^-, OH^-, K^+ และ NO_3^- ตามลำดับ

สารละลายอิเล็กโทรไลต์นำไฟฟ้าได้เพราะในสารละลายมีไอออนซึ่งมีประจุไฟฟ้า เรียกว่าไอออนบวกและไอออนลบ ทดสอบโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดการนำไฟฟ้า สังเกตความสว่างของหลอดไฟ สารละลายแต่ละชนิดมีสมบัติในการนำไฟฟ้าต่างกัน

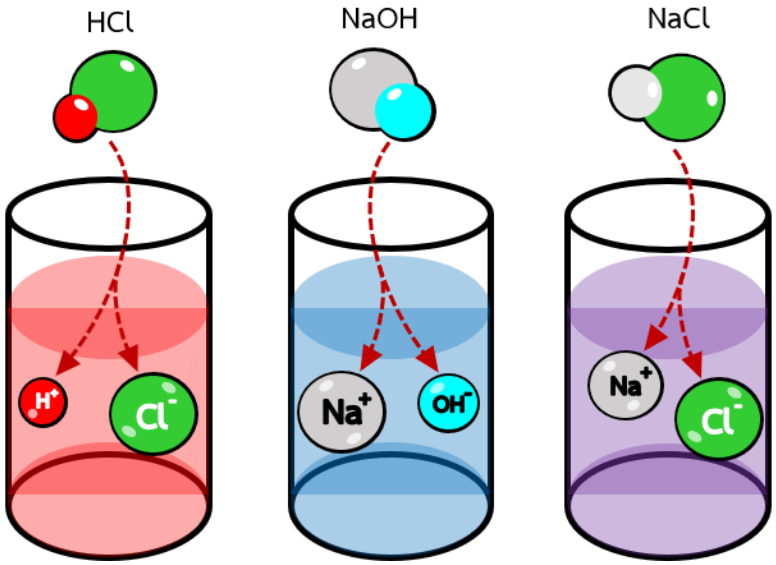
สารละลายอิเล็กโทรไลต์นำไฟฟ้าได้ดีจะทำให้หลอดไฟไฟสว่างมาก แสดงว่าตัวถูกละลายแตกตัวเป็นไอออนอิสระได้มาก การแตกตัวถือว่า มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าอย่างเดียว เช่น เกลือแกง (NaCl) สารละลายกรดเกลือ (HCl) สารละลายไฮโดรคลอริก, โซเดียมไฮดรอกไซด์ NaOH เป็นต้น

สารเหล่านี้เมื่อละลายน้ำจะเกิดการแตกตัว

$$HCl + H_2O \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$$NaOH(s) + H_2O \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

$$NaCl(s) + H2O(l) \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$



นอนอิเล็กโทรไลต์ (Non-electrolyte) หมายถึง สารที่ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้เมื่อละลายน้ำ ทั้งนี้เนื่องจาก สารพวกนอนอิเล็กโทรไลต์ จะไม่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ เช่น น้ำบริสุทธิ์ น้ำตาล แอลกอฮอล์ เป็นต้น

การอิ่มตัวของสารละลาย

สารละลายอิ่มตัว (Saturated Solution) หมายถึง สารละลายที่มีตัวถูกละลาย ละลายอยู่อย่างเข้มข้นจนไม่สามารถละลายได้ต่อไปอีกในอุณหภูมิปกติ แต่หากเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นจะสามารถละลายได้เพิ่มขึ้น และจะไม่ละลายได้อีกเมื่อถึงระดับอุณหภูมิหนึ่งๆ และสารละลายบางชนิด เมื่อปล่อยให้เย็นตัวลง ตัวถูกละลายบางส่วนจะตกผลึกตกลงด้านล่าง ทั้งนี้ สารละลายแต่ละชนิดจะมีจุดอิ่มตัวของการละลายที่แตกต่างกัน

สารละลายไม่อิ่มตัว (Unsaturated Solution) หมายถึง สารละลายที่มีตัวถูกละลาย ละลายอยู่อย่างเจือจางหรือสามารถละลายได้ต่อไปอีกแม้อยู่ในอุณหภูมิปกติ

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง Electric Dough

สถานการณ์

“ณ ห้องเรียนแห่งหนึ่ง คุณครูมีการสนทนากับนักเรียนว่า ในปัจจุบันสถานการณ์การใช้พลังงานของโลก อยู่ในขั้นวิกฤตเนื่องจากมีการใช้พลังงานมากขึ้นทั้งนี้เพื่อสนองตอบต่อความสะดวกสบายของมนุษย์ส่งผลให้แหล่งพลังงานสิ้นเปลือง หรือพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด ไม่สามารถหามาทดแทนได้ เช่น ถ่านหิน นิวเคลียร์ กำลังจะหมดไป เราจึงต้องช่วยกันประหยัดพลังงานไฟฟ้า ถ้าหากในหมู่บ้านของนักเรียนเกิดวิกฤตที่ไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้ แต่เนื่องจากในเวลากลางคืนจะต้องใช้แสงสว่างในการดำรงชีวิต นักเรียนมีวิธีการใดในการคิดสิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากแป้งโดว์ ทำให้หลอดไฟ LED สว่างได้ และมีอุปกรณ์ไฟฟ้าครบทุกอย่าง ยกเว้นสายไฟ ซึ่งนักเรียนจะต้องหาวัตถุดิบในครัวว่ามีสิ่งใดที่จะสามารถทดแทนสายไฟได้บ้าง”

<u>ตอนที่ 1</u> ประเด็นปัญหา

ปัญหาของสถานการณ์นี้คือ

.....

.....

.....

เงื่อนไขที่จะต้องพิจารณาในการแก้ปัญหา ได้แก่

.....

.....

.....

.....

ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ นักเรียนจะต้องใช้องค์ประกอบทางไฟฟ้า ใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

<u>ตอนที่ 2</u> Get to Know your Conductive Dough

คำชี้แจง นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์โดยให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจรจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้

1.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
สารเคมี	
1. แป้งสาลี	1 ถุง
2. เกลือแกง	10 กรัม
3. น้ำกลั่น	5 mL
4. สีผสมอาหาร	5 สี
5. น้ำมันพืช	5 mL
6. ครีมออฟทาร์ทาร์	4 ช้อนโต๊ะ
วัสดุและอุปกรณ์	
1. หลอด LED ขนาดเล็ก (1.5V)	6 หลอด
2. สายไฟที่ต่อกับคลิปปากจระเข้	2 เส้น
3. ถ่านไฟฉาย 1.5 V 2 ก้อน พร้อมรางถ่าน	2 ชุด
4. ภาชนะสำหรับผสม	1 ใบ

1.2 การวางแผนปฏิบัติการเลือกวัสดุและสารเคมีในการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า (ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และจำนวน)

ที่	สารเคมี/วัสดุอุปกรณ์	ขนาด	จำนวนที่ใช้

1.3 ระบุอัตราส่วนของเกลือแกงและน้ำกลั่นที่ต้องการใช้ในการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า

.....

.....

.....

1.4 ขั้นตอนการทำแป้ง Dough และระบุอัตราส่วนของสารอิเล็กโทรไลต์ของแป้งโดว์ที่เหมาะสม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

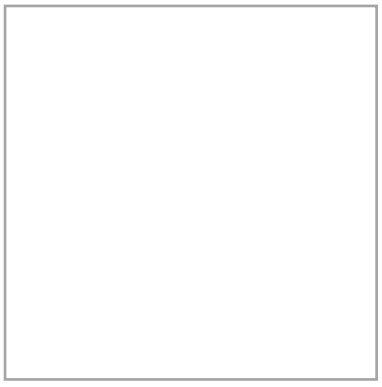
.....

1.5 สูตรแป้งโดว์ที่ใช้และอัตราส่วนของสารอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมสำหรับการต่อวงจรไฟฟ้า คือ.....

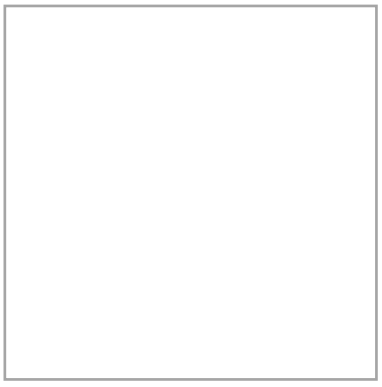
.....

.....

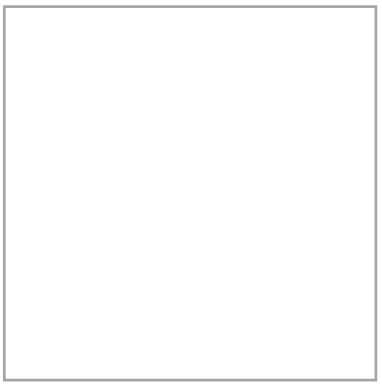
.....



วงจรอย่างง่าย



วงจรแบบอนุกรม



วงจรแบบขนาน

ตอนที่ 3 เงื่อนไขในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์

เงื่อนไข

ให้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ โดยสิ่งประดิษฐ์ต้องมีแสงสว่างจากหลอดไฟ LED อย่างสร้างสรรค์ มีการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างหลากหลาย โดยไม่ใช้ลวดตัวนำ (สายไฟ) ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้เท่านั้น ซึ่งนักเรียนสามารถร่วมกันวิเคราะห์และออกแบบโดยใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4

ข้อจำกัด

1) สิ่งประดิษฐ์ต้องมีความสร้างสรรค์และมีสีสันจากแสงสว่างของหลอด LED

2) สิ่งประดิษฐ์จะต้องเสร็จทันเวลาที่กำหนด และมีองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าครบถ้วนและถูกต้อง

3.1 คำถามก่อนการทำกิจกรรม

ระบุปัญหาจากเงื่อนไขที่กำหนด

.....

.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

สมมติฐานของการทดลอง.....

.....

.....

.....

.....

3.2 ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์ และนำเสนอโดยใช้ Application keynote มีองค์ประกอบของการออกแบบ ดังนี้

1) ชื่อของสิ่งประดิษฐ์ ออกแบบเพื่อกลุ่มเป้าหมายใด เหตุผลในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ และประโยชน์ของสิ่งประดิษฐ์

2) ใช้วงจรไฟฟ้าแบบใดในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และให้ระบุองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

3) รูปภาพของสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนออกแบบ

3.3 ผลการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน

3.4 หลักการในการออกแบบ (พอสังเขป)

ใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้

ตอนที่ 1 เรื่อง ความสำคัญของไฟฟ้า

1.1 สำรวจการใช้ไฟฟ้าในกิจวัตรประจำวัน

คำชี้แจง: สำรวจการใช้ไฟฟ้าในกิจวัตรประจำวันของนักเรียนเกี่ยวข้องกับไฟฟ้าอย่างไรบ้าง และจะส่งผลกระทบอะไรบ้างหากนักเรียนไม่มีไฟฟ้าใช้ในการทำกิจวัตรประจำวัน

กิจกรรมประจำวัน	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในกิจกรรม	ผลกระทบที่เกิดขึ้นหากไม่มีไฟฟ้า
1. อาบน้ำ		
2.แต่งตัว		
3.กินข้าว		
4. เรียนหนังสือ		
5.ทำการบ้าน		
6.กิจกรรมยามว่าง/พักผ่อน		

คำถามท้ายกิจกรรม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

1. หากในชีวิตประจำวันของนักเรียนไม่มีไฟฟ้าใช้จะเกิดผลกระทบอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

2. ยกตัวอย่างพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานธรรมชาติพร้อมทั้งระบุผลกระทบในเชิงลบและเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อม

.....

.....

.....

3.แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เป็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตกระแสไฟฟ้า

.....

.....

.....

1.2 ออกแบบโปสเตอร์รณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด

คำชี้แจง: นักเรียนออกแบบโปสเตอร์รณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดลงในแอปพลิเคชัน Numbers

<u>ตอนที่ 2 วงจรไฟฟ้าน่ารู้</u>

2.1 การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

คำถาม : .....

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน
2. ลังถ่านไฟฉาย 1 อัน
3. สายไฟพร้อมหัวหนีบปากจระเข้ 2 เส้น
4. หลอดไฟพร้อมฐาน 1 ชุด

วิธีดำเนินการทดลอง

1.นำสายไฟเส้นที่ 1 ต่อเข้ากับขั้วบวกของถ่านไฟฉาย

2 นำปลายสายไฟเส้นที่ 1 อีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับขั้วหลอด

3.นำสายไฟเส้นที่ 2 ต่อเข้ากับขั้วลบของถ่านไฟฉาย สังเกตผลที่เกิดขึ้น

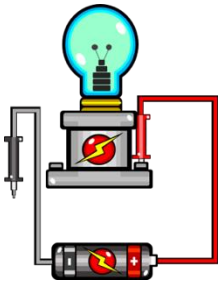
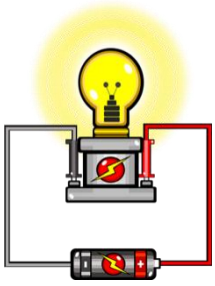
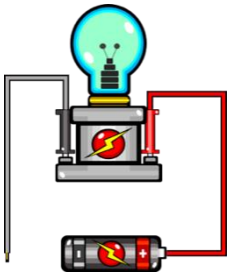
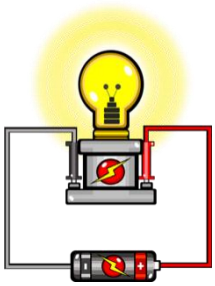
4. นำปลายสายไฟเส้นที่ 2 อีกด้านหนึ่งต่อกับขั้วหลอด สังเกตผลที่เกิดขึ้น

5. ปลดสายไฟออกหนึ่งเส้น สังเกตผลที่เกิดขึ้น

7. ทดลองต่อหลอดไฟกับถ่านไฟฉายตามรูปแบบในแบบบันทึกกิจกรรมการทดลอง สังเกตผลที่เกิดขึ้น บันทึกผลการทดลอง

แบบบันทึกผลการทดลอง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าตามแบบที่กำหนดให้ โดยใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าเขียนแผนภาพแสดงวงจรไฟฟ้า พร้อมระบุลักษณะของวงจรและความสว่างของหลอดไฟ ลงในตารางบันทึกผลให้เรียบร้อย

วงจรไฟฟ้า	สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	หลอดไฟ LED (สว่าง/ไม่สว่าง)	ลักษณะของวงจร (วงจรปิด/วงจรเปิด)
1. 			
2. 			
3. 			
4. 			

คำถามหลังการทดลอง

1.จากการทดลองในวงจรไฟฟ้าประกอบด้วยอุปกรณ์ใดบ้าง

2.จากการทดลองเหตุใดทำไมหลอดไฟฟ้าจึงสว่าง

3.เพราะเหตุใด เมื่อปลดสายไฟฟ้าออก 1 เส้น หลอดไฟฟ้าจึงไม่สว่าง

4.การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า มีประโยชน์อย่างไร

สรุปผลการทดลอง

2.2 เรื่อง การต่อวงจรแบบอนุกรมและแบบขนาน

คำถาม : .....

วัสดุ-อุปกรณ์

1.ถ่านไฟ 2 ก้อน ก้อนละ 1.5 V.

2.ถ่านไฟ 2 ก้อน ก้อนละ 1.5 V.

2. ลังถ่านไฟฉาย 2 อัน

3. สายไฟพร้อมหัวหนีบปากจระเข้ 2 เส้น

4. หลอดไฟพร้อมฐาน 1 ชุด

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ให้นักเรียนต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ ดังนี้

- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม ใช้หลอดไฟ LED 3 ดวงและหลอดไฟ LED 1 ดวง ถ่านไฟ 2 ก้อน ก้อนละ 1.5 V.

- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน ใช้หลอดไฟ LED 3 ดวงและหลอดไฟ LED 1 ดวง ถ่านไฟ 2 ก้อน ก้อนละ1.5 V

2. ต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้แล้ว จากนั้น ถอดหลอดไฟฟ้าดวงหนึ่งออกจากวงจรไฟฟ้าในแต่ละแบบ สังเกตและบันทึกผล

3. ร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรมภายในชั้นเรียน

แบบบันทึกผลการทดลอง

การต่อหลอดไฟ LED	ความสว่างของหลอดไฟ	สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	วงจรปิด/วงจรเปิด
การต่อหลอดไฟ LED 3 ดวง แบบอนุกรม			
การต่อหลอดไฟ LED 3 ดวง แบบอนุกรม			
การต่อหลอดไฟ LED 1 ดวง แบบอนุกรม			
การต่อหลอดไฟ LED 1 ดวง แบบขนาน			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าจาก PhET

คำชี้แจง : ให้นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าใน PhET เรื่อง Circuit Construction ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ถูกต้อง โดยบันทึกผลการต่อหลอดไฟเป็นรูปภาพ
1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนานโดยใช้หลอดไฟ 5 ดวง

การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
1การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย				

การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
2.ต่อหลอดไฟ 2 ดวง				

การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
3.ต่อหลอดไฟ 3 ดวง				

การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
4.ต่อหลอดไฟ 4 ดวง				

การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
5.ต่อหลอดไฟ 5 ดวง				

การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
6.เมื่อถอดหลอดไฟออก 1 ดวง				

คำถามท้ายกิจกรรม

1.เมื่อต่อวงไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ความสว่างของหลอดไฟเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

2.เมื่อถอดหลอดไฟออก 1 ดวง ความว่างของหลอดไฟ เมื่อต่อแบบอนุกรมและแบบขนานเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 3 ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือ

สมาชิกกลุ่มที่.....

ชื่อ.....ชั้น..... .....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น..... .....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น..... .....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนหาความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงโดยออกแบบการทดลองที่ทำให้หลอดไฟ LED สว่างมากที่สุด โดยมีอัตราส่วนของเกลือแกงต่อน้ำ (1:1) คือน้ำ 5 ml ต่อเกลือแกง 10 g

สารเคมีและอุปกรณ์

1.เกลือแกง

2.น้ำกลั่น

3.แก้วน้ำพลาสติก

4.แท่งแก้วคนสาร

5.คลิปหนีบปากจระเข้ 4 ชิ้น

6.หลอด LED

7. แผ่นทองแดง 2 แผ่น

8. เครื่องชั่ง

9.แผ่นสังกะสี 2 แผ่น

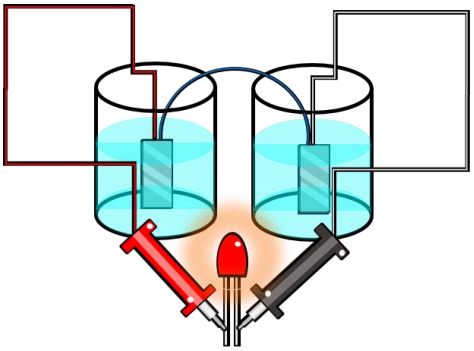
10. สายไฟ 3 เส้น

วิธีการทดลอง

1.เทน้ำกลั่นลงในแก้วน้ำพลาสติกปริมาตร 5 ml

2.ชั่งเกลือตามอัตราส่วนในตารางบันทึกผลการทดลอง ใช้แท่งแก้วคนสารให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

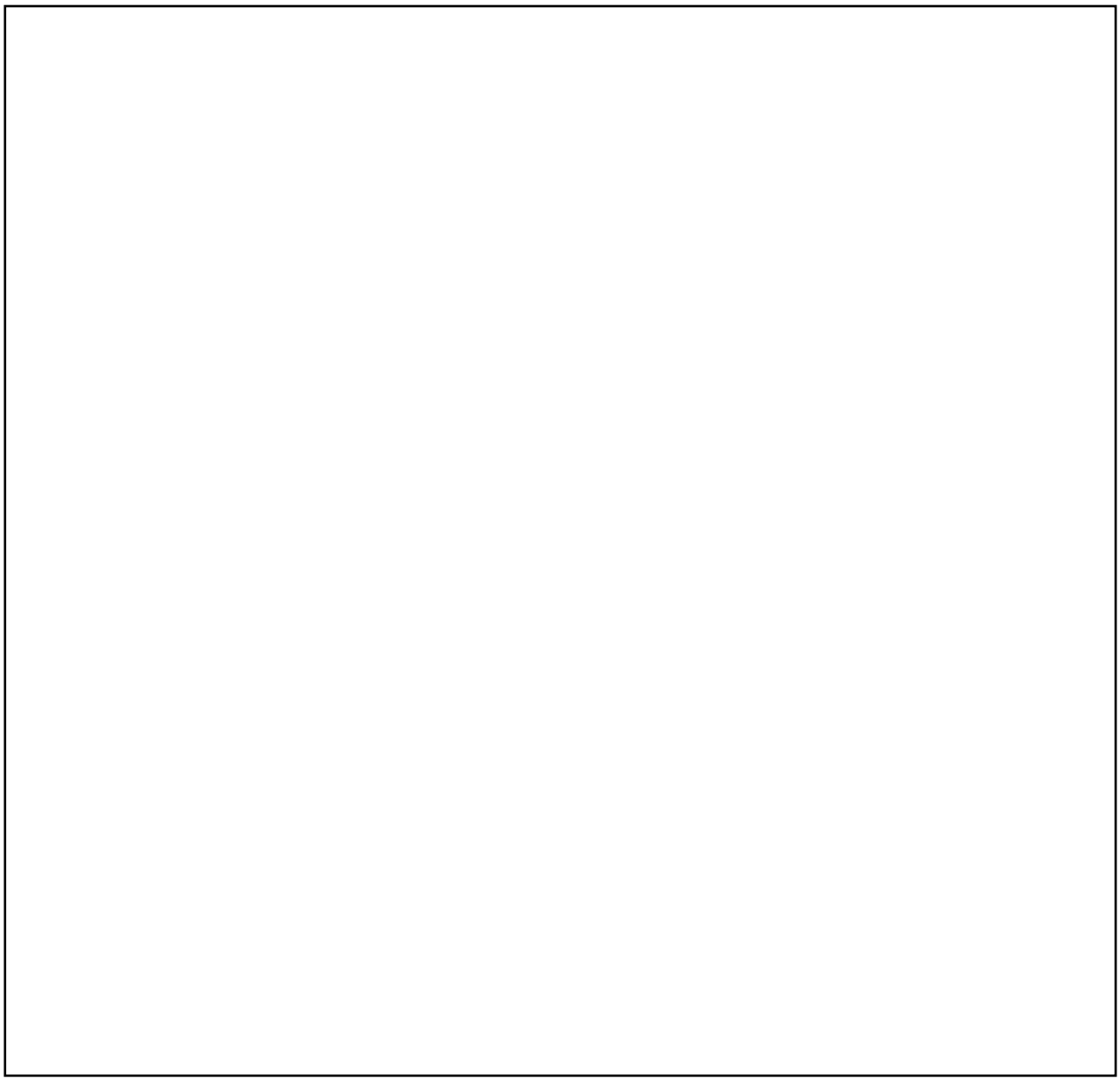
3. ใช้คลิปหนีบปากจระเข้หนีบกับแผ่นทองแดง และแผ่นสังกะสี แล้วจุ่มลงในสารละลายเกลือแกง นำหลอดไฟ LED มาต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ที่มีอัตราส่วนแตกต่างกัน ดังรูป



4.สังเกตความสว่างของหลอดไฟ LED ตามอัตราส่วนในตารางบันทึกผลการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลลงในตารา

คำถามก่อนการทดลอง

1. ปัญหา: เมื่อปริมาณความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงมาก หลอดไฟสว่างมากขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ตัวแปรต้น: .....
3. ตัวแปรตาม: .....
4. ตัวแปรควบคุม: .....
5. วาดภาพพร้อมระบุขั้นตอนการทดลอง



ตารางบันทึกผลการทดลอง

ทดลองการนำไฟฟ้าของน้ำ	ความสว่างของหลอดไฟ LED
น้ำ	

หมายเหตุ: จำนวนเครื่องหมาย + แทนความสว่างของหลอดไฟ LED

สารละลาย	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	อัตราส่วนของน้ำต่อเกลือ	ความสว่างของหลอดไฟ LED
เกลือแกง	1:1 (น้ำ 5 ml : เกลือ10 g)	
	1:2 (น้ำ ..... ml : เกลือ.....g)	
	1:3 (น้ำ ..... ml : เกลือ.....g)	
	1:4 (น้ำ ..... ml : เกลือ.....g)	
	1:5 (น้ำ ..... ml : เกลือ.....g)	

คำถามหลังการทดลอง

1.เมื่อปริมาณเกลือแกงในน้ำมากขึ้น หลอดไฟ LED สว่างมากขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกการทำงานร่วมกันในกิจกรรมการต่อวงจรไฟฟ้าจาก PhET

คำชี้แจง : ให้นักเรียนระบุแนวทางการทำงานร่วมกันในกิจกรรมการต่อวงจรไฟฟ้าจาก PhET ของกลุ่มตนเอง

1. เป้าหมายของการทำงาน

.....

.....

.....

2. การแบ่งหน้าที่

1. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

1. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

1. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

1. ชื่อ.....นามสกุล.....

หน้าที่.....

3. วิธีการรวบรวมข้อมูลและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่ม

.....

.....

.....

.....

4. สรุปการทำงานร่วมกัน

4.1 การทำงานร่วมกันเป็นทีมช่วยทำให้บรรลุได้ตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

4.2 กลุ่มของนักเรียนมีการสนับสนุนการทำงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

5. การทำงานเกิดข้อขัดแย้งเกิดขึ้นหรือไม่ และมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง Electric Dough

สถานการณ์

"ณ ห้องเรียนแห่งหนึ่ง คุณครูมีการสนทนากับนักเรียนว่า ในปัจจุบันสถานการณ์การใช้พลังงานของโลกอยู่ในขั้นวิกฤตเนื่องจากมีการใช้พลังงานมากขึ้นทั้งนี้เพื่อสนองตอบต่อความสะดวกสบายของมนุษย์ส่งผลให้แหล่งพลังงานสิ้นเปลือง หรือพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด ไม่สามารถหามาทดแทนได้ เช่น ถ่านหิน นิวเคลียร์ กำลังจะหมดไป เราจึงต้องช่วยกันประหยัดพลังงานไฟฟ้า ถ้าหากในหมู่บ้านของนักเรียนเกิดวิกฤตที่ไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้ แต่เนื่องจากในเวลากลางคืนจะต้องใช้แสงสว่างในการดำรงชีวิต นักเรียนมีวิธีการใดในการคิดสิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากแป้งโดว์ ทำให้หลอดไฟ LED สว่างได้ และมีอุปกรณ์ไฟฟ้าครบทุกอย่าง ยกเว้นสายไฟ ซึ่งนักเรียนจะต้องหาวัตถุดิบในครัวว่ามีสิ่งใดที่จะสามารถทดแทนสายไฟได้บ้าง"

<u>ตอนที่ 1</u> ประเด็นปัญหา

ปัญหาของสถานการณ์นี้คือ

ในหมู่บ้านของนักเรียนเกิดวิกฤตที่ไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้ แต่เนื่องจากในเวลากลางคืนจะต้องใช้แสงสว่างในการดำรงชีวิต

เงื่อนไขที่จะต้องพิจารณาในการแก้ปัญหา ได้แก่

วิธีการใดในการคิดสิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากแป้งโดว์ ทำให้หลอดไฟ LED สว่างได้ และมีอุปกรณ์ไฟฟ้าครบทุกอย่าง ยกเว้นสายไฟ ซึ่งนักเรียนจะต้องหาวัตถุดิบในครัวว่ามีสิ่งใดที่จะสามารถทดแทนสายไฟใน

การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ นักเรียนจะต้องใช้องค์ประกอบทางไฟฟ้า ใดบ้าง

ถ่านไฟฉาย (เซลล์ไฟฟ้า) แป้งโดว์ และหลอดไฟ LED

ตอนที่ 2 Get to Know your Conductive Dough

คำชี้แจง นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์โดยให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจรจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้

1.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดให้

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
สารเคมี	
1. แป้งสาลี	1 ถุง
2. เกลือแกง	10 กรัม
3. น้ำ	5 mL
4. สีผสมอาหาร	5 สี
5. น้ำมันพืช	5 mL
6. ครีมออฟทาร์ทาร์	4 ช้อนโต๊ะ
วัสดุและอุปกรณ์	
1. หลอด LED ขนาดเล็ก (1.5V)	6 หลอด
2. สายไฟที่ต่อกับคลิปปากจระเข้	2 เส้น
3. ถ่านไฟฉาย 1.5 V 2 ก้อน พร้อมรางถ่าน	2 ชุด
4. ภาชนะสำหรับผสม	1 ใบ

1.2 การวางแผนปฏิบัติการเลือกวัสดุและสารเคมีในการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า (ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และจำนวน) (2 คะแนน)

ที่	สารเคมี/วัสดุอุปกรณ์	ขนาด	จำนวนที่ใช้

ขึ้นอยู่กับวัสดุและสารเคมีที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือก

1.3 ระบุอัตราส่วนของเกลือแกงและน้ำกลั่นที่ต้องการใช้ในการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า (2 คะแนน)

ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการทำแป้งโดว์และอัตราส่วนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

1.4 ขั้นตอนการทำแป้ง Dough และระบุอัตราส่วนของสารอิเล็กโทรไลต์ของแป้งโดว์ที่เหมาะสม (2 คะแนน)

ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการทำแป้งโดว์และอัตราส่วนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

แนวคำตอบ: 1. นำแป้งอเนกประสงค์ ครีมออฟทาร์ทาร์ เกลือแกง น้ำเปล่า และน้ำมันพืช **(ระบุอัตราส่วนที่นักเรียนได้กำหนดไว้)** เทรวมกันในภาชนะที่จับถนัดมือ จากนั้นคนส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันจนเริ่มกลายเป็นน้ำเหลว ๆ

2. นำภาชนะดังกล่าวไปตั้งไฟหรือใช้น้ำร้อน จากนั้นกวนส่วนผสมทั้งหมดไปเรื่อย ๆ โดยไม่หยุดพักประมาณ 20 นาที

3. เมื่อแป้งเริ่มมีความหนืด ให้พลิกแป้งกลับด้าน และเกลี่ยแป้งให้โดนความร้อนอย่างทั่วถึง จนแป้งเริ่มจับเป็นก้อน

4. เมื่อแป้งปลี่ยนจากสีขาวล้วน เป็นสีน้ำตาลอ่อน ๆ เหมือนแป้งสุก ให้ตักพักไว้ในภาชนะอื่น เพื่อปล่อยให้ความร้อนที่ระอุอยู่ในแป้ง ทำให้แป้งสุกขึ้นอีกเล็กน้อย ซึ่งในขั้นตอนนี้ อย่าให้แป้งถูกลมเด็ดขาด ไม่เช่นนั้น แป้งอาจจะแข็ง และแตกได้

5. ลองนำแป้งมาปั้นดู หากแป้งไม่ติดมือแสดงว่าได้ที่แล้ว จากนั้นจึงแบ่งแป้งออกเป็น 3 ก้อน ขนาดพอดีมือ

6. เตรียมสีผสมอาหาร ประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ ถ้าใช้สีผสมอาหารแบบแห้งให้ใส่น้ำลงไป 2-3 หยด เพื่อคนให้สีแตก แล้วหยดกลิ่นที่ชอบลงไป

7. นำแป้งมาจุ่มสีทีละก้อน แล้วทำการนวดสีผสมเข้ากับเนื้อแป้ง ซึ่งในขั้นตอนนี้ หากใช้วิธีการหยดสี และกลิ่นลงไปบนเนื้อแป้งโดยตรง จะช่วยให้แป้งไม่เหลว และนิ่มจนเกินไป แต่ถ้าต้องการใช้วิธีการจุ่มสีควรกะปริมาณน้ำให้เหมาะสม

8. การนวดสีผสมเข้ากับเนื้อแป้ง ใช้วิธีนวดแบบดันแป้งออกไปจากตัว โดยใช้มือประคองไว้ แล้วนวดให้เนื้อแป้งมีลักษณะแบน เพื่อสีจะได้ซึมเข้าไปในตัวแป้ง หรือจะนวดบนถาดก็ได้ แล้วแต่ความถนัด

9. นำแป้งโดว์ที่ได้ไปทดสอบการนำไฟฟ้าผ่านการต่อวงจรไฟฟ้า

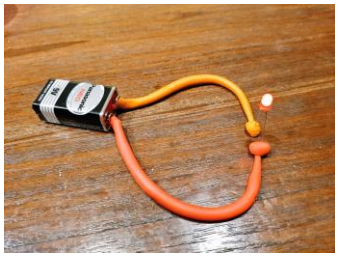
1.5 สูตรแป้งโดว์ที่ใช้และอัตราส่วนของสารอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมสำหรับการต่อวงจรไฟฟ้า คือ (2 คะแนน)

.....

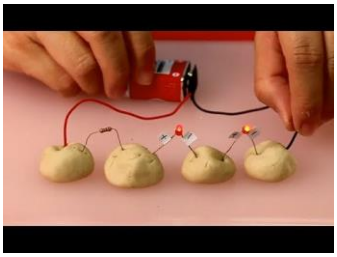
ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

.....

.....



วงจรอย่างง่าย



วงจรแบบอนุกรม

วงจรแบบขนาน

ตัวอย่างรูปภาพจาก Internet

ตอนที่ 3 เงื่อนไขในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์

เงื่อนไข

ให้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ โดยสิ่งประดิษฐ์ต้อง**มีแสงสว่าง**จากหลอดไฟ LED อย่างสร้างสรรค์ มีการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างหลากหลาย โดยไม่ใช้ลวดตัวนำ (สายไฟ) ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้เท่านั้น ซึ่งนักเรียนสามารถร่วมกันวิเคราะห์และออกแบบโดยใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4

ข้อจำกัด

1) สิ่งประดิษฐ์ต้องมีความสร้างสรรค์และมีสีสันจากแสงสว่างของหลอด LED

2) สิ่งประดิษฐ์จะต้องเสร็จทันเวลาที่กำหนด และมีองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าครบถ้วนและถูกต้อง

3.1 คำถามก่อนการทำกิจกรรม (2 คะแนน)

ระบุปัญหาจากเงื่อนไขที่กำหนด

1. สิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ 2. สิ่งประดิษฐ์ต้อง**มีแสงสว่าง**จากหลอดไฟ LED อย่างสร้างสรรค์ 3. มีการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างหลากหลาย โดยไม่ใช้ลวดตัวนำ (สายไฟ)

ตัวแปรต้น ปริมาณของเกลือแกงและปริมาณน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตัวแปรตาม การแตกตัวของไอออน ความสว่างของหลอด LED

ตัวแปรควบคุม ขนาดของหลอด LED แรงดันไฟฟ้าของถ่านไฟ

สมมติฐานของการทดลอง

ถ้าอัตราส่วนของเกลือแกงและน้ำมีความสามารถในการละลายต่างกัน ดังนั้นการแตกตัวของไอออนและความสว่างของหลอด LED ก็จะแตกต่างกัน

3.2 ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์ (3 คะแนน) ใช้เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการสื่อสาร

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์ และนำเสนอโดยใช้ Application keynote มีองค์ประกอบของการออกแบบ ดังนี้

1) ชื่อของสิ่งประดิษฐ์ ออกแบบเพื่อกลุ่มเป้าหมายใด เหตุผลในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ และประโยชน์ของสิ่งประดิษฐ์

2) ใช้วงจรไฟฟ้าแบบใดในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และให้ระบุองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

3) รูปภาพของสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนออกแบบ

ขึ้นอยู่กับการออกแบบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

3.3 ผลการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (2 คะแนน)

ขึ้นอยู่กับผลการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

3.4 หลักการในการออกแบบ (พอสังเขป) (2 คะแนน)

ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ มีการใช้ความรู้เกี่ยวกับวิชาเคมีในเรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์ การแตกตัวของสารเมื่อละลายน้ำ และมวลต่อโมลของสาร เพื่อใช้ในการเลือกสารที่คาดว่าจะใช้น้อยที่สุดในการทำให้แป้งโดว์นำไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีการใช้ความรู้เกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อทำให้ครบวงจรและหลอด LED สว่าง โดยวงจรไฟฟ้าเป็นเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าผ่านได้ครบรอบประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสายไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเช่นถ่ายไฟฉายหรือแบตเตอรี่ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้า สายไฟฟ้าเป็นตัวนำไฟฟ้าทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าด้วยกันเครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่นการต่อวงจรไฟฟ้าวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจรทำให้โหลดหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรนั้น ๆ ทำงานคือวงจรปิดการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมเป็น การต่อเซลล์ไฟฟ้าขั้วบวกกับขั้วลบเรียงกันไปตามลำดับเพื่อให้กระแสไฟฟ้าเดินทางเดินทางเดียวหลอดไฟฟ้าจะสว่างกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน แต่ระยะเวลาในการใช้งานสั้นกว่า)

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง Electric Dough

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (2 คะแนน)	สามารถเลือกและระบุวัสดุและสารเคมีในการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้าที่สอดคล้องกับการวิธีการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้าและปริมาณที่ระบุมีความเหมาะสม	2	2
	สามารถเลือกและระบุวัสดุและสารเคมีในการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า ที่สอดคล้องกับการวิธีการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า	1	
	เลือกวัสดุและสารเคมีไม่สอดคล้องกับวิธีการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า	0	
2. (2 คะแนน)	ระบุอัตราส่วนของเกลือแกงและน้ำมากกว่า 3 อัตราส่วน สำหรับการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า	2	2
	ระบุอัตราส่วนของเกลือแกงและน้ำ มากกว่า 2 อัตราส่วน สำหรับการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า	1	
	ระบุอัตราส่วนของเกลือแกงและน้ำ มากกว่า 1 อัตราส่วน สำหรับการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า	0	
3. (2 คะแนน)	ระบุขั้นตอนการทำแป้ง Dough รวมทั้งระบุอัตราส่วนของสารอิเล็กโทรไลต์ของแป้งโดว์อย่างละเอียดและชัดเจน	2	2
	ระบุขั้นตอนการทำแป้ง Dough รวมทั้งระบุอัตราส่วนของสารอิเล็กโทรไลต์ของแป้งโดว์อย่างละเอียดและชัดเจน	1	
	ระบุขั้นตอนการทำแป้ง Doughอัตราส่วนของสารอิเล็กโทรไลต์ไม่สอดคล้องกับการทำแป้งโดว์นำไฟฟ้า	0	
4. (2 คะแนน)	สามารถทดสอบแป้งโดว์นำไฟฟ้าและต่อวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้องทั้ง 3 แบบ และสามารถระบุอัตราส่วนของสารอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมสำหรับการต่อวงจรไฟฟ้าได้	2	2
	สามารถทดสอบแป้งโดว์นำไฟฟ้าและต่อวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้องทั้ง 2 แบบ และสามารถระบุอัตราส่วนของสารอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมสำหรับการต่อวงจรไฟฟ้าได้	1	
	สามารถทดสอบแป้งโดว์นำไฟฟ้าและต่อวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้องทั้ง 1 แบบ	0	

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
5. (2 คะแนน)	ระบุปัญหาจากเงื่อนไขได้ 3 ข้อ และสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และสมมติฐานได้ถูกต้องและครบถ้วน	2	2
	ระบุปัญหาจากเงื่อนไขได้ 2 ข้อ และสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และสมมติฐานได้ถูกต้องและครบถ้วน	1	
	ระบุปัญหาจากเงื่อนไขได้ 1 ข้อ และสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และสมมติฐานได้บางส่วน	0	
6. (3 คะแนน)	ใช้เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการสื่อสาร		3
7. (2 คะแนน)	ระบุผลการทดสอบ ประเมินผล และสามารถเสนอวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน จำนวน 3 วิธี และมีความอย่างละเอียด รอบคอบ	2	2
	ระบุผลการทดสอบ ประเมินผล และสามารถเสนอวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน จำนวน 2 วิธี และมีความอย่างละเอียด รอบคอบ	1	
	ระบุผลการทดสอบ ประเมินผล และสามารถเสนอวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน จำนวน 1 วิธี	0	
8. (2 คะแนน)	ระบุหลักการออกแบบและสามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ **เหมาะสมสอดคล้อง** กับสิ่งประดิษฐ์	2	2
	ระบุหลักการออกแบบและสามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ **เหมาะสม**กับสิ่งประดิษฐ์	1	
	ระบุหลักการออกแบบและสามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า สารละลายอิเล็กโทรไลต์	0	
รวม			**17 คะแนน**

เฉลยใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง ไฟฟ้าน่ารู้

ตอนที่ 1 เรื่อง ความสำคัญของไฟฟ้า (เฉลย)

1.1 สำรวจการใช้ไฟฟ้าในกิจวัตรประจำวัน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

คำชี้แจง: สำรวจการใช้ไฟฟ้าในกิจวัตรประจำวันของนักเรียนเกี่ยวข้องกับไฟฟ้าอย่างไรบ้าง และจะส่งผลกระทบอะไรบ้างหากนักเรียนไม่มีไฟฟ้าใช้ในการทำกิจวัตรประจำวัน (อย่างน้อย 3 กิจกรรม)

กิจกรรมประจำวัน	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในกิจกรรม	ผลกระทบที่เกิดขึ้นหากไม่มีไฟฟ้า
1. อาบน้ำ (1 คะแนน)	- เครื่องปั๊มน้ำ - เครื่องทำน้ำอุ่น	- ต้องตักน้ำอาบ - อาบน้ำเย็น
2.แต่งตัว (1 คะแนน)	- ไดร์เป่าผม - หลอดไฟ - ปัตตาเลี่ยนตัดผม	- ไม่มีแสงสงสว่าง - ผมเปียกต้องปล่อยแห้งเองตามธรรมชาติ, - ผมยาว (ผู้ชายต้องใช้ปัตตาเลี่ยนตัดผม)
3.กินข้าว (1 คะแนน)	- หม้อหุงข้าว - ตู้เย็น - เตาไมโครเวฟ - กระทะไฟฟ้า	- ต้องทำกับข้าวโดยใช้เตาถ่าน เตาแก๊ส ทำให้ช้า เสียเวลา
4. เรียนหนังสือ (1 คะแนน)	- คอมพิวเตอร์ -โปรเจคเตอร์ - โทรทัศน์ - เครื่องฉายสไลด์	- ไม่สามารถใช้สื่อเทคโนโลยี เช่น อินเทอร์เน็ต คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ ในการเรียนได้

กิจกรรมประจำวัน	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในกิจกรรม	ผลกระทบที่เกิดขึ้นหากไม่มีไฟฟ้า
	- ไมโครโฟน - ลำโพง	
5.ทำการบ้าน (1 คะแนน)	-หลอดไฟ -พัดลม -คอมพิวเตอร์ -โน้ตบุ๊ก	- ไม่มีแสงสว่าง ค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตไม่ได้
6.กิจกรรมยามว่าง/พักผ่อน (1 คะแนน)	-โทรศัพท์ -แท็บเล็ต -โทรทัศน์ -วิทยุ	- ไม่ได้ดูโทรทัศน์ - ไม่ได้เล่นอินเทอร์เน็ต -ไม่ได้เล่นเกมออนไลน์

คำถามท้ายกิจกรรม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

1. หากในชีวิตประจำวันของนักเรียนไม่มีไฟฟ้าใช้จะเกิดผลกระทบอย่างไรบ้าง **(3 คะแนน)**

(**แนวคำตอบ** : มีความยุ่งยากในการใช้ชีวิต ขาดสิ่งอำนวยความสะดวกในหลาย ๆ อย่างทำให้เสียเวลาในการใช้ชีวิตประจำวัน)

2. ยกตัวอย่างพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานธรรมชาติพร้อมทั้งระบุผลกระทบในเชิงลบและเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อม **(1 คะแนน)**

(**แนวคำตอบ**: โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก มีผลกระทบในเชิงบวกคือการมีส่วนช่วยในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการสร้างกระแสไฟฟ้าชนิดอื่นๆ และผลกระทบในเชิงลบคือพื้นที่ป่าและปริมาณสัตว์ป่ารอบเขื่อน ที่ทุกครั้งที่เกิดการสร้างเขื่อนขึ้น ต้นไม้หลายพันหลายหมื่นต้นจะถูกทำลายจากการจมลงในกระแสน้ำหรือถูกโค่นนั้นเอง)

3.แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เป็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตกระแสไฟฟ้า **(1 คะแนน)**

(**แนวทางการแก้ปัญหา:** ช่วยกันปลูกป่าทดแทนต้นไม้ที่เกิดจากการสูญเสียในการสร้างเขื่อนผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ)

2.2 ออกแบบโปสเตอร์รณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด (15 คะแนน)

คำชี้แจง: นักเรียนออกแบบโปสเตอร์รณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดลงในแอปพลิเคชัน Numbers

เกณฑ์การให้คะแนน เรื่อง ความสำคัญของไฟฟ้า

ข้อ (คะแนน)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (1)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 3-4 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ 3-4 คำตอบ ประกอบด้วย **อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในกิจกรรมอาบน้ำ** -เครื่องปั๊มน้ำ -เครื่องทำน้ำอุ่น **ผลกระทบที่เกิดขึ้นหากไม่มีไฟฟ้า** -ต้องตักน้ำอาบ -อาบน้ำเย็น	1	6
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1-2 คำตอบ	0.5	
	เงื่อนไข มีการจับประเด็นสำคัญได้น้อย	0	
2. (1)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 3-4 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ 3-4 คำตอบ ประกอบด้วย **อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในกิจกรรมแต่งตัว** - ไดร์เป่าผม - หลอดไฟ **ผลกระทบที่เกิดขึ้นหากไม่มีไฟฟ้า** - ไม่มีแสงสงสว่าง - ผมเปียกต้องปล่อยแห้งเองตามธรรมชาติ	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1-2 คำตอบ	0.5	
	เงื่อนไข มีการจับประเด็นสำคัญได้น้อย	0	

3. (1)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 3-4 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ 3-4 คำตอบ ประกอบด้วย **อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในกิจกรรมกินข้าว** - หม้อหุงข้าว - ตู้เย็น **ผลกระทบที่เกิดขึ้นหากไม่มีไฟฟ้า** - ต้องทำกับข้าวโดยใช้เตาถ่าน เตาแก๊ส ทำให้ช้า เสียเวลา	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1-2 คำตอบ	0.5	
	เงื่อนไข มีการจับประเด็นสำคัญได้น้อย	0	
4. (1)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 3-4 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ 3-4 คำตอบ ประกอบด้วย **อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในกิจกรรมเรียนหนังสือ** - คอมพิวเตอร์ -โปรเจคเตอร์ **ผลกระทบที่เกิดขึ้นหากไม่มีไฟฟ้า** - ไม่สามารถใช้สื่อเทคโนโลยีได้ -ไม่สามารถใช้ อินเทอร์เน็ต คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ ในการเรียนได้	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1-2 คำตอบ	0.5	
	เงื่อนไข มีการจับประเด็นสำคัญได้น้อย	0	
5. (1)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 3-4 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ 3-4 คำตอบ ประกอบด้วย **อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในกิจกรรมทำการบ้าน** -หลอดไฟ -พัดลม **ผลกระทบที่เกิดขึ้นหากไม่มีไฟฟ้า**	1	

	- ไม่มีแสงสว่าง ค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตไม่ได้		
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1-2 คำตอบ	0.5	
	เงื่อนไข มีการจับประเด็นสำคัญได้น้อย	0	
6. (1)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 3-4 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ 3-4 คำตอบ ประกอบด้วย **อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในกิจกรรมในการทำกิจกรรมยามว่าง** -โทรศัพท์ -แท็บเล็ต **ผลกระทบที่เกิดขึ้นหากไม่มีไฟฟ้า** - ไม่ได้ดูโทรทัศน์ - ไม่ได้เล่นอินเทอร์เน็ต	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1-2 คำตอบ	0.5	
	เงื่อนไข มีการจับประเด็นสำคัญได้น้อย	0	

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามหลังการทำกิจกรรม

ข้อ (คะแนน)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (3)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง1 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ ความยุ่งยากในการใช้ชีวิต ขาดสิ่งอำนวยความสะดวกในหลาย ๆ อย่างทำให้เสียเวลาในการใช้ชีวิตประจำวัน	3	9
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	
2. (3)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง1 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก มีผลกระทบในเชิงบวกคือการมีส่วนช่วยในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการสร้างกระแสไฟฟ้าชนิดอื่นๆ และผลกระทบในเชิงลบคือพื้นที่ป่าและปริมาณสัตว์ป่ารอบเขื่อนที่ทุกครั้งที่เกิดการสร้างเขื่อนขึ้น ต้นไม้หลายพันหลายหมื่นต้นจะถูกทำลายจากการจมลงในกระแสน้ำหรือถูกโค่นนั้นเอง	3	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	
3. (3)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง1 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ ช่วยกันปลูกป่าทดแทนต้นไม้ที่เกิดจากการสูญเสียในการสร้างเขื่อนผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ	3	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	

เกณฑ์การให้คะแนนการออกแบบโปสเตอร์รณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด (15 คะแนน)

คำชี้แจง: นักเรียนออกแบบโปสเตอร์รณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดลงในแอปพลิเคชัน Numbers

ข้อ (คะแนน)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (1)	เงื่อนไข เนื้อหาถูกต้องตรงประเด็น มีความคิดสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร มีการจัดวางองค์ประกอบที่เหมาะสม ใช้พื้นที่ทั้งหมดใช้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้สีและเทคนิคทางศิลปะ ชิ้นงานความสวยงามและน่าสนใจ ตัวอย่างคำตอบ เงื่อนไข เนื้อหาถูกต้องตรงประเด็นเพียงเล็กน้อย มีความคิดสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร มีการจัดวาง องค์ประกอบที่เหมาะสม รวมถึงการใช้สีและเทคนิคทางศิลปะ ชิ้นงานความสวยงามและน่าสนใจ	15 10	15
	เงื่อนไข ไม่มีความถูกต้องของเนื้อหา ชิ้นงานไม่มีความคิดสร้างสรรค์ ขาดความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร มีการจัดวางองค์ประกอบที่ไม่เหมาะสม รวมถึงการใช้สีและเทคนิคทางศิลปะ ชิ้นงานความสวยงามและขาดความน่าสนใจ	5	

ตอนที่ 2 วงจรไฟฟ้าน่ารู้

2.1 การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (เฉลย)

คำถาม : .....

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน
2. ลังถ่านไฟฉาย 1 อัน
3. สายไฟพร้อมหัวหนีบปากจระเข้ 2 เส้น
4. หลอดไฟพร้อมฐาน 1 ชุด

วิธีดำเนินการทดลอง

1.นำสายไฟเส้นที่ 1 ต่อเข้ากับขั้วบวกของถ่านไฟฉาย

2 นำปลายสายไฟเส้นที่ 1 อีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับขั้วหลอด

3.นำสายไฟเส้นที่ 2 ต่อเข้ากับขั้วลบของถ่านไฟฉาย สังเกตผลที่เกิดขึ้น

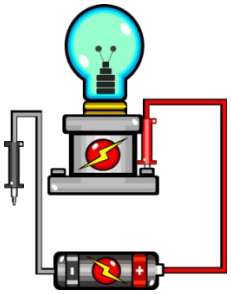
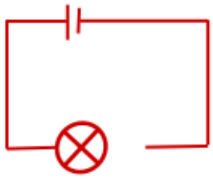
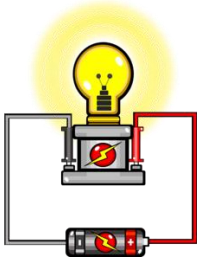
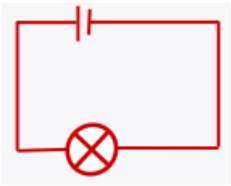
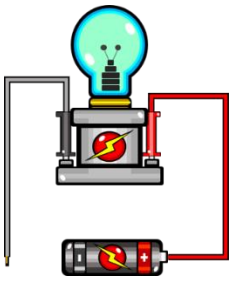
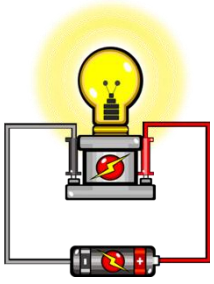
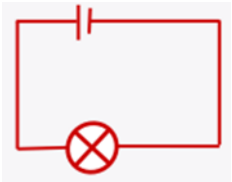
4. นำปลายสายไฟเส้นที่ 2 อีกด้านหนึ่งต่อกับขั้วหลอด สังเกตผลที่เกิดขึ้น

5. ปลดสายไฟออกหนึ่งเส้น สังเกตผลที่เกิดขึ้น

7. ทดลองต่อหลอดไฟกับถ่านไฟฉายตามรูปแบบในแบบบันทึกกิจกรรมการทดลอง สังเกตผลที่เกิดขึ้น บันทึกผลการทดลอง

แบบบันทึกผลการทดลอง (8 คะแนน)

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าตามแบบที่กำหนดให้ โดยใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าเขียนแผนภาพแสดงวงจรไฟฟ้า พร้อมระบุลักษณะของวงจรและความสว่างของหลอดไฟ ลงในตารางบันทึกผลให้เรียบร้อย

วงจรไฟฟ้า	สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	หลอดไฟ LED (สว่าง/ไม่สว่าง)	ลักษณะของวงจร (วงจรปิด/วงจรเปิด)
1. 		ไม่สว่าง	วงจรเปิด
2. 		สว่าง	วงจรปิด
3. 		ไม่สว่าง	วงจรเปิด
4. 		สว่าง	วงจรปิด

คำถามหลังการทดลอง (6 คะแนน)

1.จากการทดลองในวงจรไฟฟ้าประกอบด้วยอุปกรณ์ใดบ้าง

ถ่านไฟฉาย สายไฟ หลอดไฟ

2.จากการทดลองเหตุใดทำไมหลอดไฟฟ้าจึงสว่าง

กระแสไฟฟ้าเดินทางจากขั้วบวกของถ่านไฟฉายผ่านสายไฟฟ้าไปยังหลอดไฟฟ้าและผ่านหลอดไฟฟ้ากลับไปยังขั้วลบของถ่านไฟฉาย หลอดไฟจึงสว่าง กระแสไฟฟ้าเดินทางได้ครบวงจร **เรียกว่า วงจรปิด**

3.เพราะเหตุใด เมื่อปลดสายไฟฟ้าออก 1 เส้น หลอดไฟฟ้าจึงไม่สว่าง

เพราะเมื่อปลดสายไฟฟ้าออก 1 เส้น ทำให้กระแสไฟฟ้าเดินทางไม่ครบวงจร หลอดไฟฟ้าจึงไม่สว่าง **เรียกว่า วงจรเปิด**

สรุปผลการทดลอง (6 คะแนน)

จากการทดลอง **เรื่อง** วงจรไฟฟ้าน่ารู้ วงจรไฟฟ้าประกอบด้วย ถ่านไฟฉาย หลอดไฟฟ้า สายไฟฟ้าเมื่อต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ให้ เชื่อมต่อกันทั้งหมด ทำให้มีเส้นทางที่กระแสไฟฟ้า ผ่านได้ครบรอบ หลอดไฟฟ้าจะสว่าง เมื่อต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ไม่ต่อเชื่อม กันทั้งหมด หลอดไฟฟ้าจะไม่สว่าง **โดย**การต่อวงจรไฟฟ้า**แบบวงจรปิด**หรือการต่อแบบที่ส่วนประกอบต่างๆเชื่อมต่อกันทั้งหมด จนทำให้มีเส้นทางให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ในวงจรไฟฟ้าได้ครบรอบ ทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างได้ ส่วนการต่อวงจรไฟฟ้า**แบบวงจรเปิดหรือ**การต่อแบบที่ส่วนประกอบต่าง ๆไม่เชื่อมต่อกันทั้งหมด จะไม่มีกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า ทำให้หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง **การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า**จะใช้การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าแทนการวาดรูป ซึ่งทำได้โดยใช้สัญลักษณ์แสดงส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าโดยมีถ่านไฟฉายต่อเข้ากับสายไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า เราสามารถเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าได้โดยนำสัญลักษณ์แสดงอุปกรณ์ต่างๆ ของวงจรไฟฟ้ามาเขียนต่อกัน ให้ขีดยาวและขีดสั้นของสัญลักษณ์เซลล์ไฟฟ้าอยู่ในตำแหน่งที่สอดคล้องกับขั้วบวกและขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าจริงแล้วเขียนเส้นแทนสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างสัญลักษณ์ของหลอดไฟฟ้าและเซลล์ไฟฟ้า ซึ่งการเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้ามีประโยชน์นอกจากจะช่วยลดระยะเวลาการวาดรูปวงจรไฟฟ้า แล้วการใช้สัญลักษณ์ที่เป็นสากลยังทำให้เราสามารถเข้าใจสิ่งที่ต้องการสื่อสารได้ตรงกัน

2.2 การต่อวงจรแบบอนุกรม และแบบขนาน (เฉลย)

คำถาม : .....

วัสดุ-อุปกรณ์

1.ถ่านไฟ 2 ก้อน ก้อนละ 1.5 V.

2.ถ่านไฟ 2 ก้อน ก้อนละ 1.5 V.

3. ลังถ่านไฟฉาย 2 อัน

4. สายไฟพร้อมหัวหนีบปากจระเข้ 2 เส้น

5. หลอดไฟพร้อมฐาน 1 ชุด

วิธีดำเนินการทดลอง

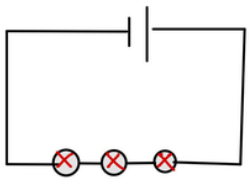
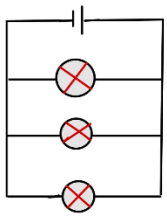
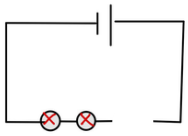
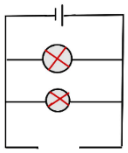
1. ให้นักเรียนต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ ดังนี้

- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม ใช้หลอดไฟ LED 3 ดวงและหลอดไฟ LED 1 ดวง ถ่านไฟ 2 ก้อน ก้อนละ 1.5 V.
- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน ใช้หลอดไฟ LED 3 ดวงและหลอดไฟ LED 1 ดวง ถ่านไฟ 2 ก้อน ก้อนละ1.5 V

2. ต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้แล้ว จากนั้น ถอดหลอดไฟฟ้าดวงหนึ่งออกจากวงจรไฟฟ้าในแต่ละแบบ สังเกตและบันทึกผล

3. ร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรมภายในชั้นเรียน

แบบบันทึกผลการทดลอง (12 คะแนน)

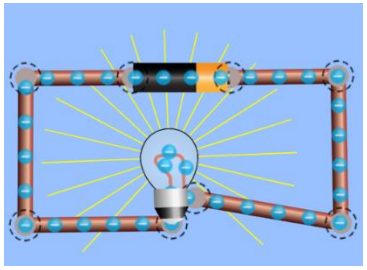
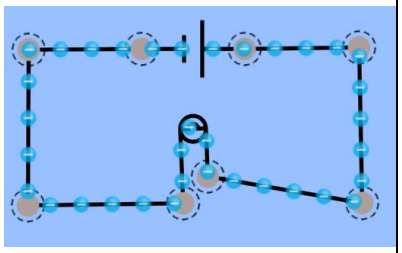
การต่อหลอดไฟ LED	ความสว่างของหลอดไฟ	สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	วงจรปิด/วงจรเปิด
การต่อหลอดไฟ LED 3 ดวง แบบอนุกรม	หลอดไฟ LED สว่างน้อย		วงจรปิด
การต่อหลอดไฟ LED 3 ดวง แบบขนาน	หลอดไฟ LED สว่างมากกว่าแบบอนุกรม		วงจรปิด
เมื่อถอดหลอดไฟ LED ออก 1 ดวง แบบอนุกรม	หลอดไฟฟ้าที่เหลือดับทั้งหมด		วงจรเปิด
เมื่อถอดหลอดไฟ LED ออก 1 ดวง แบบขนาน	หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่างอยู่		วงจรเปิด

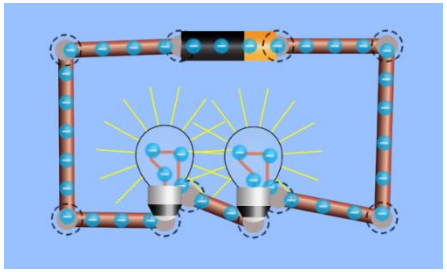
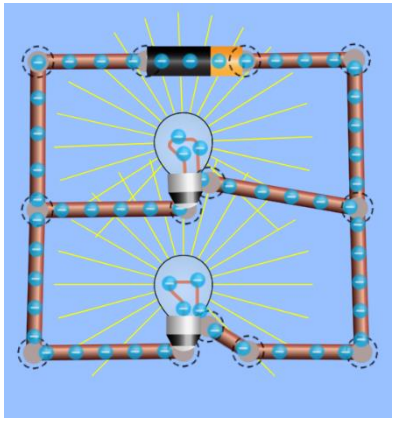
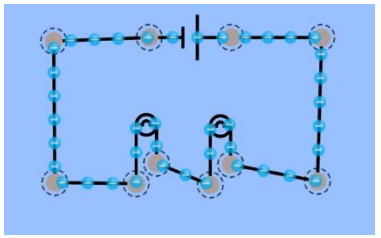
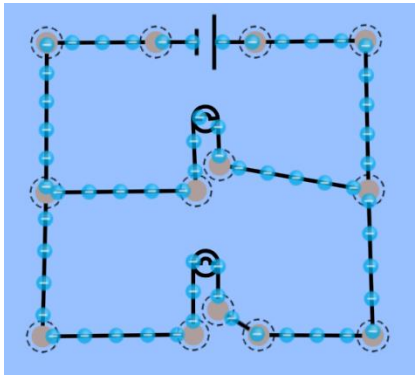
สรุปผลการทดลอง (8 คะแนน)

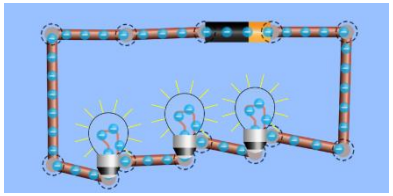
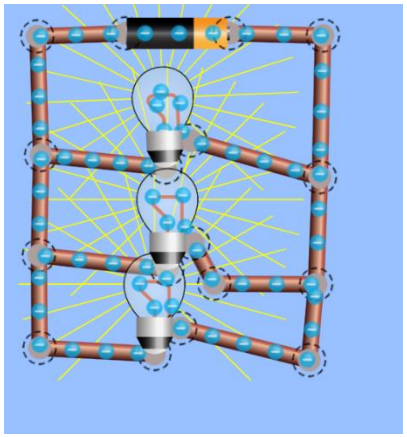
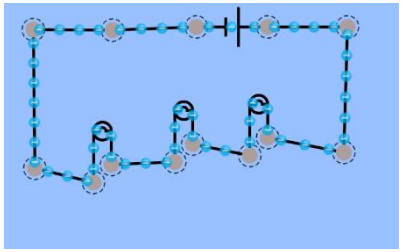
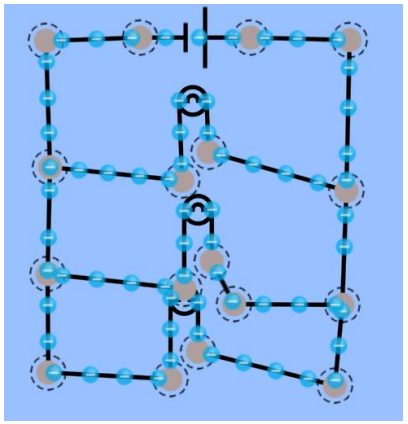
การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกัน โดยกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละดวงจะมีปริมาณเดียวกัน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก จะทำให้หลอดไฟฟ้าที่เหลือดับทั้งหมด เพราะทำให้วงจรไฟฟ้าไม่ครบวงจรและไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ส่วน**การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน** เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละดวงคร่อมกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าแยกผ่านแต่ละเส้นทางตามสายไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละดวง เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งจะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นทางนั้น แต่เส้นทางอื่นยังมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่ ทำให้หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่างอยู่

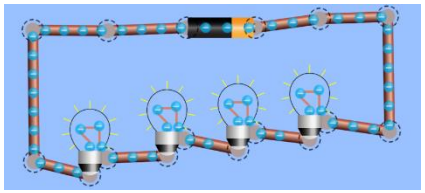
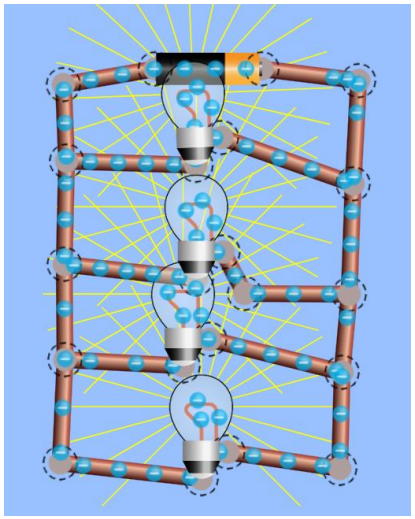
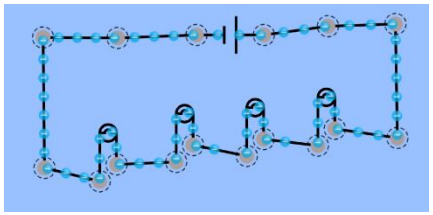
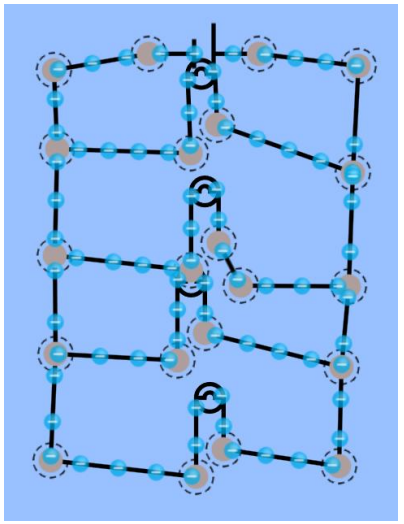
2.3 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าจาก PhET (เฉลย)

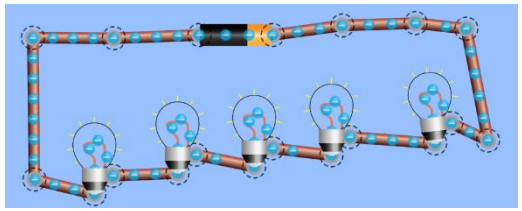
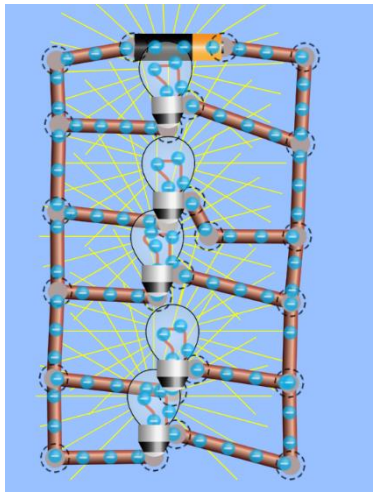
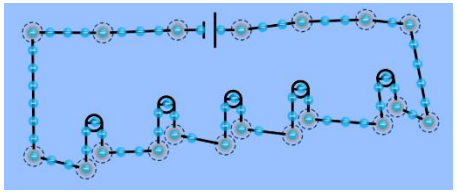
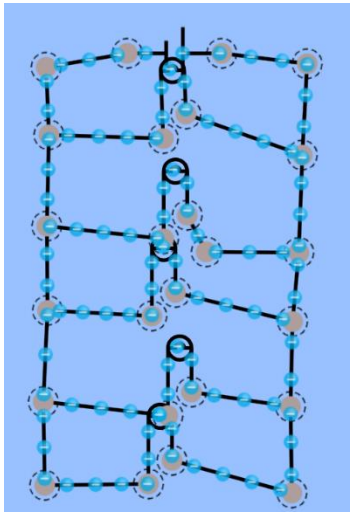
คำชี้แจง : ให้นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าใน PhET เรื่อง Circuit Construction ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ถูกต้อง โดยบันทึกผลการต่อหลอดไฟเป็นรูปภาพ
1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนานโดยใช้หลอดไฟ 5 ดวง **(18 คะแนน)**

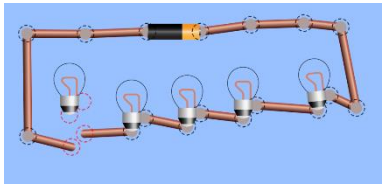
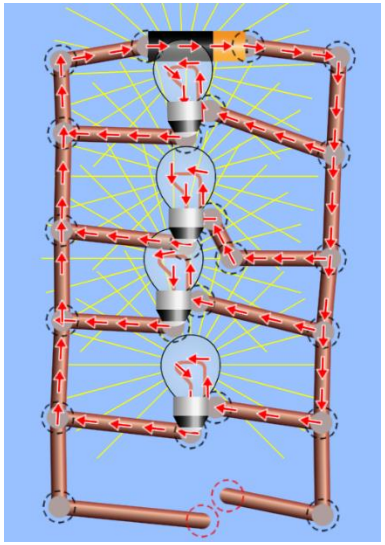
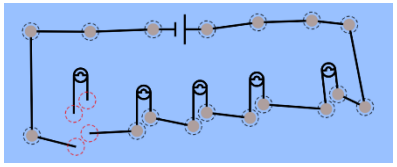
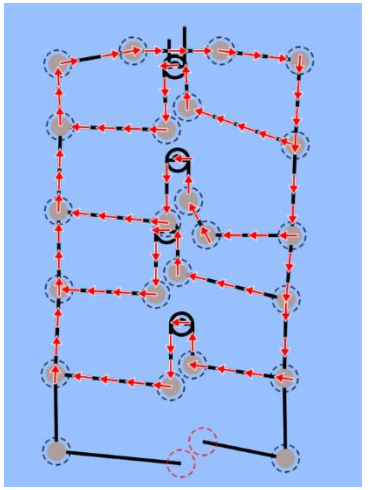
การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
1การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย				

การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
2.ต่อหลอดไฟ 2 ดวง				

การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
3.ต่อหลอดไฟ 3 ดวง				

การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
4.ต่อหลอดไฟ 4 ดวง				

การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
5.ต่อหลอดไฟ 5 ดวง				

การต่อวงจรไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ		สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	
	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
6.เมื่อถอดหลอดไฟออก 1 ดวง				

คำถามท้ายกิจกรรม (6 คะแนน)

1.เมื่อต่อวงไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ความสว่างของหลอดไฟเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

แตกต่างกัน **การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม**กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรอนุกรม จะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากแหล่งกำเนิด แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจรจะมีค่าน้อย แต่ว่าแรงดันที่ตกคร่อมละชิ้นเมื่อรวมกัน จะมีแรงดันเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่ามากกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดที่ต่ออยู่ในวงจร ความสว่างของหลอดไฟจึงมีน้อย ส่วน**การต่อหลอดไฟแบบขนาน**กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรขนาน จะมีค่าเท่ากับกระแสในแต่ละสาขาของวงจรรวมกัน แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจร จะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจรความสว่างของหลอดไฟจึงมีมาก

2.เมื่อถอดหลอดไฟออก 1 ดวง ความว่างของหลอดไฟ เมื่อต่อแบบอนุกรมและแบบขนานเป็นอย่างไร

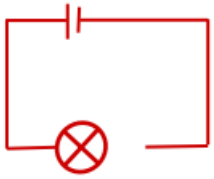
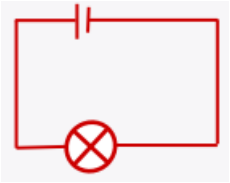
การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือจะดับหมด เพราะทำให้วงจรไฟฟ้าไม่ครบวงจรหรือเป็นวงจรเปิด จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า **การต่อหลอดไฟแบบขนาน** เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่าง เพราะมีเส้นทางอื่นที่ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านครบวงจรได้

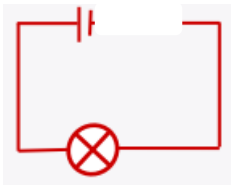
สรุปผลการทดลอง (6 คะแนน)

การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือจะดับหมด เพราะทำให้วงจรไฟฟ้าไม่ครบวงจรหรือเป็นวงจรเปิด จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าในกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรอนุกรม จะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากแหล่งกำเนิด แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจร จะมีค่าน้อย แต่ว่าแรงดันที่ตกคร่อมละชิ้นเมื่อรวมกัน จะมีแรงดันเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่ามากกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดที่ต่ออยู่ในวงจร ความสว่างของหลอดไฟจึงมีน้อย ส่วน**การต่อหลอดไฟแบบขนาน** เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่าง เพราะมีเส้นทางอื่นที่ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านครบวงจรได้กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรขนาน จะมีค่าเท่ากับกระแสในแต่ละสาขาของวงจรรวมกัน แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจร จะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร ความสว่างของหลอดไฟจึงมีมาก

เกณฑ์การให้คะแนน ตอนที่ 2 วงจรไฟฟ้าน่ารู้

2.1 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างอย่าง

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (2)	**เงื่อนไข** มีคำตอบถูกต้อง 2-3 คำตอบ **ตัวอย่างคำตอบ** 3 แบบประกอบด้วย 1.วาภาพการต่อด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า  2.ความสว่างของหลอดไฟ LED **ไม่สว่าง** 3.ลักษณะของวงจร **วงจรเปิด**	2	2
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	
2. (2)	**เงื่อนไข** มีคำตอบถูกต้อง 2-3 คำตอบ **ตัวอย่างคำตอบ** 3 แบบประกอบด้วย 1.วาภาพการต่อด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า  2.ความสว่างของหลอดไฟ LED **สว่าง** 3.ลักษณะของวงจร **วงจรปิด**	2	2
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
3. (2)	**เงื่อนไข** มีคำตอบถูกต้อง 2-3 คำตอบ **ตัวอย่างคำตอบ** 3 แบบประกอบด้วย 1.วาภาพการต่อด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า  2.ความสว่างของหลอดไฟ LED **ไม่สว่าง** 3.ลักษณะของวงจร **วงจรเปิด**	2	2
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	
4. (2)	**เงื่อนไข** มีคำตอบถูกต้อง 2-3 คำตอบ **ตัวอย่างคำตอบ** 3 แบบประกอบด้วย 1.วาภาพการต่อด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า 2.ความสว่างของหลอดไฟ LED **สว่าง** 3.ลักษณะของวงจร **วงจรปิด**	2	2
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	

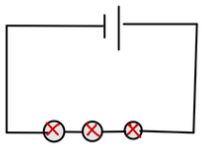
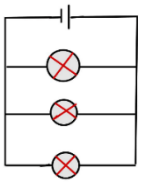
เกณฑ์การให้คะแนน เรื่อง คำถามท้ายกิจกรรม

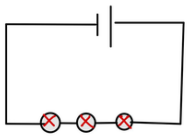
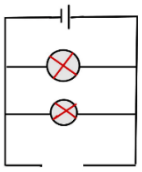
ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (2)	**เงื่อนไข** มีคำตอบถูกต้อง 2-3 คำตอบ **ตัวอย่างคำตอบ** 3 แบบประกอบด้วย 1.ถ่านไฟฉาย 2.สายไฟ 3.หลอดไฟ	2	2
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	
2. (2)	**เงื่อนไข** มีคำตอบถูกต้อง **พร้อมระบุลักษณะของวงจร** **ตัวอย่างคำตอบ** กระแสไฟฟ้าเดินทางจากขั้วบวกของถ่านไฟฉายผ่านสายไฟฟ้าไปยังหลอดไฟฟ้าและผ่านหลอดไฟฟ้ากลับไปยังขั้วลบของถ่านไฟฉาย หลอดไฟจึงสว่าง กระแสไฟฟ้าเดินทางได้ครบวงจร **เรียกว่าวงจรปิด**	2	2
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง ไม่ระบุ**ลักษณะของวงจร**	1	
	เงื่อนไข ไม่มีคำตอบถูกต้อง	0	
3. (2)	**เงื่อนไข** มีคำตอบถูกต้อง **พร้อมระบุลักษณะของวงจร** **ตัวอย่างคำตอบ** เพราะเมื่อปลดสายไฟฟ้าออก 1 เส้น ทำให้กระแสไฟฟ้าเดินทางไม่ครบวงจร หลอดไฟฟ้าจึงไม่สว่าง **เรียกว่า วงจรเปิด**	2	2
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง ไม่ระบุ**ลักษณะของวงจร**	1	
	เงื่อนไข ไม่มีคำตอบถูกต้อง	0	

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (6)	**เงื่อนไข** สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมข้อมูล จากการวิเคราะห์ทั้งหมด	6	6
	เงื่อนไข สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุม ข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	4	
	เงื่อนไข สรุปผลการทดลองได้ตามความเห็น โดยไม่ใช้ข้อมูล จากการทดลอง	2	
	เงื่อนไข ไม่สรุปผลการทดลอง	0	

เกณฑ์การให้คะแนน เรื่อง สรุปผลการทดลอง

เกณฑ์การให้คะแนน 2.2 เรื่อง การต่อวงจรแบบอนุกรม และแบบขนาน

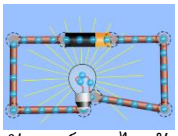
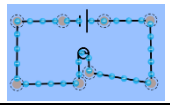
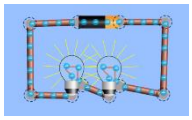
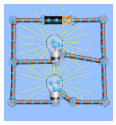
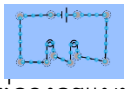
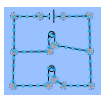
ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (3)	**เงื่อนไข** มีคำตอบถูกต้อง 3 คำตอบ **ตัวอย่างคำตอบ** 3 แบบประกอบด้วย 1.ความสว่างของหลอดไฟ LED **สว่างน้อย** 2.วาภาพการต่อด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า  3.ลักษณะของวงจร **วงจรปิด**	3	3
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 2 คำตอบ	2	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	
2. (3)	**เงื่อนไข** มีคำตอบถูกต้อง 3 คำตอบ **ตัวอย่างคำตอบ** 3 แบบประกอบด้วย 1.ความสว่างของหลอดไฟ LED **สว่างมากกว่าแบบอนุกรม** 2.วาภาพการต่อด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า  3.ลักษณะของวงจร **วงจรปิด**	3	3
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 2 คำตอบ	2	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	

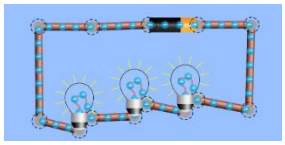
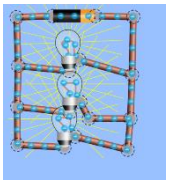
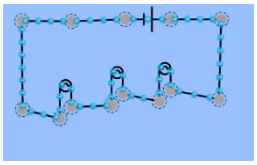
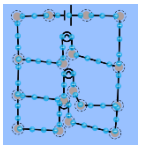
ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
3. (3)	**<u>เงื่อนไข</u>** มีคำตอบถูกต้อง 3 คำตอบ **<u>ตัวอย่างคำตอบ</u>** 3 แบบประกอบด้วย 1.ความสว่างของหลอดไฟ LED **หลอดไฟฟ้าที่เหลือดับทั้งหมด** 2.วาภาพการต่อด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า  3.ลักษณะของวงจร **วงจรเปิด**	3	3
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	2	
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	1	
4. (3)	**<u>เงื่อนไข</u>** มีคำตอบถูกต้อง 3 คำตอบ **<u>ตัวอย่างคำตอบ</u>** 3 แบบประกอบด้วย 1.ความสว่างของหลอดไฟ LED **หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่างอยู่** 2.วาภาพการต่อด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า  3.ลักษณะของวงจร **วงจรเปิด**	3	3
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 2 คำตอบ	2	
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	

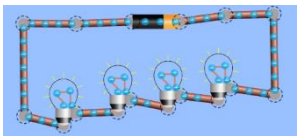
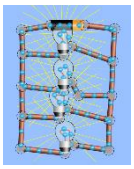
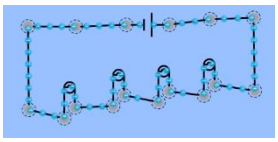
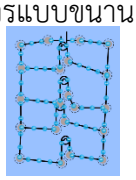
ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (8)	**เงื่อนไข** สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมข้อมูล จากการวิเคราะห์ทั้งหมด	8	8
	เงื่อนไข สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุม ข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	6	
	เงื่อนไข สรุปผลการทดลองได้ตามความเห็น โดยไม่ใช้ข้อมูล จากการทดลอง	3	
	เงื่อนไข ไม่สรุปผลการทดลอง	0	

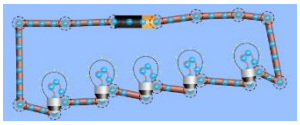
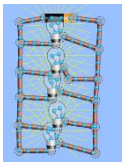
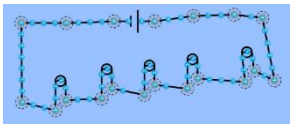
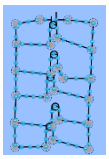
เกณฑ์การให้คะแนน เรื่อง สรุปผลการทดลอง

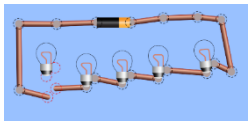
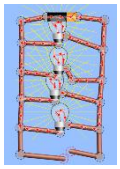
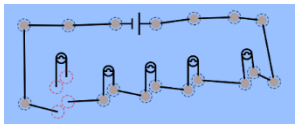
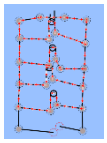
เกณฑ์การให้คะแนน 2.3 เรื่อง การต่อวงจรจาก PhET

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (3)	**<u>เงื่อนไข</u>** มีคำตอบถูกต้อง 3 คำตอบ **<u>ตัวอย่างคำตอบ</u>** **การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย** 1.ความสว่างของหลอดไฟ  2.สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า 	3	3
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 2 คำตอบ	2	
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	
2. (3)	**<u>เงื่อนไข</u>** มีคำตอบถูกต้อง 3-4 คำตอบ **<u>ตัวอย่างคำตอบ</u>** 4 แบบประกอบด้วย **ต่อหลอดไฟ 2 ดวง** **1.ความสว่างของหลอดไฟ** - การต่อวงจรแบบอนุกรม  - การต่อวงจรแบบขนาน  **2.สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า** - การต่อวงจรแบบอนุกรม  - การต่อวงจรแบบขนาน 	3	3
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 2 คำตอบ	2	

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
3. (3)	**<u>เงื่อนไข</u>** มีคำตอบถูกต้อง 3-4 คำตอบ **<u>ตัวอย่างคำตอบ</u>** 4 แบบประกอบด้วย **ต่อหลอดไฟ 3 ดวง** **1.ความสว่างของหลอดไฟ** - การต่อวงจรแบบอนุกรม  - การต่อวงจรแบบขนาน  **2.สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า** - การต่อวงจรแบบอนุกรม  - การต่อวงจรแบบขนาน 	3	3
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 2 คำตอบ	2	
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
4. (3)	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 3-4 คำตอบ <u>ตัวอย่างคำตอบ</u> 4 แบบประกอบด้วย **ต่อหลอดไฟ 4 ดวง** **1.ความสว่างของหลอดไฟ** - การต่อวงจรแบบอนุกรม  - การต่อวงจรแบบขนาน  **2.สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า** - การต่อวงจรแบบอนุกรม  - การต่อวงจรแบบขนาน 	3	3
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 2 คำตอบ	2	
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
5. (3)	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 3-4 คำตอบ <u>ตัวอย่างคำตอบ</u> 4 แบบประกอบด้วย **ต่อหลอดไฟ 5 ดวง** **1.ความสว่างของหลอดไฟ** - การต่อวงจรแบบอนุกรม  - การต่อวงจรแบบขนาน  **2.สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า** - การต่อวงจรแบบอนุกรม  - การต่อวงจรแบบขนาน 	3	3
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 2 คำตอบ	2	
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
6 (3)	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 3-4 คำตอบ <u>ตัวอย่างคำตอบ</u> 4 แบบประกอบด้วย **เมื่อถอดหลอดไฟออก 1 ดวง** **1.ความสว่างของหลอดไฟ** - การต่อวงจรแบบอนุกรม  - การต่อวงจรแบบขนาน  **2.สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า** - การต่อวงจรแบบอนุกรม  - การต่อวงจรแบบขนาน 	3	3
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 2 คำตอบ	2	
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ	1	

เกณฑ์การให้คะแนน เรื่อง คำถามท้ายกิจกรรม

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (3)	**เงื่อนไข** มีคำตอบถูกต้อง **พร้อมระบุความแตกต่าง** **ตัวอย่างคำตอบ** แตกต่างกัน **การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม** กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรอนุกรม จะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากแหล่งกำเนิด แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจรจะมีค่าน้อย แต่ว่าแรงดันที่ตกคร่อมละชิ้นเมื่อรวมกัน จะมีแรงดันเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่ามากกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดที่ต่ออยู่ในวงจร ความสว่างของหลอดไฟจึงมีน้อย ส่วน**การต่อหลอดไฟแบบขนาน** กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรขนาน จะมีค่าเท่ากับกระแสในแต่ละสาขาของวงจรรวมกัน แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจรจะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร ความสว่างของหลอดไฟจึงมีมาก	3	3
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง ไม่ระบุความแตกต่าง	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	

เกณฑ์การให้คะแนน เรื่อง คำถามท้ายกิจกรรม

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (3)	**<u>เงื่อนไข</u>** มีคำตอบถูกต้อง **พร้อมระบุความแตกต่าง** **<u>ตัวอย่างคำตอบ</u>** **การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม** เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือจะดับหมด เพราะทำให้วงจรไฟฟ้าไม่ครบวงจรหรือเป็นวงจรเปิด จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า **การต่อหลอดไฟแบบขนาน** เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่าง เพราะมีเส้นทางอื่นที่ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านครบวงจรได้	3	3
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง ไม่ระบุความแตกต่าง	1	
	<u>เงื่อนไข</u> มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	

เกณฑ์การให้คะแนน เรื่อง สรุปผลการทดลอง

ข้อ (คะแนนเต็ม)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (6)	**เงื่อนไข** สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมข้อมูล จากการวิเคราะห์ทั้งหมด	6	6
	เงื่อนไข สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุม ข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	4	
	เงื่อนไข สรุปผลการทดลองได้ตามความเห็น โดยไม่ใช้ข้อมูล จากการทดลอง	2	
	เงื่อนไข ไม่สรุปผลการทดลอง	0	

ตอนที่ 3 ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือ (เฉลย)

สมาชิกกลุ่มที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนหาความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงโดยออกแบบการทดลองที่ทำให้หลอดไฟ LED สว่างมากที่สุด โดยมีอัตราส่วนของเกลือแกงต่อน้ำ (1:1) คือน้ำ 5 ml ต่อเกลือแกง 10 g

สารเคมีและอุปกรณ์

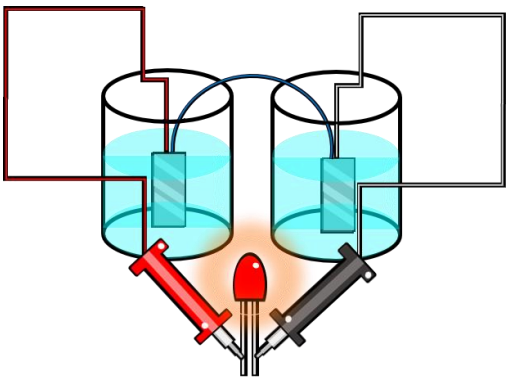
1.เกลือแกง
2.น้ำกลั่น
3.แก้วน้ำพลาสติก
4.แท่งแก้วคนสาร
5.คลิปหนีบปากจระเข้ 4 ชิ้น
6.หลอด LED
7. แผ่นทองแดง 2 แผ่น
8. เครื่องชั่ง
9.แผ่นสังกะสี 2 แผ่น
10. สายไฟ 3 เส้น

วิธีการทดลอง

1.เทน้ำกลั่นลงในแก้วน้ำพลาสติกปริมาตร 5 ml

2.ชั่งเกลือตามอัตราส่วนในตารางบันทึกผลการทดลอง ใช้แท่งแก้วคนสารให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

3. ใช้คลิปหนีบปากจระเข้หนีบกับแผ่นทองแดง และแผ่นสังกะสี แล้วจุ่มลงในสารละลายเกลือแกง นำหลอดไฟ LED มาต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ที่มีอัตราส่วนแตกต่างกัน ดังรูป



4.สังเกตความสว่างของหลอดไฟ LED ตามอัตราส่วนในตารางบันทึกผลการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลลงในตาราง

คำถามก่อนการทดลอง

1. ปัญหา: เมื่อปริมาณความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงมาก หลอดไฟสว่างมากขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ตัวแปรต้น: ความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงมาก
3. ตัวแปรตาม: หลอดไฟสว่างมากขึ้น
4. ตัวแปรควบคุม: สารละลายเกลือแกง
5. วาดภาพพร้อมระบุขั้นตอนการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ทดลองการนำไฟฟ้าของน้ำ	ความสว่างของหลอดไฟ LED
น้ำ	ไม่สว่าง

หมายเหตุ: จำนวนเครื่องหมาย + แทนความสว่างของหลอดไฟ LED

สารละลาย	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	อัตราส่วนของน้ำต่อเกลือ	ความสว่างของหลอดไฟ LED
เกลือแกง	1:1 (น้ำ 5 ml : เกลือ 10 g)	สว่าง
	1:2 (น้ำ 5 ml : เกลือ 20 g)	สว่าง+
	1:3 (น้ำ 5 ml : เกลือ 30 g)	สว่าง++
	1:4 (น้ำ 5 ml : เกลือ 40 g)	สว่าง+++
	1:5 (น้ำ 5 ml : เกลือ 50 g)	สว่าง+++

คำถามหลังการทดลอง

1.เมื่อปริมาณเกลือแกงในน้ำมากขึ้น หลอดไฟ LED สว่างมากขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

เนื่องจากถ้าปริมาณเกลือแกงในน้ำมากขึ้น ความสว่างของหลอดไฟจะมากขึ้นด้วย เพราะเมื่อเติมเกลือแกงที่เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในอัตราที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีการเพิ่มจำนวนของไอออนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นความสามารถในการนำไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้นและทำให้หลอดไฟมีความสว่างเพิ่มมากขึ้น

สรุปผลการทดลอง

เนื่องจาก เกลือหรือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่เป็นสารประกอบไอออนิก เมื่อละลายกับน้ำจะแตกตัวเป็นสารละลายอิเล็กทรอไลท์ (Electrolyte) ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถนำไฟฟ้าได้ ดังนั้น เมื่อเรานำเกลือละลายในน้ำตามอัตราส่วนตามตารางบันทึกผล โดยเพิ่มปริมาณเกลือขึ้น หลอดไฟ LED ของจึงสว่างขึ้น ตามปริมาณความเข้มข้นของสารละลายน้ำเกลือ ในการทดลองหากเกลือไม่สามารถละลายได้แล้ว เกิดจากสารละลายน้ำเกลือเข้มข้น เป็นสารละลายที่มีปริมาณของตัวละลายอยู่มากในสารละลาย เมื่อน้ำเกลือประกอบด้วยน้ำเป็นตัวทำละลายและเกลือเป็นตัวละลาย เมื่อเราค่อยๆ เติมเกลือครั้งละ 10 กรัม ไปเรื่อย ๆ พบว่าเกลือจะละลายได้หมด แต่เมื่อเติมเกลือเรื่อย ๆ แล้วเกลือละลายได้ไม่หมด เพราะว่าสารละลายอิ่มตัวหรือตัวทำละลายไม่สามารถละลายตัวละลายได้อีก

เกณฑ์การให้คะแนน ตอนที่ 3 เรื่อง ผลิตไฟฟ้าจากน้ำเกลือคำถามก่อนการทดลอง (3 คะแนน)

ข้อ (คะแนน)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (1)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ ความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงมาก	1	3
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	
2. (1)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ หลอดไฟสว่างมากขึ้น	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	
3. (1)	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบ ตัวอย่างคำตอบ 3สารละลายเกลือแกงมาก	1	
	เงื่อนไข มีคำตอบถูกต้อง 0 คำตอบ	0	

เกณฑ์การให้คะแนนตารางบันทึกผลการทดลอง ตารางที่ 1 การทดลองการนำไฟฟ้าของน้ำ (2 คะแนน)

ข้อ (คะแนน)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
	<u>เงื่อนไข</u> ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง มีการปรับ-ปรุงแก้ไขเป็นระยะและมีการบันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง	2	2
	<u>เงื่อนไข</u> ทดลองตามวิธีการขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยเป็นผู้แนะนำในบางส่วน มีการประบปรุงแก้ไขบ้างและบันทึกผลเป็นระยะ ไม่ระบุหน่วย ไม่เป็นระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง	1	
	<u>เงื่อนไข</u> ทดลองตามวิธีการขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยเป็นผู้แนะนำในบางส่วน ไม่มีการประปรุงแก้ไขบ้างและบันทึกผลไม่ครบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นไปตามการทดลอง	0	

เกณฑ์การให้คะแนนตารางบันทึกผลการทดลอง ตารางที่ 2 การทดลองการน้ำไฟฟ้าของสารอิเล็กโทรไลต์
(สารละลายเกลือแกง 10 คะแนน)

ข้อ (คะแนน)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
	เงื่อนไข ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง มีการปรับ-ปรุงแก้ไขเป็นระยะและมีการบันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง	10	10
	เงื่อนไข ทดลองตามวิธีการขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยเป็นผู้แนะนำในบางส่วน มีการประบปรุงแก้ไขบ้างและบันทึกผลเป็นระยะ ไม่ระบุหน่วย ไม่เป็นระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง	5	
	เงื่อนไข ทดลองตามวิธีการขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยเป็นผู้แนะนำในบางส่วน ไม่มีการประปรุงแก้ไขบ้างและบันทึกผลไม่ครบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นไปตามการทดลอง	0	

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามหลังการทดลอง (2 คะแนน)

ข้อ (คะแนน)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (1)	เงื่อนไข ตอบคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วนและตรงประเด็น ตัวอย่างคำตอบ เนื่องจากถ้าปริมาณเกลือแกงในน้ำมากขึ้น ความสว่างของหลอดไฟจะมากขึ้นด้วย เพราะเมื่อเติมเกลือแกงที่เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในอัตราที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีการเพิ่มจำนวนของไอออนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นความสามารถในการนำไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้นและทำให้หลอดไฟมีความสว่างเพิ่มมากขึ้น	2	2
	เงื่อนไข ตอบคำถามได้ถูกต้อง ไม่ครบครบถ้วนและไม่ตรงตรงประเด็น เงื่อนไข ตอบคำถามไม่ถูกต้อง ไม่ครบ	1	
	ครบถ้วนและไม่ตรงตรงประเด็น	0	

เกณฑ์การให้คะแนนสรุปผลการทดลอง (3 คะแนน)

ข้อ (คะแนน)	รายการประเมิน	คะแนน	คะแนนรวม
1. (1)	เงื่อนไข สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	3	3
	เงื่อนไข สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	2	
	เงื่อนไข สรุปผลการทดลองได้ตามความเห็นโดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทดลอง	1	

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	3	2	1	
1. การเชื่อมโยงแนวคิด	เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ และการใช้สีที่เหมาะสมกับสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ และแสดงเหตุผลและประโยชน์ของสิ่งประดิษฐ์ที่**เหมาะสมสอดคล้อง**กับกลุ่มเป้าหมาย	เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า สารละลายอิเล็กโทรไลต์**ได้บางส่วน** มีการใช้สีที่เหมาะสมกับสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ และแสดงเหตุผลและประโยชน์ของสิ่งประดิษฐ์**ที่สอดคล้อง**กับกลุ่มเป้าหมาย	เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า สารละลายอิเล็กโทรไลต์**ได้บางส่วน** มีการใช้สีที่**แตกต่าง**กับสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าจากแป้งโดว์ และแสดงเหตุผลและประโยชน์ของสิ่งประดิษฐ์**ที่ไม่สอดคล้อง**กับกลุ่มเป้าหมาย	
2. การประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหา	สามารถใช้ความรู้เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน ความเข้มข้นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมกับการนำไฟฟ้า ทำให้**หลอด LED สว่างทุกดวง** และมีการใช้สีที่**หลากหลายเหมาะสม**ของหลอด LED และแป้งโดว์เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์**ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ**	สามารถใช้ความรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบใดแบบหนึ่ง ความเข้มข้นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมกับการนำไฟฟ้า ทำให้**หลอด LED สว่างทุกดวง** และมีการใช้สีที่**หลากหลาย**ของหลอด LED และแป้งโดว์เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์	สามารถใช้ความรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบใดแบบหนึ่ง ความเข้มข้นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมกับการนำไฟฟ้า ทำให้**หลอด LED สว่างบางดวง** และมีการ**ใช้สี**ของหลอด LED และแป้งโดว์เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์	
คะแนนรวม				

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการสื่อสาร

เรื่อง การนำเสนอแนวคิดการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอย่างสร้างสรรค์จากแป้งโดว์ และนำเสนอโดยใช้ Application keynote มีองค์ประกอบของการออกแบบ ดังนี้

1) ชื่อของสิ่งประดิษฐ์ ออกแบบเพื่อกลุ่มเป้าหมายใด เหตุผลในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ และประโยชน์ของสิ่งประดิษฐ์

2) ใช้วงจรไฟฟ้าแบบใดในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และให้ระบุองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

3) รูปภาพของสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนออกแบบ

เกณฑ์การให้คะแนน

ตัวอย่างคำตอบ	คะแนน
การออกแบบการสื่อสารที่เหมาะสม แลกเปลี่ยนองค์ความรู้อย่างมีสติกับบุคคลที่หลากหลาย ปราศจากอคติ โดยคำนึกถึงความจริง ความดี ความงาม ในการแสดงความคิดเห็น และการออกแบบเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย และสามารถใช้ประโยชน์จากสิ่งประดิษฐ์ทั้งต่อตนเองและต่อกลุ่มได้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้	3
การออกแบบการสื่อสารที่เหมาะสม แลกเปลี่ยนองค์ความรู้อย่างมีสติกับบุคคลที่หลากหลาย ปราศจากอคติ และการออกแบบเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย และสามารถใช้ประโยชน์จากสิ่งประดิษฐ์ทั้งต่อตนเองและต่อกลุ่มได้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้	2
การออกแบบการสื่อสารที่เหมาะสม แลกเปลี่ยนองค์ความรู้อย่างมีสติกับบุคคลที่หลากหลาย ปราศจากอคติ และสามารถใช้ประโยชน์จากสิ่งประดิษฐ์ทั้งต่อตนเองและต่อกลุ่มได้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้	1
ไม่ตอบ / คำตอบไม่ถูกต้อง	0

เกณฑ์การประเมินพลเมืองเข้มแข็ง

	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	3	2	1	
พลเมืองเข้มแข็ง 1. พลเมืองรู้เคารพสิทธิ 2. พลเมืองรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ 3. พลเมืองมีส่วนร่วมอย่างมีวิจารณญาณ 4. พลเมืองผู้สร้างการเปลี่ยนแปลง	-รณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดแสดงถึงผลการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกต่อชุมชน - ข้อความในโปสเตอร์แสดงถึงความเห็นอกเห็นใจ ไม่แสดงถึงการข่มขู่หรือคุกคามผู้อื่นเพื่ออยู่ร่วมกันอย่างสันติ - กระตุ้นการมีส่วนร่วมของชุมชนตามสิทธิ และหน้าที่	-รณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดโดยแสดงถึงผลการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกต่อชุมชน และ/หรือ - ข้อความในโปสเตอร์แสดงถึงความเห็นอกเห็นใจ ไม่แสดงถึงการข่มขู่หรือคุกคามผู้อื่น เพื่ออยู่ร่วมกันอย่างสันติ และ/หรือ - กระตุ้นการมีส่วนร่วมของชุมชนตามสิทธิ และหน้าที่	- รณรงค์การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดเกี่ยวข้องกับผลกระทบของการใช้สีสังเคราะห์ หรือ - ข้อความในโปสเตอร์แสดงถึงการบังคับให้เชื่อความเห็นใดความเห็นหนึ่ง หรือ - การมีส่วนร่วมของชุมชนตามสิทธิ และหน้าที่มีจำกัด	
คะแนนรวม				

แบบประเมินการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

การประเมินการทำงานร่วมกันของกลุ่ม

ข้อ	ลักษณะการทำงานร่วมกัน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
		3	2	1	
1	สมาชิกในกลุ่มริเริ่มกำหนดเป้าหมาย ของทีม				
2	สมาชิกในกลุ่มมีความรับผิดชอบต่อบทบาทและงานที่ได้รับมอบหมาย				
3	สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในการวางแผนและตัดสินใจในการทำงาน				
4	สมาชิกในกลุ่มมีการจัดระบบความคิดก่อนลงมือทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นและปฏิบัติงานจนสำเร็จ				
5	สมาชิกในกลุ่มมีการวิเคราะห์สะท้อนการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายและสัมพันธภาพเชิงบวกของทีม				
คะแนนรวม					

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับ 3 คะแนน (เหนือความคาดหวัง)

ระดับ 2 คะแนน (กำลังพัฒนา)

ระดับ 1 คะแนน (เริ่มต้น)

เกณฑ์การประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนนที่ได้
	3	2	1	
1. การระบุปัญหา	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามได้ถูกต้องสอดคล้องกับปัญหาและระบุตัวแปรควบคุมได้อย่างเหมาะสมได้เอง	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ได้ถูกต้องสอดคล้องกับปัญหาและระบุตัวแปรควบคุมได้อย่างเหมาะสมได้เมื่อได้รับคำแนะนำจากครู	ระบุแปรต้น ตัวแปรตาม ได้ถูกต้องสอดคล้องกับปัญหาและระบุตัวแปรควบคุมได้อย่างเหมาะสมได้เมื่อครูบอก	
2. การวิเคราะห์ปัญหา	วางแผนการทดลองอย่างเป็นระบบ ชัดเจน ครบทุกขั้นตอนสอดคล้องกับปัญหาและตัวแปรที่ระบุ	วางแผนการทดลองโดยแสดงขั้นตอนที่สอดคล้องกับปัญหาและตัวแปรที่ระบุ	วางแผนการทดลองที่สอดคล้องกับตัวแปรที่ระบุได้	
3. การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	ระบุสมมติฐานที่ชัดเจนและสอดคล้องกับปัญหาและตัวแปร	ระบุสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาและตัวแปรได้	ระบุสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้	
4. การตรวจสอบผลลัพธ์	- บันทึกผลการทดลองครบถ้วน และ - ตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ และ - สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง	- บันทึกผลการทดลองถูกต้องหรือบางส่วน และ/หรือ - ตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อหรือบางส่วน และ/หรือ - สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องหรือบางส่วน	- บันทึกผลการทดลองถูกต้องหรือบางส่วน หรือ - ตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อหรือบางส่วน หรือ - สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องหรือบางส่วน	
คะแนนรวม				

เอกสารอ้างอิง
(References)

กระทรวงศึกษาธิการ. 2550. **ยุทธศาสตร์ขับเคลื่อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สู่สถานศึกษา. (2550 - 2554).**กรุงเทพฯ : ศูนย์ประสานงานกลางการดำเนินงาน.

กุสุมา ณ อยุธยา. 2553. **เศรษฐกิจพอเพียง.** ปทุมธานี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ฐิติมน ทองพิมพ์. 2551. **สภาพการใช้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนรู้ของครู วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่**. การค้นคว้าแบบอิสระปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เทวิล ศรีสองเมือง. 2551. **การพัฒนารูปแบบเครือข่ายการจัดการเรียนการสอนตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนพล สมัครการ. 2550. **ความรู้ความเข้าใจปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงหลังเข้าร่วมโครงการประยุกต์ปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียงสู่การปฏิบัติ : ศึกษากรณีผู้เข้าอบรมพลังกายทิพย์เพื่อสุขภาพ กรมขนส่งทหาร อากาศ กองบัญชาการสนับสนุนทหารอากาศ**. ภาคนิพนธ์ปริญญาโท สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ธวัช ชิตตระการ. 2555. **การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ผ่าน**
โปรแกรม STEM. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

นฤมล ยุตาคม. 2542. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology, and Society-STS Model). **ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์**14(3): 29-48.

นฤมล ยุตาคม และพรทิพย์ ไชยโส. 2550**. รายงานการวิจัย เรื่องการพัฒนานักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปประจำการเพื่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

นฤมล อินทร์ประสิทธิ์. 2552. **การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study): นวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูและนักเรียน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นพพร เมธีอนันต์กุล. 2549. **การนำแนวปฏิบัติตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในการดำเนินชีวิต**:

ปริญญา ชนะวาที. 2551. ก**ารศึกษาการบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนการสอน**

รักษพล ธนานุวงศ์. 2556. **เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ. สสวท. , 41(182), 15-16.**

วิจารณ์ พานิช. 2555. **วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์

วิชัย รูปขำดี. 2550. **ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาชุมชน** เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ

สุจินต์ วิศวธีรานนท์. 2547. **บทบาทของครูครูกับการจัดการเรียนการสอนที่มี ประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ ; วัฒนาพานิช.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544. **รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2547. การ**ประยุกต์ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : มูลนิธิพัฒนาไทย.

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544. **คู่มือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับใหม่ 2545)**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558. **คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6.** กรุงเทพฯ: องค์การค้าของ สกสค.

สหัทยา พลปัถพี. 2548. **การนำเสนอแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณลักษณะตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. 2555. **สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education: Preparing students for the 21st Century**. จาก http://designtechnology.ipst.ac.th/uploads/STEMeducation.pdf

Amade- Escot, C. 2000. “The Contribution of Two Research Programs on Teaching Content: ‘Pedagogical Content Knowledge’ and ‘Didactics of Physical Education’”. **Journal of Teaching Physical Education**. 20:78-101.

Bandura, A. (1997). **Personal efficacy in psychobiologic functioning**. In G. V. Caprara (Ed.), Bandura: A leader in psychology (pp. 43-66). Milan, Italy: Franco Angeli.

Barnett, C. 1992. “Building A Case-based Curriculum to Enhance the Pedagogical Content Knowledge of Mathematics Teachers” .**Journal of Teacher Education.** 42 (4): 263-272.

Baxter, J. A., and Lederman, N. G. 1999. **Assessment and Measurement of Pedagogical Content Knowledge**. In J.Gess- Newsome and N. G. Lederman(Eds.), “Examining

Pedagogical Content Knowledge" (pp. 147-161). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

Bell, J., Veal, W. R., and Tippins, D. J. 1998. "The Evolution of Pedagogical Content Knowledge in Prospective Secondary Physics Teachers".**Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching**, San Diego, CA.

Blanchard , P. N. and Thacker , J.W. 2004. **Effective Training: Systems , Strategies and Practices**. Upper Saddle River : Pearson Prentice Hall.

Breiner, J.M., Harkness, S.S, Johnson, C.C., and Koehler, C.M. (2012). What is STEM? A discussion about Conceptinons of STEM in Education and Partnerships. **School Science and Mathematics**, 112, 3-11

Bruce, B. C., and M. P. Hogan. 1998. The Disappearance of Technology: Toward an Epistemological Model of Literacy. In D. Reinking, M. L. Labbo, and R. Kieffer, eds., **Handbook of Literacy and Technology: Transformations in a Post-Typographic World** (pp. 269-281). Hillsdale, NJ: Erlbaum. <http://www.lis.uiuc.edu/chip/pubs/disappearance.shtml>.

Chatmaneerungcharoen, S. 2012. Factors that Promote a Co-Teaching Model for a Successful Professional Development Strategy for Thai In-service Science Teacher. **KKU Research Journal** 2(1): 51-75.

Chatmaneerungcharoen, S. 2012. "Professional Development Program for Thai In-service Science Teachers: A Development of Pedagogical Content Knowledge thought a Co-teaching Model. **EJJS Research Journal**.

Chen, A, and Ennis, C. 1995. "Content Knowledge Transformation: An Examination of the Relationship Between Content Knowledge and Curricula". **Teaching and Teacher Education**. 11 (4): 389-401.

Clermont, C. P., Krajcik, J. S., and Borko, H. 1993. "The Influence of An Intensive In-Service Workshop on Pedagogical Content Knowledge Growth among Novice Chemical Demonstrators".**Journal of Researchin Science Teaching**, 30 (1), 21-43.

Cochran, K. F., Deruiter, J. A., and King, R.A. 1993. "Pedagogical Content Knowing: An Integrative Model for Teacher Preparation". **Journal of Teacher Education**. 44 (4): 263-272.

Costa, A., and Garmston, R. 2002. **Cognitive Coaching: A Foundation for Renaissance Schools**. The United States of America: Christopher-Gordon Publishers.

Daehler, K. R., and Shinohara, M. 2001."A Complete Circuit is A Complete Circle: Exploring the Potential of Case Materials and Methods to Develop Teachers' Content Knowledge and Pedagogical Content Knowledge of Science". **Research in Science Education**. 31: 267-288.

Dejarnette. 2012. America's children: providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. **Education**,133(1), 77-84.

Edinson, R. 2011. **Advantages and Disadvantages ICT Integration in the Classroom.** Retrieved from http:/ / www.cenarestgabon.org/ advantages-and-disadvantagesict-integration-in-the-classroom.html,July 1, 2016

Edwards, TB. 1950. Measurement of Some Aspects of Critical Thinking. **Journal of Experimental Education,** 18:263-278

Eick, C. J. 2000. "Inquiry, Nature of Science, and Evolution: The Need for A More Complex Pedagogical Content Knowledge in Science Teaching". **Electric Journal of Science Education**.4 (3).Available: http://unr.edu/homepage/ crowther/ejse/eick.html

Fernandez-Balboa, J., and Stiehl, J. 1995."The Generic Nature of Pedagogical Content Knowledge among College Professors".**Teaching and Teaching Education**. 11 (3): 293-306.

Fatting, I.L. and Taylor, M.T. 2008. **Co-teaching in the Differentiated and Classroom Management**. San Francisco: Jossey-Bass.

Garmston, R.1987. **"How Administrators Support Peer Coaching." Educational Leadership**. 44, 5: 18–28.

Geddis et al., 1993 A.N. Geddis, B. Onslow, C. Beynon, J. Oesch. **Transforming Content Knowledge: Learning to Teach about Isotopes**
Science Education, 77 (6) (1993), pp. 575-591

Geddis, A. N., and Wood, E. 1997. "Transforming Subject Master and Managing Dilemmas: A Case Study in Teacher Education". **Teaching and Teacher Education**. 13 (6): 611-626.

Gordon ,S..P. 2004. **Professional Development for School Improvement : Empowering Learning Communities.** Boston: Pearson.

Grossman, P. L. 1989. "A Study in Contrast: Sources of Pedagogical Content Knowledge for Secondary English". **Journal of Teacher Education**.40 (5): 24-31.

Halim, L., and Meerah, S. M. 2002."Science Trainee Teachers' Pedagogical Content Knowledge and its Influence on Physics Teaching". **Research in Science and Technological Education**. 20 (2): 215-225.

Halpern, D. F. 1998. Teaching Critical Thinking for Transfer across Domains: Dispositions, Skills, Structure Training, and Metacognitive Monitoring. **American Psychologist**, 53(4), 449–455

Jerald, C. D. (2007). **Believing and Achieving (Issue Brief)**. Washington DC.: Center for Comprehensive School Reform and Improvement.

Kinach, B. M. 2002. "A Cognitive Strategy for Developing Pedagogical Content Knowledge in the Secondary Mathematics". **Teaching and Teacher Education**. 18: 51-71.

Knight, J. 2004. **"Instructinal Coaches Make Progress through Partnership: Intensive Support can Improve Teaching".** Journal of Staff Development. 25 Number 2 (Spring): 32 – 37.

Koehler, M. j., Mishra, P., Hershey, K., and Peruski, L. 2004. With A Little Help from Your Students: A New Model for Faculty Development and Online Course Design. **Journal of Technology and Teacher Education** 12(1): 25-55

Loughran, J. Milroy, P., Berry, A.,Gunstone, R., and Mulhall, P. 2001. "Documenting Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge through PaP-eRs".**Research in Science Education**. 31: 289-307.

Lowery, N. V. 2002. "Construction of Teacher Knowledge in Context: Preparing Elementary Teachers to Teach Mathematics and Science". **School Science and Mathematics**. 102(2): 68-83.

Magnusson, S., J. Krajcik, and H. Borko .1999.**Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching**. In J. Gess-Newsome and N.G. Lederman (Eds.), Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and its Implications for Science Education (pp. 95-132). Dordrecht: Kluwer. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

Marks, R. 1990. "Pedagogical Content Knowledge: From A Mathematical Case to A Modified Conception". **Journal of Teacher Education**.41(3): 3-11.

Meredith, A. 1995. "Terry's Teaching: Some Limitations of Shulman' s Pedagogical ContentKnowledge".**CambridgeJournalofEducation**.25(2).Available:http://80 weblb.epnet.com.ezproxy.waikato.ac.nz:2048/citation.asp?tb=1.

Milk, O.G., Owen , K.Q. and Mink , B.P. 1993. **Developing high – performance prople**

: The art of coaching. Reading ,Massachusetts: Addison – Wesley.

Mishra, P., and Koehler, M. J. 2006. Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. ***Teachers College Record***.108 (6), 1017-1054.

Mishra, P., and Koehler, M. J. 2008. Introducing Technological Pedagogical Content Knowledge. Paper presented at **the Annual Meeting of the American Educational Research Association**, New York.

Pedretti, E. 2003. 'Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education: Preservice Teachers' Philosophical and Pedagogical Landscapes'. In D. L. Zeidler (Ed.), **The Role of Moral Reasoning on Socio-scientific Issues and Discourse in Science Education**. Dordrecht: Kluwer Academic Press.

Peterson, P. L., Fennema, E., Carpenter, T.P., and Loef, M. 1989. "Teachers' Pedagogical Content Beliefs in Mathematics". **Cognition and Instruction**. 6 (1): 1-40.

Showers, B., Joyce, B., and Bennett, B. 1987. "Synthesis of Research on Staff Development: A framework for Future Study and A State-of-the-art Analysis." **Educational Leadership**, 45(3), 77–87.

Shulman, L. S. 1986. "Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching". **Educational Researcher**.15 (2): 4-14.

-------- 1987. "Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform". **Harvard Educational Review**. 57 (1): 1-22.

Stump, S. L. 2001. "Developing Pre-service Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Slope". **Journal of Mathematical Behavior**.20: 207-227.

Solomon, J. 1994. "The Rise and Fall of Constructivism". **Studies in Science Education**.23: 1-19.

Tobin, K. and C. J. McRobbie. 1996. "Cultural Myths as Constraints to the Enacted Science Curriculum." **Science Education** 80: 223 - 241.

Trilling, Bernie; Fadel, **Charles. 2009. 21st Century Skills**. Hoboken, NJ: Jossey-Bass.

Tuan, H. L. 1996. "Investigating the Nature and Development of Pre-service Chemistry Teachers' Content Knowledge, Pedagogical Knowledge and Pedagogical Content Knowledge". **Proceeding of the National Science Council Part D: Mathematics, Science and Technology education**. 6 (2): 101-112.

Tuan, H. L. and Kaou, R. C. 1997."Development of A Grade Eight Taiwanese Physical Science Teachers 'Pedagogical Ccontent Knowledge Development" .**Proceeding of the**

National Science Council Part D: Mathematics, Science and Technology education. 7 (3): 135-154.

Van Driel, J. H., Beijaard, D., and Verloop, N. 2001. "Professional Development of Reform in Science Education: The Role of Teachers' Practical Knowledge". **Journal of Research in Science Teaching**. 38 (2): 137-158.

Van Driel, J. H., de Jong, O., and Verloop, N. 2002. "The Development of Pre-service Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge". **Science Education**. 86: 572-590.

Van Driel, J. H., Verloop, N., and de Vos, W. 1998."Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge".**Journal of Research in Science Teaching**. 35 (6): 673-695.

Veal, W. R. 1998. "The Evolution of Pedagogical Content Knowledge in Prospective Secondary Chemistry Teachers". Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Diego, CA.Veal, W. R., and MaKinster, J. G."Pedagogical content knowledge taxonomies".**Electric Journal of Science Education**. (June1999).Availble:http://unr.edu/homepage/crowther/ejsevealmak.html

Vincent, L. 2004. **Coaching for Meaning: The Culture and Practice of Coaching and Team Building**. Great Britain: Palgrave Macmillan.

Wayne, C. 2012. What is S.T.E.M. and why do I need to know? Retrieved Fedruary 2, 2013, from http://issuu.com/caleygroup/docs/stem12online/1

Yager, R. E. 1991. The Constructivist Learning Model. **The Science Teacher** 58 (6): 52-57.

Yerrick, R. K. 2000. Lower Track Science Students' Argumentation and Open Inquiry Instruction. **Journal of Research in Science Teaching** 37(8): 807-838.

Yoshida, M. and Femandez, C. 2002**. Lesson Study: An Introduction.** New York: Madison.

Yoshida, M. (2005). **An Overview of Lesson Study. In Building our understanding of lesson study.** Philadelphia: Research for better schools.

Zembal-Saul, C., M.L. Starr, and J.S. Krajcik. 1999. Constructing A Framework for Elementary Science Teaching Using Pedagogical Content Knowledge. In J. Gess-Newsome and N.G.Lederman (Eds.), **Examining pedagogical content knowledge: The Construct and its Implications for Science Education** (pp. 237–256). Dordrecht: Kluwer

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีบ	*แขนงวิชาและหลักสูตรการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*

คณะผู้จัดทำ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ	คณบดีคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
ดร.นพรัตน์ ศรีเจริญ	นักวิชาการฝ่ายพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.)
นายนัทธพงศ์ ส่งอำไพ	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
นางสาวภัสราภรณ์ สหะกิจ	สาขาวิชาการประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
นางสาวดาริน บุญศรี	สาขาวิชาเคมีศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
นางสาวอรยา สมบูรณ์	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
นางสาววิภาวรรณ แสงทอง	นักวิชาการศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
นางสาวสมัชญา แซ่เจา	นักวิชาการศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต