



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์
ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6

เจตจิรัฐิต์ โสรัตยาทร

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์
ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 6"

ของ เจตจิรัฐิต์ โสรัตยาทร

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

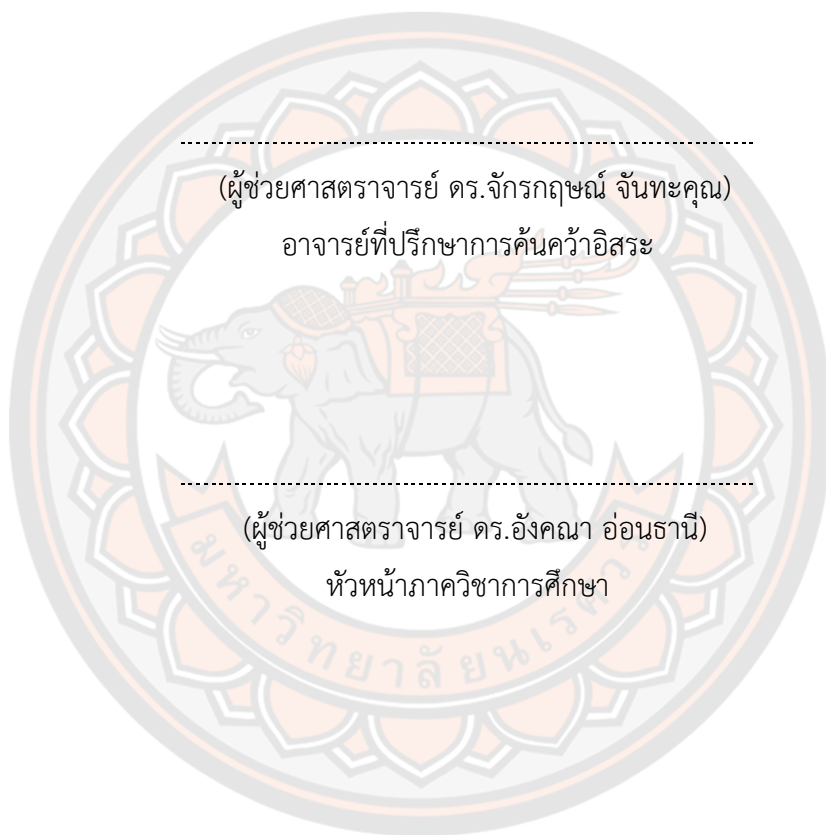
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย	เจตจิรัฐิติ์ ไสร้อยาท
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ, มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์, ห้องทดลองเสมือน

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสามัคคีธรรมราษฎร์บำรุง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์เขต 2 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และ 3) แบบวัดแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.36/79.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 และ 2) นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์การ

แพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



Title	THE DEVELOPMENT OF INQUIRY LEARNING ACTIVITIES WITH VIRTUAL LABS TO ENHANCE SCIENTIFIC CONCEPTS UNDER THE EPIDEMIC SITUATION OF COVID-19 FOR GRADE SIXTH STUDENTS.
Author	Jerdjirut Soruttayatorn
Advisor	Assistant Professor Jakkrit Jantakoon, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Curriculum and Instruction - (Plan B), Naresuan University, 2022
Keywords	Inquiry Learning activities, Virtual Lab, Scientific Concept

ABSTRACT

This research aims 1) to establish and determine the effectiveness of valerian learning activities by using virtual laboratories to promote scientific concepts. Under the circumstances of the COVID-19 pandemic for 6th graders according to criteria 75/75 2) to study the results of trials of successive learning activities in conjunction with virtual laboratories to promote scientific concepts under the covid-19 pandemic. For 6th graders. The samples were 9 sixth graders, semester 2, academic year 2021, Samakkee Thammarat Bamrung School, Nakhon Sawan Elementary School District 2, which was obtained at random. Research instruments include 1) investigative learning activities in conjunction with virtual laboratories to promote scientific concepts under covid-19 pandemic for 6th graders. 2) The plan for arranging valerian learning in conjunction with virtual laboratories to promote scientific concepts under the covid-19 pandemic for 6th graders and 3) Scientific concepts measurement

The results showed that 1) investigative learning activities using laboratories, virtually to promote scientific concepts under the covid-19 pandemic. For sixth graders, the suitability was a high level and the efficiency was 82.36/79.44, which is above the 75/75 threshold. And 2) Students have scientific concepts after classes with investigative learning activities using virtual laboratories to promote

scientific concepts under the covid-19 pandemic. Sixth graders were higher than before class and statistically significantly above the 75 percent threshold at .05.



ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ ประธานที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ที่ได้อุทิศสละเวลาอันมีค่ามาเป็นທີ່ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการการค้นคว้าอิสระอันประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลฉัตร กล่องอิม, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ชำรงโสทธิสกุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของการค้นคว้าอิสระด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปอย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

กราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนสามัคคีธรรมราชบุรี นางสาวอ้นจันทร์ เรือนทิพย์ และผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านปางขนุน นายบัณฑิตชัย เปี้ยปิยะ ที่ได้ให้การอนุเคราะห์ในการจัดเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัย ขอขอบพระคุณ ครูทุกท่านและนักเรียนทุกคนทั้งจากโรงเรียนสามัคคีธรรมราชบุรีราชบุรีและโรงเรียนบ้านปางขนุนที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัยทุก ๆ ขั้นตอน

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่เฝ้าตั้งใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแต่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แก่คุณครูทุกท่านและผู้ที่เกี่ยวข้องไม่มากนักน้อย

เจตจิรัฐิติ์ โสร้อยยาทร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุณูปการ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	๗
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	8
การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ	15
ห้องทดลองเสมือน (virtual laboratory).....	28
โควิด-19	31

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific conceptual).....	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
กรอบแนวคิดการวิจัย	43
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	44
ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับ ห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การ แพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75	44
1. วัตถุประสงค์	44
2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล.....	44
3. ขอบเขตด้านตัวแปร.....	45
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	45
5. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ	46
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	53
7. การวิเคราะห์ข้อมูล	54
ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อ ส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	55
1. วัตถุประสงค์	55
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	55
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	56
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	56
5. แบบแผนการวิจัย	58

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	58
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับ ห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การ แพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	60
ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	70
บทที่ 5 บทสรุป.....	72
สรุปผลการศึกษา.....	72
อภิปรายผล	72
ข้อเสนอแนะ	75
บรรณานุกรม.....	76
ภาคผนวก.....	81
ประวัติผู้วิจัย	254

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อ วัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	9
ตาราง 2 มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่าย โอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์.....	10
ตาราง 3 การเปรียบเทียบในวัฏจักรการเรียนรู้ของคาร์ปัลซ์และวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน	20
ตาราง 4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19.....	21
ตาราง 5 ข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติ.....	31
ตาราง 6 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐาน ตัวชี้วัด และเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ ที่ 3 แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า.....	47
ตาราง 7 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19.....	49
ตาราง 8 การวิเคราะห์แบบทดสอบ (Test Blueprint) หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงไฟฟ้าและ วงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 14 ชั่วโมง	57
ตาราง 9 แบบแผนการวิจัย.....	58
ตาราง 10 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19.....	61

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการประเมินความเหมาะสมของ กิจกรรมการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ.....	62
ตาราง 12 ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการประเมินความเหมาะสมของ แผนการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ.....	65
ตาราง 13 ผลการหาประสิทธิภาพด้านเนื้อหา, ภาษาและเวลาของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้ สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบ ภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 3 คน.....	68
ตาราง 14 ผลการหาประสิทธิภาพ E1/E2 ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับ ห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 9 คน.....	69
ตาราง 15 ผลการเปรียบเทียบมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบ สอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์ การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน	70
ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ ร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 (n = 9).....	71
ตาราง 17 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อ ส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผน รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง	89
ตาราง 18 จำแนกประเภทของมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า ตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด.....	156

ตาราง 19 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้.....	232
ตาราง 20 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้.....	236
ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	239
ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	242
ตาราง 23 ผลการหาประสิทธิภาพด้านเนื้อหา, ภาษาและเวลาของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับนักเรียน จำนวน 3 คน.....	243
ตาราง 24 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จากการทดลองแบบกลุ่มเล็กกับนักเรียนจำนวน 9 คน	244
ตาราง 25 คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	245
ตาราง 26 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการวิเคราะห์สถิติ Wilcoxon (แบบ Two-Related Sample) ด้วยโปรแกรม SPSS.....	246
ตาราง 27 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 75 โดยการวิเคราะห์สถิติ t ด้วยโปรแกรม SPSS	247

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แผนผังการสืบเสาะหาความรู้.....	18
ภาพ 2 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น.....	21
ภาพ 3 อาการของโรคโควิด-19.....	32
ภาพ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	43



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันพบว่าปัญหาที่เกิดกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง และจากการประเมินความรอบรู้วิทยาศาสตร์โครงการ PISA ซึ่งประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการในปี 2018 ซึ่งเน้นกับการวัดความสามารถนักเรียนในการมีอภิปรายอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งต้องมีพื้นฐานมาจากความรู้ในการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์และการตีความหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยนั้นอยู่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของ PISA ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยรวมของโลก โดยในเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบนั้นได้กล่าวถึงความสามารถในการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ การให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการสรุปความรู้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ของนักเรียนไทยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวทำให้เห็นว่าความสามารถในการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และการสร้างองค์ความรู้หรือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา

ที่ผ่านมาเกิดการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ตั้งแต่ช่วงปลายปี พ.ศ. 2562 จนถึงปัจจุบัน ทำให้เกิดการปรับตัวโดยเฉพาะด้านการศึกษาที่ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนแบบปกติได้ จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมในรูปแบบออนไลน์ (นันทรัตน์ คงคะชาติ, และวิทยา ทองโสม, 2563) ส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะเนื้อหาสาระที่มีการทดลอง ทำให้นักเรียนไม่สามารถทดลองในห้องปฏิบัติการได้ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่ครูและนักเรียนต้องเผชิญเมื่อดำเนินการจัดการเรียนการสอนรูปแบบออนไลน์ด้วยความไม่พร้อมจากการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน ได้แก่ ความพร้อมด้านเทคโนโลยี ทักษะของครู และนักเรียนในการใช้งานอุปกรณ์ ทักษะในการใช้งานแพลตฟอร์มออนไลน์ประเภทต่าง ๆ ในการจัดการเรียน การสอนและการวัดประเมินผล (วิทศน์ ฝักเจริญผล และคณะ, 2563; กิตติภักดิ์ ชูวงศ์, และวิทยา วรพันธุ์, 2563)

การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบสอบ (Inquiry Process) วิธีการเรียนรู้แบบสืบสอบ (Inquiry Learning Method) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ได้ถูกนำมาใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ การสร้างองค์ความรู้หรือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (อาริชา เหลือช่าง, 2562; ทิวา ประภาชื่นชม, วิชิต สุรัตน์เรื่องชัย, และปริญญา ทองสอน, 2563) และการนำเทคโนโลยี VR หรือ Virtual Reality มาปรับใช้ในการจัดการศึกษาจำลองสภาพแวดล้อมของห้องเรียนหรือห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์ขึ้นเพื่อช่วยในการจัดเรียนการสอนช่วยสร้างประสบการณ์ที่ปลอดภัยให้แก่ให้นักเรียนให้สามารถเข้าถึงเนื้อหาที่เข้าใจยากได้แบบเสมือนจริง การนำห้องทดลองเสมือนจริงมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้ผลลัพธ์ทางบวกในการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (G Gunawan et al., 2018) สามารถนำมาใช้แทนห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปได้ (Faour, M. A., & Ayoubi, Z., 2018) โดยการผสมผสานกันระหว่างการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการให้ห้องทดลองเสมือนจริงจะช่วยพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพ (Liandha Arieska Putri, 2021) ซึ่งในประเทศไทยได้มีผู้วิจัยเกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการใช้ห้องทดลองเสมือนจริงในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่หลายท่านซึ่งผลการวิจัยมีแนวโน้มว่าการใช้ห้องทดลองเสมือนจริงในการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจแก่นักเรียนได้ไปในทางเดียวกัน (จันทร์จิรา แก้วไถย, 2554; สุรุจิรา บุญเลิศ, 2556)

จากปัญหา และแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ใกล้เคียงสถานการณ์ปกติ

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.1 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 75

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคุณภาพ
2. นักเรียนมีความสนใจและมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดีขึ้น
3. นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น
4. เป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตของงานวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยกำหนดขอบเขตแต่ละขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะของการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และมาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานใน

ชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผน ใช้เวลารวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และด้านการวัดประเมิน

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2 ปีการศึกษา 2564

2.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 3 คน ประกอบด้วย สูงกว่าปานกลาง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ด้านภาษา และปัญหาที่พบในการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 9 คน ประกอบด้วย สูงกว่าปานกลาง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน เพื่อสำหรับหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ความเหมาะสมของกิจกรรม
2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมตามเกณฑ์ 75/75

ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงแม่เหล็กไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน จำนวน 4 แผน ใช้เวลารวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงไฟฟ้า (จำนวน 3 ชั่วโมง)
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (จำนวน 3 ชั่วโมง)
3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (จำนวน 4 ชั่วโมง)
4. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน (จำนวน 4 ชั่วโมง)

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาานครสวรรค์ เขต 2 จำนวน 10 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสามัคคีธรรมราษฎร์บำรุง กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาานครสวรรค์ เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 9 คน โดยการสุ่มเฉพาะเจาะจง

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การเรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน
ตัวแปรตาม คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific concept) หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการสังเกต การใช้วิธีการและทักษะทางวิทยาศาสตร์ โดยเชื่อมโยงความเข้าใจกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งวัดได้โดยการใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างเอง โดยอ้างอิงจากแนวทางการสร้างจาก Odum, & Kelly (2001 อ้างถึงใน สุรรัตน์ จุ้ยกระยาง, 2561) ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุนคำตอบ มีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกทั้งในส่วนข้อคำถามเชิงเนื้อหา และส่วนเหตุผลสนับสนุนได้ 1 คะแนน และถ้าตอบถูกในส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อในแต่ละส่วนได้ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบด้วยการสร้างความรู้ หรือสรุปผล หรือสร้างคำอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก มีขั้นตอนดังนี้ (สสวท, 2561)

1. **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา** เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ
3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** เป็นการนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ
4. **ขั้นขยายความรู้** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ
5. **ขั้นประเมินความรู้** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด

ห้องทดลองเสมือน หมายถึง สื่ออิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นการนำเสนอการจำลองบนหน้าจอ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างของเนื้อหาที่สามารถออกแบบในลักษณะปฏิบัติการเสมือนจริงโดยผู้วิจัยนำสื่อการทดลองเสมือนมาจากเว็บไซต์ <https://phet.colorado.edu/th/> มาใช้ในการวิจัย

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ด้วยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบด้วยการสร้างความรู้ สรุป หรือสร้างคำอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง มี 5 ขั้นตอน โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ร่วมกับการใช้ห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19

ประสิทธิภาพเกณฑ์ 75/75 หมายถึง จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พิจารณาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

75 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพด้านกระบวนการของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้หรือผลที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ หาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ซึ่งมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

75 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นภายหลังการใช้สิ้นสุดหรือผลสรุปรวม หาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ซึ่งมีค่าน้ำหนักตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

- 1.1 ความสำคัญเฉพาะของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.2 คุณภาพของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- 1.4 คำอธิบายรายวิชา ว16101 วิทยาศาสตร์ 6
- 1.5 โครงสร้างรายวิชา ว16101 วิทยาศาสตร์ 6

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ (Inquiry-based instruction)

- 2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบสอบ
- 2.2 รูปแบบของการเรียนรู้แบบสืบสอบ
- 2.3 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบสอบ
- 2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ
- 2.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน
- 2.6 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ
- 2.7 การประเมินนวัตกรรมการศึกษา

3. ห้องทดลองเสมือน (virtual laboratory)

- 3.1 ความหมายของห้องทดลองเสมือนจริง
- 3.2 ประเภทและหลักการทำงานของความเป็นจริงเสมือน
- 3.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการทดลองแบบปกติและการทดลองเสมือนจริง

4. โควิด-19

- 4.1 ที่มาของโรคโควิด-19
- 4.2 อาการของโรคโควิด-19

4.3 วิธีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

4.4 6 มาตรการหลัก (DMHT-RC)

4.5 องค์ประกอบของ 6 มาตรการหลัก

5. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept)

5.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

5.2 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

5.3 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า

5.4 การวัดความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7. กรอบแนวคิดการวิจัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1. ความสำคัญเฉพาะของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โลกในปัจจุบันที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดด ทั้งในด้านความรู้และการสร้างนวัตกรรมที่หลากหลายและรวดเร็ว เพื่อเตรียมพร้อมให้นักเรียนมีความรู้และทักษะที่เหมาะสมต่อการใช้ชีวิตในศตวรรษที่ 21 ทักษะสำคัญที่เด็กและเยาวชนควรมีได้ว่า ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หรือ 3R และ 4C ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้ 3 R ได้แก่ Reading (การอ่าน), การเขียน(Writing) และ คณิตศาสตร์ (Arithmetic) และ 4 C (Critical Thinking - การคิดวิเคราะห์, Communication- การสื่อสาร Collaboration-การร่วมมือ และ Creativity-ความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงทักษะชีวิตและอาชีพ และทักษะด้านสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี และการบริหารจัดการด้านการศึกษาแบบใหม่ กระทรวงศึกษาธิการได้การปรับปรุงเนื้อหาและสาระใหม่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนี้ก็เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของ นอกจากนี้ยังเพื่อตอบสนองต่อวิสัยทัศน์ “มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” และนโยบาย “ประเทศไทย 4.0” ที่ต้องการพัฒนาประเทศให้กลายเป็นประเทศแห่งนวัตกรรม

2. คุณภาพของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึกเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและ

ประสบการณ์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคมรวมถึงการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดความขัดแย้งและลดปัญหาความขัดแย้ง

2. ความสามารถในการคิด สามารถในการคิดวิเคราะห์การคิดสังเคราะห์คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา แก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผลคุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศแสวงหาความรู้นำมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันและแก้ปัญหามีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลที่เกิดกับตนเองและสังคม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการอยู่ร่วมกันในสังคมจัดการปัญหาความขัดแย้งปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี สามารถใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงานการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

3. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

ตาราง 1 มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.6	1. อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขั้ดถู โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	วัตถุ 1 ชนิดที่ผ่านการขั้ดถูแล้ว เมื่อนำเข้าใกล้กันอาจดึงดูดหรือผลักกัน แรงที่เกิดขึ้นนี้เป็นแรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นแรงไม่สัมผัส เกิดขึ้นระหว่างวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน ผลักกัน ชนิดตรงข้ามกันดึงดูดกัน

ตาราง 2 มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.6	<p>1. ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>2. เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย</p>	<p>วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า</p> <p>แหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย หรือ แบตเตอรี่ ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้า สายไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้า ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าด้วยกัน เครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่น</p>
	<p>3. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม</p> <p>4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน</p>	<p>เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์มาเรียงกัน โดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่งเป็นการต่อแบบอนุกรม ทำให้มีพลังงานไฟฟ้าเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย</p>
	<p>5. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน</p> <p>6. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยบอกประโยชน์ ข้อจำกัด และการ</p>	<p>การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมเมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออกทำให้หลอดไฟฟ้าที่เหลือดับทั้งหมด ส่วนการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือก็ยังคงสว่างได้ การต่อหลอดไฟฟ้าแต่</p>

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	<p>ละแบบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การต่อหลอดไฟฟ้าหลายดวงในบ้านจึงต้องต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เพื่อเลือกใช้หลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งได้ตามต้องการ</p>

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

รหัสวิชา ว 16101 วิทยาศาสตร์ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เวลาเรียน 120 ชั่วโมง

บรรยาย อธิบาย เขียนและระบุ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ ออกแบบการทดลอง ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ออกแบบและเขียนโปรแกรม ใช้อินเตอร์เน็ต รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูล เกี่ยวกับสารอาหารที่มีอยู่ในอาหาร ประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทต่อร่างกาย การรับประทานอาหารที่เหมาะสมกับเพศและวัยรวมถึงการคำนึงถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพ อวัยวะ และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ในระบบย่อยอาหาร การปฏิบัติตนและดูแลรักษาอวัยวะนั้น

สารผสม วิธีการที่เหมาะสมในการแยกสารผสมซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขจัดถู วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ประโยชน์ข้อจำกัดและการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การเกิดเงามืดเงามัว

การเกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคาและจันทรุปราคา พัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศ และการนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ในชีวิตประจำวัน กระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร การเกิดวัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์ของหินและแร่ในชีวิตประจำวัน การเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุมและผลที่เกิดต่อสิ่งมีชีวิต ผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย ลักษณะและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ ผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย แนวทางการเฝ้าระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดขึ้นในท้องถิ่น ปรากฏการณ์เรือนกระจก และผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล บันทึก จัดกลุ่มข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถนำเสนอสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รหัสวิชา ว 16101 วิทยาศาสตร์ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เวลาเรียน 120 ชั่วโมง

ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมและแก้ไข ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5

ว 2.1 ป.6/1

ว 2.2 ป.6/1

ว 2.3 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5, ป.6/6, ป.6/7, ป.6/8

ว 3.1 ป.6/1, ป.6/2

ว 3.2 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5, ป.6/6, ป.6/7, ป.6/8, ป.6/9

ว 4.2 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4

รวม 30 ตัวชี้วัด

โครงสร้างรายวิชา
รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รหัสวิชา ว16101 วิทยาศาสตร์ 6				เวลา 120 ชั่วโมง	
หน่วยที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
1	กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	ไม่มี	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์	3	2
2	ร่างกายของ เรา	ว 1.2 ป.6/1 ว 1.2 ป.6/2 ว 1.2 ป.6/3 ว 1.2 ป.6/4 ว 1.2 ป.6/5	สารอาหารกับการ เจริญเติบโตของร่างกาย ระบบย่อยอาหารของร่างกาย	14	7
3	แรงไฟฟ้าและ วงจรไฟฟ้า	ว 2.2 ป.6/1 ว 2.3 ป.6/1 ว 2.3 ป.6/2 ว 2.3 ป.6/3 ว 2.3 ป.6/4 ว 2.3 ป.6/5 ว 2.3 ป.6/6	การเกิดและผลของแรงไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย แผนภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบ อนุกรม การต่อล่อไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนาน	14	8
4	แสงและเงา	ว 2.3 ป.6/7 ว 2.3 ป.6/8	การเกิดเงามีตและเงามัว	4	2
5	การแก้ปัญหา โดยใช้เหตุผล เชิงตรรกะ	ว 4.2 ป.6/1	เหตุผลเชิงตรรกะกับการ แก้ปัญหา แนวคิดในการแก้ปัญหา	8	4
6	การออกแบบ	ว 4.2 ป.6/2	การออกแบบโปรแกรม	12	6

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
	และเขียนโปรแกรมอย่างง่าย		การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Scratch การตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม		
สอบกลางปี (สัปดาห์ที่ 20)				2	20
7	สารรอบตัว	ว 2.2 ป.6/1	การแยกสารผสม	6	3
8	หินและซากดึกดำบรรพ์	ว 3.2 ป.6/1 ว 3.2 ป.6/2 ว 3.2 ป.6/3	หิน ซากดึกดำบรรพ์	10	5
9	ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย	ว 3.2 ป.6/4 ว 3.2 ป.6/5 ว 3.2 ป.6/6 ว 3.2 ป.6/7 ว 3.2 ป.6/8 ว 3.2 ป.6/9	ลมบก ลมทะเล และลมมรสุม ภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย ปรากฏการณ์เรือนกระจก	16	7
10	ดาราศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศ	ว 3.1 ป.6/1 ว 3.1 ป.6/2	การเกิดอุปราคา เทคโนโลยีอวกาศ	9	4
11	การใช้งานอินเทอร์เน็ตอย่างมีประสิทธิภาพ	ว 4.2 ป.6/3	การค้นหาข้อมูลโดยใช้อินเทอร์เน็ต การกำหนดขอบเขตการค้นหา การประเมินความน่าเชื่อถือ	12	
12	ความปลอดภัยในการใช้งาน	ว 4.2 ป.6/4	การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศ การติดตั้งซอฟต์แวร์จาก	12	6

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
	เทคโนโลยี		อินเทอร์เน็ต		
	สารสนเทศ				
		สอบปลายปี (สัปดาห์ที่ 40)		2	20
		รวมทั้งตลอดปี		120	100

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

1. ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบสอบ

การเรียนรู้แบบสืบสอบ มีชื่อเรียกภาษาไทยหลากหลายคำ เช่น วิธีสืบสอบการสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้ใช้วิธีสืบสอบเป็นฐาน ซึ่งชื่อเรียกเหล่านี้มีความหมายใกล้เคียงกันสำหรับการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า การเรียนรู้แบบสืบสอบ ทั้งนี้ได้มีผู้ให้ความหมายการเรียนรู้แบบสืบสอบไว้หลายท่าน ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์, และพะเยาว์ ยินดีสุข (2548) วิธีสืบสอบ หมายถึง วิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญโดยนักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นเพียงผู้แนะนำ ผู้อำนวยการความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบสอบจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

ทิตินา แคมณี (2552) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการแบบสืบสอบ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

วีณา ประชากุล, และประสาท เนิ่งเฉลิม (2553) การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2562) การเรียนรู้ใช้วิธีสืบสอบเป็นฐาน เป็นแนวการสอนที่เรียกว่า การเรียนรู้ที่ใช้วิธีสืบสอบเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ซึ่งอาจใช้วิธีการสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ เน้นการแสวงหาความรู้ หรือคำตอบด้วยวิธีสืบสอบ ซึ่งใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ ด้วยการสร้างความรู้ หรือสรุปผล หรือสร้างคำอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ความรู้ที่ได้เป็นความเข้าใจของผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ แล้วได้ ชิ้นงานหรือผลงานตอบแทนสังคม

สสวท. (2563) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาสิ่งต่าง ๆ รอบตัวอย่างเป็นระบบ และเสนอคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา ด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำงานทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการอยู่หลากหลาย เช่น การสำรวจ การสืบค้น การทดลอง การสร้างแบบจำลอง

สรุป การเรียนรู้แบบสืบสอบ เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบด้วยการสร้างความรู้ หรือสรุปผล หรือสร้าง คำอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก

2. รูปแบบของการเรียนรู้แบบสืบสอบ

Carin, Sund (1980; Sund, & Trowbridge, 1973 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, และเพยาว์ ยินดีสุข, 2548) แบ่งการเรียนรู้แบบสืบสอบออกเป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครู และนักเรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. วิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง (Guided inquiry) เป็นวิธีสืบสอบที่ครู เป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นวิธีสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือ กิจกรรมสำเร็จรูป (structured laboratory)

2. วิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผนให้ (less guided inquiry) เป็นวิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้ กำหนดปัญหา แต่นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผน การทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกซึ่งอาจเรียกวิธี นี้ว่าเป็นวิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง (unstructured laboratory)

3. วิธีสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (free inquiry) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้ กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น ซึ่งอาจเรียกว่า วิธีสืบสอบแบบอิสระ (Sund, & Trowbridge, 1973)

สสวท. (2563) การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ มีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีความต่อเนื่องกัน จากที่เน้นครูเป็นสำคัญไปจนถึงเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยแบ่งได้ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบครูเป็นผู้กำหนดแนวทาง (Structured inquiry) ครูเป็นผู้ตั้งคำถามและบอกวิธีการให้นักเรียนค้นหาคำตอบ ครูชี้แนะนักเรียนทุกขั้นตอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบทั้งครูและนักเรียนเป็นผู้กำหนดแนวทาง (Guided inquiry) ครูเป็นผู้ตั้งคำถามและจัดท้าวสตูอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบให้กับนักเรียน นักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบนักเรียนเป็นผู้กำหนดแนวทาง (Open inquiry) นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ครูกำหนด นักเรียนพัฒนาวิธี ดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบจากคำถามที่ครูตั้งขึ้น นักเรียนตั้งคำถามในหัวข้อที่ครูเลือก พร้อมทั้งออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบสอบ สสวท (2563) ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถาม
2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบายหรือคำตอบ
3. ผู้เรียนอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์
4. ผู้เรียนประเมินคำอธิบายของตนกับคำอธิบายอื่น ๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
5. สื่อสารการค้นพบของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ



ภาพ 1 แผนผังการสืบเสาะหาความรู้

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และคณะ (2552) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ วงจรการเรียนรู้ 5E มีดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน โดยการใช้คำถามของครูและนักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาที่สนใจศึกษา
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องกำหนดแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อตั้งสมมติฐานโดยจินตนาการวิธีการแก้ปัญหา แล้วเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเพื่อวางแผนแนวทางแก้ปัญหา
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจ มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ โดยนักเรียนจะสร้างสรรค์ผลผลิตตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน
4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้เชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมไปอธิบายเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น โดยนักเรียนจะสร้างสรรค์ผลผลิตตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้
5. ขั้นประเมินผล (evaluation) เป็นขั้นสุดท้าย โดยนักเรียนจะประเมินการเรียนรู้ของตนเองในด้านกระบวนการปฏิบัติและผลงาน ซึ่งนักเรียนต้องปรับปรุงกระบวนการออกแบบ ขั้นตอนการปฏิบัติจนถึงผลงานของกลุ่ม แล้วอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งอาจเกิดปัญหาใหม่หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

นันทิยา บุญเคลือบ (2540 อ้างถึงใน วิณา ประชากุล, และประสาท เนื่องเฉลิม, 2553) นักการศึกษาในกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนการเรียนรู้ ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้มีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปรับขยายความคิด โดยที่ผู้เรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอที่มีปฏิสัมพันธ์กับแนวคิด ผู้สอนไม่ควรบอกผู้เรียนว่าจะต้องเรียนอะไรและต้องไม่อธิบายแนวคิดให้แนวทางและคำแนะนำ เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุ และการเก็บรวบรวมหรือการบันทึกข้อมูลด้วยตนเอง

3. ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นนี้มุ่งหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนวางแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนที่จะได้รับการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกันระหว่างทั้งผู้เรียนและผู้สอนในการเลือกและจัดสภาพแวดล้อมของชั้นเรียน ช่วยให้เกิดการปรับขยายโครงสร้างความคิด ผู้สอนแนะนำผู้เรียนจนตั้งคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับแนวคิด ซึ่งจะนำผู้เรียนไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติ

4. ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นนี้มุ่งกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม ผู้เรียนได้จัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดจากการค้นพบแล้วทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน เพื่อช่วยผู้เรียนให้ประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่างหรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาส่วนบุคคลของผู้เรียน

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้ มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้น การประเมินผลควรต่อเนื่อง

สสวท. (2561) วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน (5E Learning Cycle Model)

วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอนนี้ได้พัฒนาต่อยอดมาจากวัฏจักรการเรียนรู้ของคาร์ปัลซ์ โดยกลุ่มผู้พัฒนาหลักสูตรชีววิทยาที่มีชื่อว่า Biological Sciences Curriculum Study: BSCS ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการเพิ่มอีก 2 ขั้นตอนเข้าไปในวัฏจักรการเรียนรู้ของคาร์ปัลซ์และกำหนดชื่อขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นตอนขึ้นใหม่ ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินความรู้ (Bybee, 2015) การเปรียบเทียบในวัฏจักรการเรียนรู้ของคาร์ปัลซ์และวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน ได้แสดงไว้ดังตาราง 1

ตาราง 3 การเปรียบเทียบในวัฏจักรการเรียนรู้ของคาร์ปลัซและวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน

วัฏจักรการเรียนรู้ของคาร์ปลัซ	วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน
	ขั้นสร้างความสนใจ (เพิ่มเข้ามาใหม่)
ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นสำรวจและค้นหา (ดัดแปลงจากคาร์ปลัซ)
ขั้นแนะนำแนวคิด	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (ดัดแปลงจากคาร์ปลัซ)
ขั้นประยุกต์ใช้แนวคิด	ขั้นขยายความรู้ (ดัดแปลงจากคาร์ปลัซ)
	ขั้นประเมินความรู้ (เพิ่มเข้ามาใหม่)

ที่มา: สสวท., 2561

ในช่วงปลายปี ค.ศ. 1980 (พ.ศ. 2530) เป็นต้นมา หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของ BSCS และอีกหลายหลักสูตรในสหรัฐอเมริกาและหลายประเทศทั่วโลกได้ใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน เป็นกรอบการวางแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน โดยแต่ละขั้นในวัฏจักรการเรียนรู้มีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม
2. ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ
4. ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ
5. ขั้นประเมินความรู้ เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด



ภาพ 2 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ชั้น

4. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19

ตาราง 4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19

ขั้นตอน	รายละเอียด
	การจัดการเรียนการสอนอยู่ภายใต้ 6 มาตรการหลัก (DMHT-RC) รองรับภาวะตระลอกใหม่ของโรคโควิด-19 ในสถานศึกษา ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet ร่วมกับเว็บไซต์ https://phet.colorado.edu/ (ห้องทดลองเสมือน)
1. ขั้นสร้าง ความสนใจ (Engagement)	1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจด้วยการใช้วิธีต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง เกม นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามหรือประเด็นตามความสนใจ 3. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดคำถามหรือประเด็นที่ใช้ในการศึกษา
2. ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration)	1. นักเรียนร่วมกันวางแผนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำห้องทดลองเสมือนมาใช้ในเรื่อง : 2. นักเรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบประเด็นคำถาม 3. นักเรียนตั้งสมมติฐาน 4. นักเรียนออกแบบและเลือกแนวทางในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง 1. แรงไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า 2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ขั้นตอน	รายละเอียด
	<p>5. นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการทำทดลองด้วย ห้อยทดลองเสมือนจริง ร่วมกับการศึกษาหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูล เพิ่มเติม</p> <p>3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม</p> <p>4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน</p>
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	<p>1. นักเรียนร่วมกันนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แผลผล และสรุปผล โดยอ้างอิงหลักฐานประกอบกับให้เหตุผลอย่างเหมาะสม</p> <p>2. นักเรียนนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง วาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet</p>
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	<p>1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่ได้กับประสบการณ์เดิม หรือเชื่อมโยงมีทัศนที่สร้าง ขึ้นกับประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ทำการทดลองด้วยห้อยทดลองเสมือนจริง ฯลฯ</p> <p>2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายโดยอ้างอิงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet</p>
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)	<p>1. ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยวิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การตอบคำถามปากเปล่า การทำแบบทดสอบ การวาดภาพ การสร้างแบบจำลอง ฯลฯ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet</p> <p>2. ครูประเมินการเรียนรู้ในด้านกระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet</p> <p>3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและเพื่อน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet</p> <p>4. ครูให้ผลสะท้อนกลับแก่นักเรียนหลังการประเมิน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet</p>

5. การประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

การประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบหาความรู้เป็นวิธีการที่ประเมินทั้งความรู้และกระบวนการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งจะต้องใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย และประเมินตามสภาพจริง โดยการประเมินผลการเรียนการสอนแบบนี้มีประเด็นที่ต้องประเมินด้วยกัน 3 ด้าน (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2558) ดังนี้

1. Epistemic domain ประเมินความสามารถต่าง ๆ ที่เกิดแก่ผู้เรียน เช่น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โครงสร้างความรู้ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การตัดสินใจอย่างมีเหตุมีผล ผู้สอนต้องใช้ในการทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การประเมินจากโครงการงาน

2. Conceptual domain ประเมินกรอบความคิดที่ผู้เรียนได้คาดหวัง และได้แนวคิดต่าง ๆ ที่ได้รับพัฒนาร่วมกันในชั้นเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ผู้สอนต้องใช้ในการสัมภาษณ์ การสังเกต

3. Social domain ประเมินการนำเสนอและการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ผู้สอนต้องใช้ในการสัมภาษณ์ การสังเกต

6. การประเมินนวัตกรรมการศึกษา

6.1 ความหมายของการประเมินนวัตกรรมการศึกษา

รัตนะ บัวสนธ์ (2552) การประเมินนวัตกรรมการศึกษา หมายถึง การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับนวัตกรรมในทุก ๆ ด้านภายหลังจากการทดลองใช้นวัตกรรมสิ้นสุดลงแล้ว เพื่อจะทำให้ได้ข้อมูลสารสนเทศ (information) เกี่ยวกับนวัตกรรมอันจะนำไปสู่การตัดสินใจตีค่า นวัตกรรมดังกล่าวว่าดีหรือไม่ดี ประสบความสำเร็จหรือไม่ประสบความสำเร็จ มีส่วนใดที่ยังต้องปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นกว่าเดิม ในการประเมินนวัตกรรมศึกษานี้จะต้องพิจารณาเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างรอบด้านจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหรือมีส่วนได้ส่วนเสียกับการใช้นวัตกรรมนั้น ๆ อันได้แก่ กลุ่มผู้ได้รับการทดลองใช้นวัตกรรม กลุ่มผู้ใช้นวัตกรรม และผู้ปกครองของกลุ่มผู้ได้รับการทดลองใช้นวัตกรรม (นักเรียน) เป็นต้น

ในการประเมินนวัตกรรมนั้น มิติ (Dimension) หรือประเด็นหลัก ๆ ที่ควรมุ่งประเมินได้แก่ ประสิทธิภาพ (Effectiveness) ประสิทธิภาพ (Efficiency) และผลกระทบ (Impact) ของนวัตกรรม

ประสิทธิผลของนวัตกรรม หมายถึง นวัตกรรมการศึกษาที่จัดทำให้สามารถแก้ไขปัญหาหรือพัฒนางานทางการศึกษาดังที่กำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์การจัดทำนวัตกรรมศึกษานั้น ๆ ดังนั้น ในการประเมินประสิทธิผลของนวัตกรรมจึงมุ่งไปที่การนำผลการใช้นวัตกรรมไปเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์การจัดทำหรือการใช้นวัตกรรมเป็นหลัก

ประสิทธิภาพของนวัตกรรม หมายถึง นวัตกรรมศึกษานั้นนอกจากจะจะได้ผลตามวัตถุประสงค์ (มีประสิทธิผล) แล้วก็ยังมุ่งพิจารณาว่านวัตกรรมดังกล่าวนี้สามารถใช้ได้อย่างคุ้มค่า และเกิดประโยชน์มากน้อยเพียงใดเป็นการพิจารณาจากการใช้ทรัพยากร (คน งบประมาณ วัสดุ อุปกรณ์ เวลา และสถานที่) ในการดำเนินงาน เป็นต้น

ผลกระทบของนวัตกรรม หมายถึง ผลจากการทดลองใช้นวัตกรรมศึกษานั้นก่อให้เกิดผลอื่น ๆ ตามมานอกเหนือจากผลที่เกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ผลอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นตามมานี้ อาจเกิดขึ้นในลักษณะเป็นไปในทางที่ดีหรือทางบวก (positive impact) หรือเป็นไปในทางที่ไม่ดีหรือทางลบ (negative impact) นอกจากนั้นก็อาจเกิดขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการทดลองใช้นวัตกรรมโดยตรง (direct impact) หรืออาจเกิดขึ้นกับกลุ่มบุคคลข้างเคียงกลุ่มเป้าหมายก็ได้ (indirect impact)

โดยในงานวิจัยนี้ นวัตกรรมการศึกษา หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

6.2 หลักการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเก็บข้อมูล

รัตนะ บัวสนธ์ (2552) เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลในขั้นตอนใดก็ตาม มักจะมีหลักการสร้างเป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่คล้ายกัน ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับประเด็นหรือตัวแปรที่จะเก็บข้อมูล
2. กำหนดขอบข่ายเนื้อหาสาระที่จะนำมากำหนดเป็นประเด็นหรือตัวแปรในการศึกษาให้ชัดเจน
3. นิยามศัพท์หรือให้ความหมายตัวแปรที่จะศึกษา
4. เขียนข้อความตามประเด็นหรือตัวแปรที่กำหนดไว้
5. จัดพิมพ์ข้อคำถามเป็นเครื่องมือทั้งฉบับ และจัดทำแบบประเมินข้อคำถามนั้น
6. นำแบบประเมินข้อคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของข้อความโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่จะให้ช่วยตรวจสอบนั้น ควรจะมีหลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกจากความเป็นผู้รู้และหรือ ผู้มีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าว โดยจำนวนผู้ทรงคุณวุฒิที่เหมาะสมควรมีอย่างน้อย 3 คนขึ้นไป ประกอบด้วย ผู้ที่มีความรู้และ/หรือ ประสบการณ์เกี่ยวกับเนื้อหาโดยตรง ผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ และผู้ที่มีความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับการวิจัยวัดและประเมินผลการศึกษา
7. นำคำตอบที่ได้จากการพิจารณาตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิมาพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อข้อคำถามนั้น ๆ เป็นรายข้อ แล้วนำผลค่า IOC แต่ละข้อมาพิจารณาว่าได้ค่าเป็นไปตามเกณฑ์ $IOC \geq 0.50$ หรือไม่ ถ้าได้ค่าตามเกณฑ์นี้ก็แสดงว่าข้อคำถามนั้น ๆ มีความตรงเชิงเนื้อหา ถ้ามได้ตรงกับประเด็นหรือตัวแปรที่ต้องการศึกษา แต่ถ้าข้อใดได้ค่า IOC ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดก็ควรปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิหรืออาจตัดออกไปถ้าผู้ทรงคุณวุฒิเห็นข้อนั้น ๆ ไม่เกี่ยวข้องกันกับประเด็นหรือตัวแปรที่ศึกษา
8. จัดพิมพ์ข้อคำถามทั้งที่ปรับแก้แล้วและข้อที่ได้ตามเกณฑ์เป็นเครื่องมือทั้งฉบับ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมายจริงที่จะต้องเป็นผู้ถูกใช้เครื่องมือ เพื่อตรวจสอบค่าคุณภาพตัวอื่น ๆ ต่อไป เช่น ค่าความเที่ยง (Reliability) ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item Difficulty and Discrimination) ของเครื่องมือชิ้นนั้น ๆ
9. เมื่อเครื่องมือผ่านการตรวจสอบคุณภาพและปรับแก้ให้สมบูรณ์แล้วก็จัดพิมพ์ต้นฉบับสำหรับนำไปใช้เก็บข้อมูลในงานวิจัยต่อไป

6.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

ในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้นั้นจะต้องมีการทดสอบผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ให้ได้มาตรฐานก่อนจึงจะนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงโดยมีนักวิชาการได้นำเสนอ แนวทางการกำหนดประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2546) ได้สรุปว่า การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินการตามกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การทดลองเบื้องต้น (Try out) และการทดลองใช้จริง (Trial Run) โดยวิธีการทดสอบประสิทธิภาพใช้สูตร E_1 / E_2 โดย

E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการประกอบกิจกรรม

E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียนหลังเรียน) คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับจากการทดสอบหลังเรียนการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของกิจกรรมโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75

การทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น ต้องดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับผู้เรียน ครั้งละ 1 คน โดยทดลอง 3 ครั้งกับเด็กอ่อน ปานกลางและเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก
2. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางและอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น
3. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:100 (ภาคสนาม) เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-40 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หลังการทดลองคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกินร้อยละ 2.5

รัตนะ บัวสนธ์ (2552) การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนการประเมิน ดังนี้

1. การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้ กับบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากกลุ่ม ผู้ที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่คุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง การทดลองใช้นวัตกรรมที่เรียกว่าการประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง มีวัตถุประสงค์สำคัญ

เพื่อตรวจสอบว่า กิจกรรมดังกล่าวนั้นมีความเกี่ยวข้องสร้างแรงจูงใจให้แก่บุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายเพียงไร คำสั่ง คำชี้แจง และรายละเอียดที่มีอยู่ในกิจกรรมการเรียนรู้นั้น บุคคลเหล่านี้มีความรู้และความเข้าใจหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงกิจกรรม ให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่ง ต่อหนึ่งนั้นจึงมุ่งไปที่การค้นหาข้อจำกัดที่ได้จากคำแนะนำบอกเล่าของบุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทน ของคุณลักษณะกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นสำคัญ เพื่อที่จะนำคำแนะนำที่ได้นี้มาปรับปรุงนวัตกรรมตามที่กล่าวนั่นเอง

2. การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคล ที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1:4) ก็ได้ ซึ่งหมายถึงต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง 3 คน ปานกลาง 3 คน ต่ำกว่าปานกลาง 3 คน ในกรณีการประเมินแบบหนึ่งต่อสาม แต่ถ้าเป็นหนึ่งต่อสี่ก็ต้องใช้กลุ่มบุคคล จำนวนทั้งสิ้น 12 คน การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กนี้ จะมีการวิเคราะห์หาค่าบ่งบอกดัชนีหรือเกณฑ์ประสิทธิภาพ ของกิจกรรมที่เรียกว่าค่า E_1 / E_2 โดยที่เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) ของกิจกรรมการเรียนรู้เท่าที่นิยมใช้จะมีอยู่สามเกณฑ์ ได้แก่ 75/75 หรือ 80/80 และ 90/90 การจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งจากสามเกณฑ์นี้ มีหลักการพิจารณาถ่วงน้ำหนักการศึกษานั้น ๆ มุ่งแก้ไขปัญหา หรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาค่อนข้างยากก็จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 แต่ถ้ามีเนื้อหาสาระไม่ยากนัก มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถ ของผู้เรียนที่มีลักษณะปานกลางจะนิยมใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 มากที่สุดในทำนองเดียวกัน ถ้าเป็นนวัตกรรมที่มีเนื้อหาสาระมุ่งปฏิบัติหรือพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านทักษะปฏิบัติ จะใช้เกณฑ์ 90/90

จากข้อความที่กล่าวมานั้น การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สามารถสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้มี 2 แบบ ดังนี้ แบบที่มี 3 ขั้นตอน คือ 1) ค้นหาประสิทธิภาพ 1:1 (แบบเดี่ยว) จะเป็นการทดลองกับผู้เรียนครั้งละ 1 คน โดยทดลอง 3 ครั้งกับผู้เรียนอ่อน ปานกลางและเด็กเก่ง 2) ค้นหาประสิทธิภาพ 1:10 (แบบกลุ่ม) ทดลอง กับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางและอ่อน เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุง 3) ค้นหาประสิทธิภาพ 1:100 (ภาคสนาม) ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-40 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ส่วนการหาประสิทธิภาพอีกแบบ จะมี 2 ขั้นตอน คือ 1) การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับนักเรียน 3 คน โดยใช้นักเรียนที่มีคุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบว่ากิจกรรมมีความเหมาะสมของเวลา เนื้อหา รายละเอียดที่มีอยู่ในกิจกรรมการเรียนรู้และนำข้อมูลไปปรับปรุงกิจกรรมให้มีความเหมาะสม

2) การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก นำกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขจากการหาประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับนักเรียน 9 คน แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน คำนวณหาประสิทธิภาพ โดยที่เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2)

ในการพัฒนางิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ใช้การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรม (ผลลัพธ์) E_1/E_2 และทำการทดสอบประสิทธิภาพ แบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 3 คน จำแนกเป็น สูงกว่าปานกลาง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุง ความเหมาะสมของเวลา เนื้อหา รายละเอียดที่มีอยู่ในกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้น ทำการปรับปรุงแล้วจึงนำไปประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่ม จำนวน 9 คน จำแนกเป็น สูงกว่าปานกลาง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน คำนวณหาประสิทธิภาพ และปรับปรุง โดยตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่เกณฑ์ 75/75 ในการหาประสิทธิภาพ

การหาค่า E_1 และ E_2 ของกิจกรรมที่สร้างขึ้น คำนวณค่าทางสถิติโดยใช้สูตรต่อไปนี้

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

เมื่อ

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการในชุดกิจกรรม

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมของนักเรียนจากแบบทดสอบประจำหน่วย

N หมายถึง จำนวนนักเรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบประจำหน่วย

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน

ΣF หมายถึง คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

N หมายถึง จำนวนนักเรียน

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของกิจกรรมที่สร้างขึ้นกำหนดไว้ 3 ระดับคือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกินร้อยละ 2.5 ขึ้นไป
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของกิจกรรมเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกินร้อยละ 2.5
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของกิจกรรมต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5 ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

กล่าวโดยสรุป จากการศึกษาในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ 75/75

ห้องทดลองเสมือน (virtual laboratory)

1. ความหมายของห้องทดลองเสมือนจริง

คำว่า virtual laboratory นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายภาษาไทยไว้หลายคำ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง, ห้องปฏิบัติการเสมือน และห้องทดลองเสมือน ซึ่งมีความหมายคล้ายคลึงกัน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า ห้องทดลองเสมือน เพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน

ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ซึ่งในภาษาอังกฤษเรียกว่า Virtual Lab, Cyber Lab หรือ Online Lab (The Virtual Campus, 1998) หมายถึง ห้องปฏิบัติการทดลองที่มีสภาพแวดล้อมที่จำเป็น และมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการทดลองจริงทุกประการ แต่ไม่มีอาคาร สถานที่ และไม่มีการพบหน้ากัน

ธนอมพร เลหาจรัสแสง (2545) กล่าวว่า ห้องทดลองเสมือนจริงเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นการนำเสนอการจำลองบนหน้าจอ (On-screen simulator) ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างของเนื้อหาที่สามารถออกแบบในลักษณะปฏิบัติการเสมือนจริง ได้แก่ การสอนวิธีการใช้กล้องการมองเห็นของสัตว์ต่าง ๆ ความยาวของคลื่นแสงกล้องส่องทางไกลขนาดต่าง ๆ เป็นต้น

Jian Qing Yu, David J. Brown, & Ellen Billett (2007) ที่กล่าวว่า ห้องทดลองเสมือนเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างสถานการณ์เลียนแบบสถานการณ์จริง ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการศึกษาหาความรู้และฝึกทักษะความชำนาญ

สรุป ห้องทดลองเสมือน หมายถึง สื่ออิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นการนำเสนอการจำลองบนหน้าจอ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างของเนื้อหาที่สามารถออกแบบในลักษณะปฏิบัติการเสมือนจริง

2. ประเภทและหลักการทำงานของความเป็นจริงเสมือน

Kalawsky (1996) กล่าวว่า สามารถแบ่งระบบความเป็นจริงเสมือนตามวิธีการใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์เทคโนโลยีที่แตกต่างกันไว้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ระบบสัมผัสเต็มรูปแบบ (Fully-immersive VR) ระบบรับสัมผัสบางส่วนหรือกึ่งสัมผัส (Semi immersive VR) และระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (Non-immersive VR หรือ Desktop VR)

ศิวินิต อรรถวุฒิกุล (2547) ความเป็นจริงเสมือนประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. ประเภทที่ 1 คือ ระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ (Fully-immersive VR ย่อมาจาก Fully immersive virtual reality) เป็นระบบที่ให้ประสบการณ์เสมือนจริงที่ดีที่สุด และเป็นต้นแบบของระบบความเป็นจริงเสมือนที่เกิดขึ้นในยุคแรก และยังได้รับความนิยมจนกระทั่งปัจจุบัน เป็นระบบที่ผู้ใช้สามารถรับรู้ข้อมูลด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างเต็มรูปแบบโดยผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เสริมพิเศษ ผู้ใช้จะต้องสวมอุปกรณ์เช่น จอภาพสวมศีรษะ (Head mounted display : HMD) อุปกรณ์ ประเภท บูม (Binocular omni-orientation monitor : Boom) เคฟว์ (Cave automatic virtual environment : Cave) และ ถุงมือรับสัมผัส (Sensor glove) เพื่อเป็นตัวช่วยรับสัมผัสกับคอมพิวเตอร์อุปกรณ์เหล่านี้จะครอบคลุมอวัยวะสัมผัสของผู้ที่ใช้ได้แก่ ตา มือ และผิวหนัง ซึ่งเป็นอวัยวะที่ทำให้เราสามารถติดต่อกับ โลกภายนอกได้และเมื่อผู้ใช้สวมจอภาพซึ่งประกอบด้วยจอมอนิเตอร์เล็ก ๆ ทาหน้าที่แสดงภาพ 3 มิติ และเครื่องรับรู้เล็ก ๆ ที่เป็นแม่เหล็กไฟฟ้าภายในจอภาพ จะส่งข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของศีรษะไปยังคอมพิวเตอร์วงจรไฟฟ้า และซอฟต์แวร์จะจัดการให้เกิดภาพในจอมอนิเตอร์ในขณะที่เรามองดูรอบรอบ ๆ ด้วยการหันศีรษะก้มหรือเงย ภาพที่แสดงผลก็จะเปลี่ยนมุมมองเลื่อนไปตามสายตาของผู้ใช้เช่นเดียวกับการมองปกติ

2. ประเภทที่ 2 คือ ระบบรับสัมผัสบางส่วนหรือกึ่งสัมผัส เป็นระบบที่นำเอาแนวความคิดมาจากการจำลองการบินมาใช้ประมวลผลกราฟิกสมรรถภาพสูง หลักการทำงานคล้ายกับรุ่นแรกคือระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ แต่พัฒนาระบบจอภาพให้มีมุมกว้างออกไป (Wide angle display) ส่งสัญญาณเป็นความถี่สูง และจอภาพขนาดใหญ่จะทำให้ผู้ใช้งานมีความรู้สึกสมจริง อย่างไรก็ตามการทำให้ได้ภาพที่มีคุณภาพ จำเป็นต้องอาศัยความชำนาญในการติดตั้งอุปกรณ์ฉาย

ภาพเพื่อให้ได้สีรูปทรงและความคมชัด ตรงกับความเป็นจริงความละเอียดของระบบฉายภาพต้องอยู่ในช่วง 1000-3000 เส้น ซึ่งแสดงภาพได้ละเอียดกว่าจอภาพสวมศีรษะ หากต้องการภาพในระดับสูงสุด จำเป็นต้องใช้ระบบฉายภาพแบบ Multiple projection systems ซึ่งมีราคาแพง อุปกรณ์แสดงผลจอหลักได้แก่จอภาพมอนิเตอร์ขนาดใหญ่ (A large screen monitor) ระบบจอภาพอย่างกว้าง (Wide- screen projection systems) และแว่นตามองภาพ 3 มิติ (Shutter glasses) เป็นต้น อุปกรณ์ในส่วนข้อมูลนำเข้า ได้แก่ จอยสติค หรือคันทอยก (Joystick) และอุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อม 3 มิติ

3. ประเภทที่ 3 ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ หรือที่เรียกว่า ระบบเสมือนจริงแบบเทียม (Artificial reality) เป็นระบบที่ให้ประสบการณ์เสมือนจริงที่น้อยที่สุด เป็นการรับสัมผัสด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทางตา ดูภาพผ่านจอมอนิเตอร์และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยมือบังคับ อุปกรณ์เพื่อเปลี่ยนมุมมอง เสมือนว่าได้เคลื่อนที่อยู่ในสถานที่นั้นจริง ซึ่งผู้ใช้จะต้องใช้จินตนาการสูงกว่า ประเภทอื่น ๆ และมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ โดยจะนั่งอยู่หน้าจอและใช้อุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยมือ เช่น คีย์บอร์ด (Keyboard) เมาส์ (Mouse) แทร็คบอล (Trackball) เป็นต้น ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาในยุคหลังเพื่อพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ในเชิงธุรกิจ ซึ่งต่อมาก็ได้รับความนิยม และมีการพัฒนามาใช้ในวงการต่าง ๆ มากขึ้น เนื่องจากระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ ต้องใช้อุปกรณ์เสริมที่มีราคาแพง และขนาดใหญ่จึงมีการหันมาพัฒนาทางด้านซอฟต์แวร์แทน เพื่อลดการใช้ อุปกรณ์เสริมลงให้เหลือเพียงการทา งานบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในการวิจัยเรื่องห้องปฏิบัติการ วงจรไฟฟ้าเสมือนจริงเสมือนจริง วิชาวิทยาศาสตร์ ใช้ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ หรือที่เรียกว่าระบบเสมือนจริงแบบเทียม (Artificial reality) รับสัมผัสด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทางตา ดูภาพผ่านจอคอมพิวเตอร์และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยมือบังคับ เมาส์ (Mouse) ควบคุมในการทำการทดลองวงจรไฟฟ้าเสมือนจริง วิชาวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้น

3. ข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติและการทดลองเสมือนจริง

เฮอก้า, และดีเนฟสกี (Herga, & Dinevski. 2012, p. 110) ได้มีการเปรียบเทียบระหว่างข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติและการทดลองเสมือนจริง ซึ่งแสดงในตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 5 ข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติ

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. ได้ฝึกทักษะด้วยตนเอง	1. ต้องมีการเตรียมอุปกรณ์ในการทำการทดลอง
2. ได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการทำงานและการทดลองทางวิทยาศาสตร์	มีโอกาสดำเนินการที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ
3. มีคู่มือคำแนะนำและวิธีการใช้	2. การทดลองยากลำบาก ใช้เวลานานในการทำการทดลอง และมีค่าใช้จ่ายสูง
4. ได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์	3. ในการทดลองมีความคลาดเคลื่อนและผิดพลาด
5. ผลการทดลองที่ได้จะเหมือนเดิมเสมอ	4. ห่างไกลจากธรรมชาติและจากความเป็นจริง
6. มีสารเคมีและอุปกรณ์การทดลองแทบทุกชนิดที่มีในห้องทดลอง	5. ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงไม่สามารถแทนการปฏิบัติการทดลองจริงได้
7. ง่ายต่อการทำการทดลองที่มีอันตราย หรือ การทำการทดลองที่มีเงื่อนไขเฉพาะเจาะจง	
8. มีค่าใช้จ่ายต่ำ	

โควิด-19

1. ที่มาของโรคโควิด-19

องค์การอนามัยโลก (2564) โรคโควิด-19 คือ โรคติดต่อซึ่งเกิดจากไวรัสโคโรนาชนิดหนึ่งที่มีการค้นพบล่าสุด ไวรัสและโรคอุบัติใหม่นี้ไม่เป็นที่รู้จักมาก่อนที่จะมีการระบาดในเมืองอู่ฮั่น ประเทศจีนในเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019 ขณะนี้โรคโควิด-19 มีการระบาดใหญ่ไปทั่วส่งผลกระทบต่อหลายประเทศทั่วโลก โดยไวรัสโคโรนาเป็นไวรัสในวงศ์ใหญ่ที่เป็นสาเหตุของโรคทั้งในสัตว์และคน ในคนนั้น ไวรัสโคโรนาหลายสายพันธุ์ทำให้เกิดโรกระบบทางเดินหายใจตั้งแต่โรคหวัดธรรมดาจนถึงโรคที่มีอาการรุนแรง เช่น โรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (MERS) และโรกระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันร้ายแรง (SARS) ไวรัสโคโรนาที่ค้นพบล่าสุดทำให้เกิดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโควิด-19

2. อาการของโรคโควิด-19

องค์การอนามัยโลก (2564) อาการทั่วไปของโรคโควิด-19 ที่พบมากที่สุดคือ ไข้ ไอ ลื่นไม่รับรส จมูกไม่ได้กลิ่น และอ่อนเพลีย อาการที่พบน้อยกว่าแต่อาจมีผลต่อผู้ป่วยบางรายคือ ปวดเมื่อย ปวดหัว คัดจมูก น้ำมูกไหล เจ็บคอ ท้องเสีย ตาแดง หรือผื่นตามผิวหนัง หรือสีผิวเปลี่ยนตามนิ้ว

มีนิว้เท่า อาหารเหล่านี้มักจะไม่น่ารุนแรงและค่อย ๆ เริ่มทีละน้อย บางรายติดเชื้อแต่มีอาการไม่รุนแรง ผู้ป่วยส่วนมาก (80 เปอร์เซ็นต์) หายป่วยได้โดยไม่ต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ประมาณ 1 ใน 5 ของผู้ติดเชื้อโควิด-19 มีอาการหนักและหายใจลำบาก ผู้สูงอายุและมีโรคประจำตัว เช่น ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคเบาหวาน หรือมะเร็ง มีแนวโน้มที่จะมีอาการป่วยรุนแรงกว่า อย่างไรก็ตามทุกคนสามารถติดเชื้อโควิด-19 ได้และอาจป่วยรุนแรง คนทุกเพศทุกวัยที่มีอาการไข้ หรือไอร่วมกับอาการหายใจลำบาก เจ็บหน้าอก เสียงหาย หรือเคลื่อนไหวไม่ได้ ควรปรึกษาแพทย์ทันที

อาการของโรคโควิด -19




อาการรุนแรงของโรคโควิด 19 ที่จำเป็นต้องรักษาพยาบาลเร่งด่วน


หากมีอาการดังต่อไปนี้ โทรหาผู้ให้บริการสุขภาพของคุณ หรือติดต่อสถานพยาบาลเพื่อขอรับการรักษายกยบาลทันที



หายใจขัด
หายใจลำบาก



สูญเสียความสามารถในการพูด
การเคลื่อนไหวร่างกายหรือสับสน



เจ็บหน้าอก

อาการที่พบได้บ่อย




ไข้



ไอ



อ่อนเพลีย



จมูกไม่ได้กลิ่น ลิ้นไม่รับรส


อาการที่ไม่ได้พบบ่อยนัก




เจ็บคอ




ปวดศีรษะ



ปวดเมื่อย



ท้องเสีย



ผื่นผิวหนังหรือนิ้วมือ นิ้วเท้าเปลี่ยนสี



ตาแดงหรือเคืองตา

หมายเหตุ

- หากอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีการระบาดของไข้มาลาเรีย ไข้เลือดออกหรือโรคติดต่ออื่นและมีอาการข้างต้น ให้ไปรับการรักษายกยบาลทันทีตามคำแนะนำของสาธารณสุขท้องถิ่น
- ติดต่อกับผู้ให้บริการสุขภาพระดับปฐมภูมิในชุมชนสม่ำเสมอเพื่อให้ได้รับยาและคำปรึกษาทางการแพทย์อย่างต่อเนื่อง

เอกสารประกาศวันที่ 2 มกราคม 2564 ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนํานำฉบับเร่งด่วน ทั้งนี้หากมีข้อมูลใหม่เพิ่มเติม เอกสารนี้จะมีการปรับปรุงในภายหลัง

ภาพ 3 อาการของโรคโควิด-19

3. วิธีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

คนสามารถรับเชื้อจากผู้ติดเชื้อโควิด-19 คนอื่นได้ โรคนี้สามารถแพร่จากคนไปสู่คนผ่านทางละอองน้ำมูก น้ำลายจากจมูกหรือปากซึ่งออกมาเมื่อผู้ป่วยโรคโควิด-19 ไอ จามหรือพูด ละอองเหล่านี้ค่อนข้างหนัก ไปไม่ได้ไกล และจะตกลงสู่พื้นอย่างรวดเร็ว เราติดเชื้อโรคโควิด-19 ได้จากการ

หายใจเอาละอองเข้าไปจากผู้ป่วย เพราะฉะนั้น จึงจำเป็นต้องระวังระยะห่างจากผู้อื่นอย่างน้อย 1 เมตร ละอองเหล่านั้นยังตกลงสู่วัตถุและพื้นผิวต่าง ๆ เช่น โต๊ะ ลูกบิดประตู ราวจับ และเมื่อคนเอามือไปสัมผัสพื้นผิวเหล่านั้นแล้วมาสัมผัสที่ดวงตา จมูกหรือปาก ก็จะสัมผัสถูกเชื้อโรคได้ (องค์การอนามัยโลก, 2564)

4. มาตรการหลัก (DMHT-RC)

กระทรวงศึกษา (2564) 6 มาตรการหลัก (DMHT-RC) คือ หนึ่งในเงื่อนไขการเปิดโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา ตามประกาศ ศธ. เรื่อง หลักเกณฑ์การเปิดโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา ตามข้อกำหนดออกตามความในมาตรา 9 แห่งพระราชกำหนดการบริหารราชการในสถานการณ์ฉุกเฉิน พ.ศ. 2548 (ฉบับที่ 34) เพื่อกำกับดูแลและเพิ่มความเชื่อมั่นให้นักเรียน ครู และประชาชนทั่วไป ว่าโรงเรียนและสถาบันการศึกษาสามารถดำเนินกิจกรรมได้ ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด ตามแนวการเปิดภาคเรียนที่ 2/2564 ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด-19) โดยประกาศฉบับนี้ได้กำหนดหลักเกณฑ์การเปิดโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา เงื่อนไขของมาตรการ แนวปฏิบัติ แผนเผชิญเหตุ และรายละเอียดต่าง ๆ ระบุไว้อย่างชัดเจน โดยมีสาระสำคัญ 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เงื่อนไขหลักของมาตรการ Sandbox Safety Zone in School รองรับการศึกษาเปิดภาคการศึกษาที่ 2/2564 โดยจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาแบบ On-Site จำแนกตามเขตพื้นที่การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

ส่วนที่ 2 เงื่อนไขข้อกำหนด ของ 6 มาตรการหลัก (DMHT-RC) 6 มาตรการเสริม (SSET-CQ) และแนวทาง 7 มาตรการเข้มสำหรับสถานศึกษา (ประเภทไป-กลับ)

ส่วนที่ 3 หลักเกณฑ์การพิจารณาสำหรับการใช้อาคารหรือสถานที่ เพื่อจัดการเรียนการสอน การสอบ การฝึกอบรบ หรือการทำกิจกรรมใด ๆ ของโรงเรียนหรือสถาบันทางการศึกษา ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ควบคุมสูงสุด (สีแดง) หรือพื้นที่ควบคุมสูงสุดและเข้มงวด (สีแดงเข้ม)

ส่วนที่ 4 มาตรการตามแผนเผชิญเหตุ ตามมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ของสถานศึกษา

ส่วนที่ 5 หลักเกณฑ์การพิจารณาสำหรับการใช้อาคารหรือสถานที่ของโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา เพื่อการสอบ การฝึกอบรบ หรือการทำกิจกรรมใด ๆ ที่มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมเป็นจำนวนมาก

5. องค์ประกอบของ 6 มาตรการหลัก

กรมอนามัย (2564) 6 มาตรการหลักประกอบหลักการปฏิบัติร่วมกัน ดังนี้

1. เว้นระยะห่าง (Distancing) คือ การเว้นระยะห่างระหว่างบุคคลอย่างน้อย 1-2 เมตร

2. สวมหน้ากาก (Mask Wearing) คือ สวมหน้ากากผ้า หรือหน้ากากอนามัยตลอดเวลาที่อยู่ในสถานศึกษา
3. ล้างมือ (Hand Washing) คือ ล้างมือบ่อย ๆ ด้วยสบู่และน้ำ นาน 20 วินาที หรือใช้เจลแอลกอฮอล์
4. คัดกรองวัดไข้ (Testing) คือ วัดไข้ สังเกตอาการ ชักประวัติผู้สัมผัสเสี่ยงทุกคนก่อนเข้าสถานศึกษา
5. ลดการแออัด (Reducing) ลดแออัด ลดเข้าไปในพื้นที่เสี่ยง กลุ่มคนจำนวนมาก
6. ทำความสะอาด (Cleaning) คือ ทำความสะอาดพื้นผิวสัมผัสร่วม

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific conceptual)

1. ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Sund, & Trowbridge (1973 อ้างถึงใน สุริรัตน์ จุ้ยกระยาง, 2556) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาสิ่งที่เป็นนามธรรม โดยการใช้ประสาทสัมผัสสังเกตและสร้างให้เป็นรูปธรรม (Concrete Objects) เช่น การศึกษากระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสง

Klopper (1971) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรมอันเป็นผลที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่ามีมโนทัศน์นี้มีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2540 อ้างถึงใน วิภา อาสิงสมานันท์, 2560) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เกิดจากการรับรู้ผ่านกระบวนการสังเกต แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จนสร้างเป็นมโนทัศน์ของแต่ละบุคคล

สุทธิณี เพชรทองคำ (2556) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลัก หรือความคิดสำคัญเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการสังเกตและนำมาจำแนกประเภทลักษณะเฉพาะร่วมของสิ่งนั้น ๆ

สุริรัตน์ จุ้ยกระยาง (2561) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการสังเกต สืบค้นตรวจสอบ ทดลอง และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงสัมพันธ์ความเข้าใจไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ โดยความเข้าใจที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

สรุป มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการสังเกต การใช้วิธีการและทักษะทางวิทยาศาสตร์ โดยเชื่อมโยงความเข้าใจกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

2. ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การจำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ นั้นมีการจำแนกหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ของการแบ่ง เช่น

Romey (1968 อ้างถึงใน สุรรัตน์ จุ้ยกระยาง, 2561) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายลักษณะร่วม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุ หรือสถานการณ์นั้น
2. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (Correlation concepts) เป็นมโนทัศน์ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน เช่น แรงเป็นอำนาจผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ได้
3. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (Theoretical concepts) เป็นมโนทัศน์ที่อยู่นอกเหนือประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสหรือข้อเท็จจริง แต่มีความสอดคล้องกับเหตุผลของมนุษย์ที่ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อเท็จจริง เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ในการทำนาย หรือพยากรณ์ต่าง ๆ

Lawson et al. (2000 อ้างถึงใน สุทธิณี เพชรทองคำ, 2556) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (Theoretical Concepts) คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสได้โดยตรง แต่สามารถรับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ เช่น มโนทัศน์ของอะตอม อิเล็กตรอน รวมถึงมโนทัศน์ของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของอะตอมหรือโมเลกุล เช่น การแพร่ กระบวนการออกซิเดชัน เป็นต้น
2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย (Descriptive Concepts) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากการสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์โดยตรงหลาย ๆ ครั้ง แล้วเชื่อมโยงลักษณะร่วมที่สำคัญของวัตถุหรือเหตุการณ์เข้าด้วยกันเกิดเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น เช่น มโนทัศน์ แก้ว รอยยนต์ การกิน รวมถึงมโนทัศน์เกี่ยวกับตำแหน่งหรือขนาด เช่น ข้างใต้ ถัดไป เป็นต้น
3. มโนทัศน์เชิงแทรกสอด (Intermediate Concepts) คือ มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องเวลา เช่น มโนทัศน์กระบวนการทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ เป็นต้น

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542 อ้างถึงใน พวงน้อย บิลมาส, 2548) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติ บอกคุณสมบัติรวม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์

นั้น ๆ เช่น ดอกไม้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ฐานรองดอก กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ และ เกสรตัวเมีย, สัตว์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง

2. มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical Concepts) มโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุเป็นผลสนับสนุนแล้วสร้างความเข้าใจของตนเอง เช่น น้ำดีในลำไส้เล็กช่วยย่อยไขมัน, โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น อาหารให้พลังงานทำให้ร่างกายอบอุ่น, ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น

สุริรัตน์ จุ้ยกระยาง (2561) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี คือ มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสัมผัสข้อเท็จจริงได้โดยใช้ประสาทสัมผัส แต่รับรู้ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล และแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอเพื่อนำไปใช้ในการทำนายและพยากรณ์

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์แล้วเชื่อมโยงลักษณะร่วมกันที่สำคัญเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้ในการจำแนก การนิยาม การบรรยายลักษณะร่วม หรือเหตุการณ์นั้น ๆ

3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

จากการศึกษาเกี่ยวกับประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสได้โดยตรง แต่สามารถรับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการสังเกตแล้วเชื่อมโยงข้อมูลเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้จำแนก อธิบายลักษณะหรือคุณสมบัติ

3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ

3. ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า มีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) อยู่ในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ โดยมีสาระดังนี้ การเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขจัดถู วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย การใช้

สัญลักษณ์และเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ประโยชน์ ข้อจำกัดและการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดย

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กำหนดตัวชี้วัด เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไว้ ดังนี้

1. อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขัดถู โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป.6/1)
2. ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.3 ป.6/1)
3. เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ว 2.3 ป.6/2)
4. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (ว 2.3 ป.6/3)
5. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (ว 2.3 ป.6/4)
6. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน (ว 2.3 ป.6/5)
7. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยบอกประโยชน์ ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (ว 2.3 ป.6/6)

จากการศึกษาตัวชี้วัด เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำให้สามารถจำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้าตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ตาราง 18 รายละเอียดดังภาคผนวก ข

4. การวัดความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า แบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้มีการปรับปรุงและพัฒนาให้มีความเหมาะสมในแต่ละมโนคติที่ศึกษา ซึ่งจะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น แบบทดสอบแต่ละข้อจะมีคำถาม 2 คำถาม ซึ่งคำถามที่ 2 มีความต่อเนื่องจากคำถามที่ 1 โดยให้บอกเหตุผลของคำถามที่ 1 ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือลักษณะที่ 1 ให้บอกเหตุผลของการตอบคำถามที่ 1 โดยเลือกเหตุผลจากตัวเลือกที่กำหนดให้ และลักษณะที่ 2 ให้เหตุผลของการตอบคำถามที่ 1 โดยเขียนอธิบายเหตุผล

Enger, & Yager (2001 อ้างถึงใน สุทธิณี เพชรทองคำ, 2556) ได้เสนอการวัดมโนทัศน์ โดยใช้กลยุทธ์การประเมินทางเลือก เช่น ผังมโนทัศน์ การสัมภาษณ์ เป็นต้น การวัดมโนทัศน์ด้วยแบบวัดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับเนื้อหา กลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนตัวแปรต้นที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1. แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน (Two-tier multiple choice format) โดยตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหาแบบปรนัย และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 แบบปรนัย

2. แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน (Two-tier multiple choice format) โดยตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหาแบบปรนัย และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 แบบอัตนัย

3. แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัยแบบเขียนตอบ

4. แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัยแบบวาดภาพ

Odum, & Kelly (2001 อ้างถึงใน สุริรัตน์ จุ้ยกระยาง, 2561) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการทำแบบวัดเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบ

2. สร้างแบบวัดแบบเลือกตอบซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน (Two-tier multiple choice format) คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุนคำตอบ

3. นำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

Treagust (2006 อ้างถึงใน สุทธิณี เพชรทองคำ, 2556) ได้เสนอแบบวัดมโนทัศน์ โดยทำการประเมินแบบวินิจฉัยในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการสอน การเรียนรู้ และความคงทนของนักเรียน ด้วยการใช้ข้อสอบเลือกตอบแบบคำถามสองตอน (Two-tier multiple choice test) มีส่วนประกอบ ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา ซึ่งมี 2 ตัวเลือก คือ ถูก และ ผิด

ตอนที่ 2 เป็นส่วนของการแสดงเหตุผล จะประกอบด้วยเหตุผล 4 ข้อ

ข้อคำถามแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน (Costu et al., 2012) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ได้ 3 คะแนน เมื่อตอบคำถามถูกทั้ง 2 ตอน

ได้ 2 คะแนน เมื่อตอบคำถามผิดในตอนที่ 1 และตอบถูกในตอนที่ 2

ได้ 2 คะแนน เมื่อตอบคำถามถูกในตอนที่ 1 และไม่มีคำตอบในตอนที่ 2

ได้ 1 คะแนน เมื่อตอบคำถามถูกในตอนที่ 1 และตอบผิดในตอนที่ 2

ได้ 0 คะแนน เมื่อตอบคำถามผิดทั้ง 2 ตอน หรือไม่มีคำตอบทั้ง 2 ตอน

Celeon, & Subramania (2010 อ้างถึงใน สุทธิณี เพชรทองคำ, 2556) ได้พัฒนาแบบวัดมโนทัศน์แบบคำถามสามตอน (three-tier diagnostic test หรือ three-tier test) เพื่อประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง คลื่น ของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยแบบวัดมีส่วนประกอบ ดังนี้

ตอนที่ 1 มีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา (Content tier) วัดความรู้เนื้อหา ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ตอนที่ 2 มีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงเหตุผล (Reason tier) เป็นการวัดความรู้เชิงอธิบาย ในการเลือกตัวเลือกของคำถามในตอนที่ 1 ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ตอนที่ 3 มีลักษณะเป็นข้อคำถามถามความมั่นใจ (Confidence tier) เป็นการวัดระดับความมั่นใจในการเลือกคำตอบ 2 ตอนแรก ซึ่งแบ่งเป็นระดับความมั่นใจเป็น 6 ระดับ

ข้อคำถามแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ได้ 2 คะแนน เมื่อตอบคำถามถูกทั้ง 2 ตอน

ได้ 1 คะแนน เมื่อตอบคำถามถูกในตอนที่ 1 แต่ถ้าตอบผิดจะไม่ได้คะแนน

ได้ 0 คะแนน เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบทั้ง 2 ตอน

จากการศึกษาหัวข้อ การวัดความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สรุปแนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ตาม Odum, & Kelly (2001 อ้างถึงใน สุรรัตน์ จุ้ยกระยาง, 2561) ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน (Two-tier multiple choice format) คือ

ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก

ตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุนคำตอบ

โดยเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกทั้งในส่วนข้อคำถามเชิงเนื้อหา และส่วนเหตุผลสนับสนุนได้ 1 คะแนน และถ้าตอบถูกในส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ในแต่ละส่วนได้ 0 คะแนน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ

จันทร์จิรา แก้วโกย (2554) ได้ศึกษา ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอรัญประเทศ

จังหวัดสระแก้ว ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็น ผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เว็บบการเรียน โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องงานและพลังงาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที่ (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงและต่ำ เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงและต่ำ เมื่อเรียนด้วยการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรจิรา บุญเลิศ (2556) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือน เรื่องสารละลายกรดและเบส ให้มีประสิทธิภาพ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอานาจรเจริญ ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง โดยหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบสที่ได้พัฒนาขึ้นจากนักเรียนจำนวน 30 คน และนำบทปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบสที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนจำนวน 40 คน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ one group pretest – posttest design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งพัฒนาด้วยโปรแกรม yenka science (chemistry) แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ในการคำนวณหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร $E1/E2$ และสถิติที่ใช้ตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ คือ สถิติ t-test for dependent sample ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.17/81.33 ซึ่งเป็นไปตามประสิทธิภาพ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3)

นักเรียนมีความพึงพอใจมากต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.83)

สุรรัตน์ จุ้ยกระยาง (2561) ได้ศึกษา การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนพญารามวิทยา จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ ชั้นสร้างมโนทัศน์ สาระ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มี 4 ขั้นตอน คือ ชั้นสร้างแรงจูงใจภายใน ชั้นสร้างมโนทัศน์ ชั้นสะท้อนกลับ และชั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ การวัดผลและประเมินผล โดยมีดัชนีการประเมินคุณภาพรูปแบบการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด และ 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าเฉลี่ยของแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. งานวิจัยต่างประเทศ

G Gunawan et al. (2018) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Virtual Laboratory to Improve students' Conceptual Understanding in Physics Learning. ความเข้าใจในแนวความคิดของนักเรียนเป็นผลหลักของการศึกษาทั้งหมดในโลก. นักศึกษาต้องสามารถเข้าใจแนวคิดได้ดีจึงจะสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้ในชีวิตประจำวัน ความพยายามอย่างหนึ่งในการปรับปรุงความเข้าใจในแนวความคิดคือการเรียนรู้ผ่านคอมพิวเตอร์ การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจในแนวความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับฟิสิกส์โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือน ผู้เข้าร่วมการศึกษานี้เป็นนักเรียนจากสามคนที่แตกต่างกันโรงเรียนมัธยมปลาย นักเรียนถูกแบ่งออกเป็นสามกลุ่มทดลองและสาม กลุ่มควบคุม เครื่องมือวิจัยที่ใช้เป็นแบบปรนัย ผลลัพธ์ที่ระบุว่าการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนมีผลดีต่อความเข้าใจในแนวความคิดของนักเรียนผลการทดสอบขั้นสุดท้ายพบว่ากลุ่มทดลองได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่ม. การวิเคราะห์ข้อมูลขึ้นอยู่กับจำนวนคำตอบที่ถูกต้องของนักเรียนในทุก ๆ

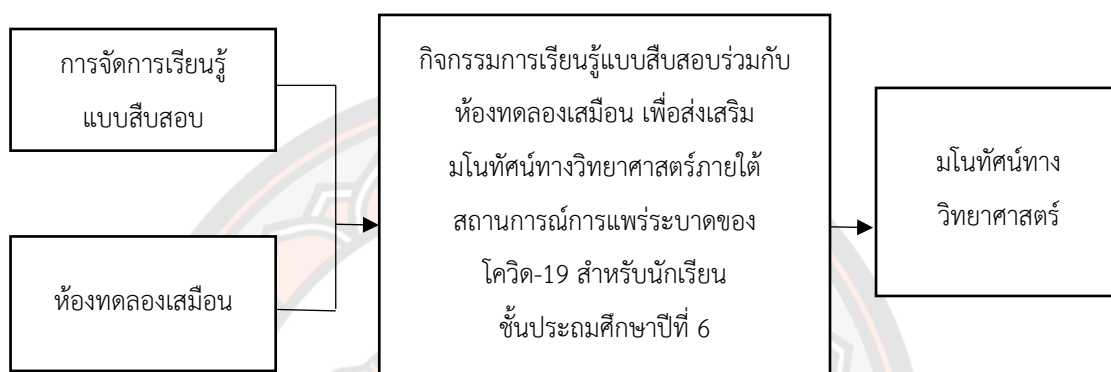
ด้านความรู้ความเข้าใจด้าน. ผลการวิเคราะห์ในทุกด้านขององค์ความรู้พบว่า ในแต่ละโรงเรียน นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้องในด้าน C1 (จำ), C2 (รู้), C3(กำลังประยุกต์) และ C4 (กำลังวิเคราะห์) ในขณะที่ด้าน C5 (การประเมิน) และ C6 (การสร้าง) ยังคงจำเป็นต้องปรับปรุง

Siti Jamiatul Husnaini, & Sufen Chen (2019) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. โดยมีวัตถุประสงค์คือเพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการทางกายภาพและเสมือนจริงที่มีต้นทุนต่ำและใช้เทคโนโลยีขั้นสูง และเพื่อตรวจสอบผลกระทบต่อวัตถุประสงค์การเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงความเข้าใจในแนวคิด ประสิทธิภาพการสืบค้น การรับรู้ความสามารถของตนเองในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และความเพลิดเพลินห้องปฏิบัติการเสมือน (VL) ใช้เทคโนโลยีการศึกษาฟิสิกส์เพื่อจำลองลูกตุ้ม ในขณะที่ห้องปฏิบัติการทางกายภาพ (PL) เป็นห้องปฏิบัติการทางกายภาพที่ปรับปรุงเทคโนโลยีโดยใช้แอปพลิเคชันนาฬิกาจับเวลาของกล้องและเครื่องมืออัจฉริยะ ในการออกแบบการทดลองกึ่งเสมือนนี้ นักเรียนมัธยมศึกษาทั้งหมด 68 คนในอินโดนีเซียได้รับการสุ่มเลือกการตั้งค่า PL และ VL ผู้เข้าร่วมดำเนินการทดลองลูกตุ้มตามคำแนะนำโดยแผ่นงานการสอบถามพร้อมกับการทดสอบก่อนและหลังแนวคิด การรับรู้ความสามารถของตนเองในการไตสวนทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความเพลิดเพลิน ผลการวิจัยพบว่า VL ที่อิงจากการสอบถามตามคำแนะนำนั้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ PL สำหรับแนวคิดง่าย ๆ แต่มีประสิทธิภาพมากกว่าในการปรับปรุงแนวคิดที่ยากและการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม กลุ่ม PL ทำงานได้ดีขึ้นในกิจกรรมการสอบสวนที่สำคัญ กล่าวคือ การวางแผน การทดลอง และปรับปรุงการทดลองต่อไป นอกจากนี้ ทั้ง PL และ VL ยังส่งเสริมความเพลิดเพลินอย่างมาก สรุปได้ว่า PL และ VL ประสบความสำเร็จในการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

Faour, M. A., & Ayoubi, Z. (2018). ได้ทำการวิจัยเรื่อง The effect of using virtual laboratory on grade 10 students' conceptual understanding and their attitudes towards physics. การศึกษานี้ศึกษาผลของการใช้ (VL) ต่อแนวความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 10 ความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและทัศนคติที่มีต่อฟิสิกส์. การวิจัยใช้วิธีการทดลองเชิงปริมาณ ตัวอย่างของการศึกษาประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 10 จำนวน 50 คนอายุ 14 ถึง 16 ปีของโรงเรียนมัธยมอย่างเป็นทางการใน Mount Lebanon ผู้เข้าร่วมถูกสุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 25 คน กลุ่มทดลองคือ สอนโดยใช้ VL โดยทำกิจกรรมทดลองผ่านวงจรชุดก่อสร้างที่พัฒนาโดยการจำลองของ PhET อย่างไรก็ตาม การควบคุมสอนแบบกลุ่มผ่านการสาธิตเชิงโต้ตอบโดยใช้ห้องปฏิบัติการจริงอุปกรณ์. ทั้งสองกลุ่มได้รับการทดสอบก่อนและหลังการทดสอบโดยใช้เครื่องมือสองชิ้น การกำหนดและตีความการทดสอบแนวคิดกระแสไฟฟ้าด้านทาน

(ทางตรง) และ Physics Attitude Scale (PAS) การวิเคราะห์ข้อมูลของ คะแนนการทดสอบโดยตรง พบว่า หลังจาก 10 สัปดาห์ ความเข้าใจในแนวคิดของวงจรไฟฟ้ากระแสตรงดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในทั้งสองกลุ่มอย่างไรก็ตาม คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญกว่ากลุ่มควบคุม ในทางกลับกันไม่มีนัยสำคัญความแตกต่างในทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อฟิสิกส์ระหว่างทั้งสองกลุ่ม

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ครั้งนี้เป็นการวิจัยที่ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีขั้นตอนการดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75

ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75

1. วัตถุประสงค์

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

2.1 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

2.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน อาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านหลักสูตรและการสอนมาแล้วอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 1 ท่าน

2.1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ศึกษานิเทศก์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน

2.1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน

2.2 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.2.1 ชั้นทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 3 คน จำแนกเป็น สูงกว่าปานกลาง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อค้นหาข้อจำกัด ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.2.2 ชั้นทดลองแบบกลุ่มเล็ก นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 9 คน จำแนกเป็น สูงกว่าปานกลาง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน เพื่อสำหรับหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

1. ความเหมาะสมของกิจกรรม
2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมตามเกณฑ์ 75/75

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4.3 แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4.4 แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

5. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

5.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบ ดังนี้

5.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561) โดยศึกษารายละเอียด ดังนี้ สารการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด เนื้อหา จำนวนเวลาเรียน วิธีการสอน กิจกรรมและสื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ รวมทั้งคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแนวทางการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า ดังนี้

ตาราง 6 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐาน ตัวชี้วัด และเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของ แรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำ ต่อวัตถุ ลักษณะการ เคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์	ว 2.2 ป.6/1	วัตถุ 1 ชนิดที่ผ่านการขจัดแล้ว เมื่อ นำเข้าไปใกล้กันอาจดึงดูดหรือผลักรัน แรงที่เกิดขึ้นนี้เป็นแรงไฟฟ้า ซึ่งเป็น แรงไม่สัมผัส เกิดขึ้นระหว่างวัตถุที่มี ประจุไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุ ไฟฟ้านลบ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิด เดียวกันผลักรัน ชนิดตรงข้ามกัน ดึงดูดกัน	3
มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของ พลังงาน การ เปลี่ยนแปลงและการ ถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง สสารและพลังงาน พลังงานใน ชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่	ว 2.3 ป.6/1 ว 2.3 ป.6/2	วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และ เครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า แหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย หรือ แบตเตอรี่ ทำหน้าที่ให้พลังงาน ไฟฟ้า สายไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้า ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่าง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าและ เครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าด้วยกัน เครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน้าที่เปลี่ยน พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่น	3
เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์	ว 2.3 ป.6/3 ว 2.3 ป.6/4	เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์มา เรียงกันโดยให้ขั้วบวกของ เซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบ ของอีกเซลล์หนึ่งเป็นการต่อแบบ อนุกรม ทำให้มีพลังงานไฟฟ้า	4

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
		เหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย	
	ว 2.3 ป.6/5	การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมเมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก	4
	ว 2.3 ป.6/6	ทำให้หลอดไฟฟ้าที่เหลือดับทั้งหมด ส่วนการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือก็ยังคงสว่างได้ การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การต่อหลอดไฟฟ้าหลายดวงในบ้าน จึงต้องต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานเพื่อเลือกใช้หลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งได้ตามต้องการ	

5.1.2 ศึกษา วิเคราะห์ห้องค์ประกอบ สาระสำคัญ ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ห้องทดลองเสมือน และเทคนิคการใช้คำถาม

5.1.3 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ตาราง 7 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทาง
วิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19

ขั้นตอน	รายละเอียด
	การจัดการเรียนการสอนอยู่ภายใต้ 6 มาตรการหลัก (DMHT-RC) รองรับการระบาดระลอกใหม่ของ โรคโควิด-19 ในสถานศึกษา ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet ร่วมกับเว็บไซต์ https://phet.colorado.edu/ (ห้องทดลองเสมือน)
1. ขั้นสร้างความ สนใจ (Engagement)	1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่น่าสนใจร่วมกับวิธีต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง เกม นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามหรือประเด็นตามความสนใจ 3. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดคำถามหรือประเด็นที่ใช้ในการศึกษา
2. ขั้นสำรวจและ ค้นหา (Exploration)	1. นักเรียนร่วมกันวางแผนโดยใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ นำห้องทดลองเสมือนมาใช้ ในเรื่อง : 2. นักเรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบประเด็นคำถาม 1. แร้งไฟฟ้าและประจุ ไฟฟ้า 3. นักเรียนตั้งสมมติฐาน 2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบ อนุกรม 4. นักเรียนออกแบบและเลือกแนวทางในการลงมือปฏิบัติด้วย 2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบ อนุกรม ด้วยห้องทดลองเสมือนจริง ร่วมกับการศึกษาหาข้อมูลจาก 4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบ อนุกรมและแบบขนาน แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม
3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)	1. นักเรียนร่วมกันนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แผลผล และสรุปผล โดยอ้างอิง หลักฐานประกอบกับให้เหตุผลอย่างเหมาะสม 2. นักเรียนนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง วาดรูป สร้าง ตาราง ฯลฯ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่ได้กับประสบการณ์เดิม หรือเชื่อมโยงมโนทัศน์ ที่สร้างขึ้นกับประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การ ยกตัวอย่าง นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ทำการทดลองด้วยห้องทดลองเสมือนจริง ฯลฯ 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายโดยอ้างอิงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม ผ่าน แพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)	1. ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยวิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การตอบ คำถามปากเปล่า การทำแบบทดสอบ การวาดภาพ การสร้างแบบจำลอง ฯลฯ ผ่าน แพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 2. ครูประเมินการเรียนรู้ในด้านกระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียน ผ่านแพลตฟอร์ม ประชุมออนไลน์ google meet

ขั้นตอน	รายละเอียด
	3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและเพื่อน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet
	4. ครูให้ผลสะท้อนกลับแก่นักเรียนหลังการประเมิน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet

5.1.4 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำในส่วนที่ยังบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

5.1.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินมาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เทียบกับเกณฑ์โดยค่าเฉลี่ยต้องมีค่า 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต้องไม่เกิน 1.00 ถือว่าเข้าเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	แปลความหมายว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งมีผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ระดับมาก

(\bar{X} = 4.48, S.D. = 0.39) รายละเอียดดังภาคผนวก ค

5.1.6 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริม โนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบเครื่องมือ ดังนี้

5.2.1 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์ การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงแม่เหล็กไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า จำนวน 4 แผน ใช้เวลารวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงแม่เหล็กไฟฟ้า (จำนวน 3 ชั่วโมง)
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (จำนวน 3 ชั่วโมง)
- 3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (จำนวน 4 ชั่วโมง)
- 4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบ ขนาน (จำนวน 4 ชั่วโมง)

โดยแต่ละแผนการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย ชื่อแผนการจัดการ เรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สมรรถนะ สำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

5.2.2 นำร่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบ สอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงแม่เหล็กไฟฟ้าและ วงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผน ใช้เวลารวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบส่วนที่บกพร่องแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

5.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ และการวัดและ ประเมินผล โดยใช้แบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เทียบกับเกณฑ์โดยค่าเฉลี่ยต้องมีค่า 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต้องไม่เกิน 1.00 ถือว่าเข้าเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	แปลความหมายว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	แปลความหมายว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งมีผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ อยู่ระดับมาก

($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.42) รายละเอียดดังภาคผนวก ค

5.2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5.3 แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำนวน 15 ข้อ มีขั้นตอนดังนี้

5.3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผู้ศึกษาค้นคว้าไว้ก่อนแล้วนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

5.3.2 กำหนดจุดประสงค์ของแบบประเมิน คือ เพื่อประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบของแบบประเมินความเหมาะสม

5.3.3 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมิน และกำหนดรูปแบบของการประเมินสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยส่วนที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่าจัดเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

5.3.4 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของ

โควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมในแต่ละองค์ประกอบ

5.4 แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำนวน 24 ข้อ มีกระบวนการสร้างเช่นเดียวกันกับแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ส่วนที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาความเหมาะสมของกิจกรรม ดังนี้

1. ติดต่อประสานงานกับบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อทำการออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยถึงผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจหาความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบหาความถูกต้องด้านเนื้อหา การใช้ภาษา สื่อการสอน เวลาที่ใช้ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล

3. ดำเนินการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4. นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปรับปรุงแล้วพร้อม แบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ

5. นำกิจกรรมที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมแล้วหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 2 การเก็บข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรม ดังนี้

1. นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปหาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2 จำนวน 3 คน จำแนกเป็น สูงกว่าปานกลาง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ด้านเนื้อหา ด้านภาษา เวลา และปัญหาที่พบในการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

2. นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาปรับปรุงแก้ไข และนำไปหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กโดยใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2 จำนวน 9 คน จำแนกเป็น สูงกว่าปานกลาง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 วิเคราะห์ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

7.1.1 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน มาตรวจให้คะแนนโดยกำหนดความหมายของระดับความเหมาะสมดังนี้

5	หมายถึง	รายการนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	รายการนั้นมีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	รายการนั้นมีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	รายการนั้นมีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	รายการนั้นมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

7.1.2 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ในแต่ละรายการแล้วแปลความหมายของค่าเฉลี่ยให้เป็นระดับความเหมาะสมโดยใช้เกณฑ์จากการคำนวณอันตรภาคชั้น ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 – 5.00	หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50	หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50	หมายถึง มีระดับความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50	หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

7.1.3 กำหนดเกณฑ์การพิจารณาระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเกณฑ์ขั้นต่ำในการพิจารณาว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.00

7.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้ค่าร้อยละ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากสูตร E_1/E_2 ดังนี้

7.2.1 หาร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (E_1)

7.2.2 หาร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดมนต์ศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (E_2)

ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. วัตถุประสงค์

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2 จำนวน 10 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสามัคคีธรรมราษฎร์บำรุง กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 9 คน โดยการสุ่มเฉพาะเจาะจง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.2 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้อธิบายรายละเอียดไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1

4.2 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งเป็นทดสอบอัตนัยร่วมกับปรนัย ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ 1 การวัดความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบบใช้คำถามปรนัย 4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 การให้เหตุผลในการเลือกคำตอบแบบปรนัยในข้อนั้น จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ใช้เวลา 60 นาที มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี การสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.2.2 วิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดอัตราส่วนของข้อสอบตามความเหมาะสมและสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบอัตนัยร่วมกับปรนัย จำนวน 30 ข้อ ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปีและจุดประสงค์การเรียนรู้ ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ (Test Blueprint) ดังตาราง 8

ตาราง 8 การวิเคราะห์แบบทดสอบ (Test Blueprint) หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 14 ชั่วโมง

บทที่ /หัวข้อเนื้อหา มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม						รวมจำนวนข้อ	รวมจำนวนข้อที่ใช้จริง
	จำนวนชั่วโมง	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า		
แรงไฟฟ้า	3				/		5	2
วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	3				/		9	7
การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม	4				/		5	4
การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน, ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า	4				/		11	7
รวมจำนวนข้อ							30	20

4.2.3 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้น คือตอบถูกทั้งอัตรันัยและปรนัยให้ 1 คะแนน ตอบถูกแค่ส่วนปรนัยหรือส่วนอัตรันัยให้ 0 คะแนน และตอบผิดทั้งสองส่วนให้ 0 คะแนน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี จุดประสงค์การเรียนรู้ของข้อคำถามและภาษาที่ใช้ แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข

4.2.4 นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอนี้ของผู้เชี่ยวชาญ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านจะพิจารณาถึงความเห็นและให้คะแนนคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป

4.2.5 นำวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านปางขนุน กลุ่มโรงเรียนแม่แล้ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์ เขต 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 18 คน ซึ่งผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

4.2.6 นำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบ มาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยาก และอำนาจจำแนกสูตรของ D.R. Sabers ของข้อสอบรายข้อ โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบ ค่าความยาก มีค่าระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ให้เหลือ 20 ข้อ ที่ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

4.2.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ตามสูตรของ สัมประสิทธิ์แอลฟา ของคอนบราค (Cronbach)

4.2.8 จัดพิมพ์แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่คัดเลือกแล้ว จำนวน 20 ข้อ นำไปใช้กับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 คน โรงเรียนสามัคคีธรรมราษฎร์บำรุง กลุ่มโรงเรียนแม่เลย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

5. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดแบบการวิจัยก่อนทดลอง (Pre-experimental research) โดยมีรูปแบบ ทดลอง 1 กลุ่ม เปรียบเทียบก่อนหลัง (One group pretest posttest design) (ล้วนสายยศ, และอังคณา สายยศ, 2538) ดังตาราง 9

ตาราง 9 แบบแผนการวิจัย

Pretest	Treatment	Posttest
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

T_1 แทน การวัดก่อนเรียน

X แทน กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

6.1 ผู้วิจัยนำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหาความถูกต้องด้านเนื้อหา การใช้ภาษา สื่อการสอน เวลาที่ใช้ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล

6.2 ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

6.3 ดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 14 ชั่วโมง แล้วจึงทดสอบหลังเรียน

6.4 ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้สถิติ Wilcoxon

7.2 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ผลการเปรียบเทียบโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 75

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ได้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบด้วยการสร้างความรู้ หรือสรุปผล หรือสร้างคำอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ร่วมกับการนำห้องทดลองเสมือนจริงมาใช้เป็นสื่อการสอนหลักในการออกแบบกิจกรรม

การเรียนการสอน โดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบใช้แนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ซึ่งมี 5 ขั้นตอนและมีรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 10 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโมทัศน์
ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19

ขั้นตอน	รายละเอียด
	การจัดการเรียนการสอนอยู่ภายใต้ 6 มาตรการหลัก (DMHT-RC) รองรับการระบาดระลอกใหม่ของ โรคโควิด-19 ในสถานศึกษา ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet ร่วมกับเว็บไซต์ https://phet.colorado.edu/ (ห้องทดลองเสมือน)
1. ขั้นสร้างความ สนใจ (Engagement)	1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจร่วมกับวิธีต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง เกม นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามหรือประเด็นตามความสนใจ 3. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดคำถามหรือประเด็นที่ใช้ในการศึกษา
2. ขั้นสำรวจและ ค้นหา (Exploration)	1. นักเรียนร่วมกันวางแผนโดยใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ นำห้องทดลองเสมือนมาใช้ใน เรื่อง: 2. นักเรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบประเด็น 1. แรงไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า คำถาม 2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 3. นักเรียนตั้งสมมติฐาน 3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบ อนุกรม 4. นักเรียนออกแบบและเลือกแนวทางในการลงมือปฏิบัติ 4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบ ด้วยตนเอง อนุกรมและแบบขนาน 5. นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการทำ ทดลองด้วยห้องทดลองเสมือนจริง ร่วมกับการศึกษาหา ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเพิ่มเติม
3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)	1. นักเรียนร่วมกันนำข้อมูล ข้อสังเกต ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล และสรุปผล โดยอ้างอิง หลักฐานประกอบกับให้เหตุผลอย่างเหมาะสม 2. นักเรียนนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง วาดรูป สร้าง ตาราง ฯลฯ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่ได้กับประสบการณ์เดิม หรือเชื่อมโยงมโน ทัศน์ที่สร้างขึ้นกับประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การ ยกตัวอย่าง นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ทำการทดลองด้วยห้องทดลองเสมือนจริง ฯลฯ 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายโดยอ้างอิงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม ผ่าน แพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet

ขั้นตอน	รายละเอียด
5. ชั้นประเมิน (Evaluation)	1. ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยวิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การตอบคำถามปากเปล่า การทำแบบทดสอบ การวาดภาพ การสร้างแบบจำลอง ฯลฯ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 2. ครูประเมินการเรียนรู้ในด้านกระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและเพื่อน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 4. ครูให้ผลสะท้อนกลับแก่นักเรียนหลังการประเมิน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เสนอผลดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)			
1.1 กิจกรรมกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามหรือประเด็นตามความสนใจ	4.00	1.00	มาก
1.3 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกในการตั้งคำถามแก่นักเรียน	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ย	4.33	0.72	มาก
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)			
2.1 นำสื่อห้องทดลองเสมือนมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
2.2 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันวางแผนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด ฯลฯ	4.33	0.58	มาก
2.3 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามด้วยตนเอง	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนออกแบบและเลือกแนวทางในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	4.33	0.58	มาก
2.6 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลายด้วยตนเอง	4.33	0.58	มาก
2.7 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.52	0.58	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 ขันอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)			
3.1 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมในขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา แปลผลและสรุปผลโดยอ้างอิงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากข้อสรุปที่ได้ โดยอ้างอิงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์และข้อสรุปของตนเองในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง วาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวก	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม			
เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)			
4.1 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ทำการทดลองด้วยห้องทดลองเสมือนจริง ฯลฯ	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายโดยอ้างอิงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation)			
5.1 ครูใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย	4.33	1.15	มาก
5.2 ครูให้ผลสะท้อนกลับแก่นักเรียนหลังการประเมิน	4.00	1.00	มาก
5.3 ครูประเมินการเรียนรู้ในด้านกระบวนการปฏิบัติและผลงาน	4.67	0.58	มากที่สุด
5.4 นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน	3.67	0.58	มาก
เฉลี่ย	4.17	0.83	มาก
เฉลี่ยรวม	4.48	0.39	มาก

จากตาราง 11 พบว่า ระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.39)

3. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เสนอผลดังตาราง 12

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
สาระสำคัญ			
1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.67	0.58	มากที่สุด
2. สาระสำคัญสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.67	0.58	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้			
3. จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5.00	0.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	5.00	0.00	มากที่สุด
5. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณธรรม จริยธรรม	4.00	1.00	มาก
6. จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4.00	1.00	มาก
เฉลี่ย	4.50	0.50	มาก
สาระการเรียนรู้			
7. สาระการเรียนรู้และกิจกรรมสอดคล้องและเอื้อต่อการบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
8. สาระการเรียนรู้สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
9. กำหนดสาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58	มาก
กิจกรรมการเรียนรู้			
10. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ (สสวท.,	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
2561)			
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	5.00	0.00	มากที่สุด
12. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาเหมาะสม	4.00	1.00	มาก
13. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน	4.33	0.58	มาก
14. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย น่าสนใจ	4.33	0.58	มาก
15. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.56	0.58	มากที่สุด
สื่อ/แหล่งเรียนรู้			
16. สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
17. มีวิธีการใช้ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย	4.00	0.00	มาก
18. สื่อที่ใช้ทันสมัย และน่าสนใจ	4.50	0.71	มากที่สุด
19. สื่อที่ใช้มีความหลากหลาย	4.33	1.15	มาก
20. สื่อที่ใช้มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.61	0.36	มากที่สุด
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้			
21. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
22. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
23. การประเมินครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
24. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับวิธีการวัด	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
25. เกณฑ์การประเมินผลเหมาะสมกับนักเรียน	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ย	4.43	0.48	มาก
เฉลี่ยรวม	4.43	0.42	มาก

จากตาราง 12 พบว่า ระดับความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.42)

4. ผลการหาประสิทธิภาพด้านเนื้อหา, ภาษาและเวลาของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้รายงานนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 กับนักเรียนชั้นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านปางขนุน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 2 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เสนอผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการหาประสิทธิภาพด้านเนื้อหา, ภาษาและเวลาของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบ
 สอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้
 สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบ
 ภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 3 คน

ประเด็น	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ด้านเนื้อหา	เนื้อหาที่ใช้ต้องเรียนรู้ก่อนกิจกรรม ค่อนข้างเยอะ และกิจกรรมการ เรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับ ห้องทดลองเสมือนเป็นกิจกรรมที่ นักเรียนต้องใช้อุปกรณ์ในการทำ กิจกรรม (เช่น โทรศัพท์มือถือ หรือ คอมพิวเตอร์) ทำให้ถูกหันเหความ สนใจระหว่างทำกิจกรรมได้ง่าย	ปรับรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาให้ น่าสนใจ ใช้สื่อรูปภาพ, ภาพเคลื่อนไหว, และคลิปวิดีโอให้มากขึ้นเพื่อให้นักเรียน สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและ รวดเร็ว ใช้ในคำถามในการกระตุ้นความสนใจ ของนักเรียน
ด้านภาษา	นักเรียนไม่เข้าใจคำสั่งและคำถามใน ใบกิจกรรมส่งผลให้การทำงานของ นักเรียนไม่ตรงตามจุดประสงค์ และ ตอบคำถามได้ไม่ชัดเจน	ปรับแก้คำสั่งและข้อคำถามในใบ กิจกรรมโดยใช้ภาษาที่ชัดเจนและเข้าใจ ง่าย
ด้านเวลา	เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมค่อนข้าง นาน ทักษะพื้นฐานในการใช้อุปกรณ์ สื่อสารส่งผลต่อการใช้เวลาในการทำ กิจกรรม	แบ่งระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของ กิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม, มีการ ฝึกทักษะหรืออธิบายวิธีการปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจ ร่วมกันก่อนลงมือปฏิบัติ

5. ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน
 เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้รายงานนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ และ
 ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 กับนักเรียนชั้นนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านปางขนุน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา

นครสวรรค์ เขต 2 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ผลการหาประสิทธิภาพ E1/E2 นำเสนอผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการหาประสิทธิภาพ E1/E2 ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 9 คน

การทดสอบระหว่างเรียน			การทดสอบหลังเรียน			ประสิทธิภาพ
คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E ₁	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E ₂	E ₁ /E ₂
160	131.78	82.36	20	15.89	79.44	82.36/79.44

จากตาราง 14 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าประสิทธิภาพแบบภาคสนาม เท่ากับ 82.36/79.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 แสดงว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

**ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือนเพื่อส่งเสริม
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6**

1. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ
ร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาด
ของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ($n = 9$)

**ตาราง 15 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ
ร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์
การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียน
และหลังเรียน**

กิจกรรม	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	Z	Sig.
ก่อนการทดลอง	20	4.00	2.18	2.680	.007*
หลังการทดลอง	20	16.33	1.23		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 15 พบว่า ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการ
เรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้
สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียน
และหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้
โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบหลังเรียนของนักเรียน ($\bar{X} = 16.33$, S.D. = 1.23) สูงกว่า
ค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบก่อนเรียน ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 2.18)

2. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 75

ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 75 (n = 9)

กิจกรรม	คะแนนเต็ม	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	t	Sig.
หลังการทดลอง	20	81.65	16.33	1.23	3.27	0.011*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 16 พบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนเท่ากับ 16.33 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 81.65) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

บทสรุป

การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปได้ดังนี้

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษสรุปได้ ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.36/79.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75
2. นักเรียนมีมีโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้รายงานได้นำประเด็นที่ค้นพบมาอภิปรายผล ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา ดังนี้

1. จากการสร้างและหาประสิทธิภาพ ที่ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้รายงานได้นำประเด็นที่ค้นพบมาอภิปรายผล ภาพรวมของกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวอยู่ในระดับมาก โดยมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน ผู้รายงานได้ศึกษา ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ

จัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยเฉพาะแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548) และทิสนา แคมณี (2552) ที่ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบนั้น เป็นกระบวนการหรือวิธีการที่เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้หรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก กระตุ้นให้นักเรียนคิดคำถาม ความคิดและลงมือแสวงหาความรู้ และได้อ้างอิงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอนมาจากแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ซึ่งส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนของครูและนักเรียนต้องเปลี่ยนแปลงไป ผู้รายงานได้นำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการใช้ห้องทดลองเสมือนจากแนวคิดของ Siti Jamiatul Husnaini, & Sufen Chen (2019) ซึ่งได้ทำการวิจัยและพบว่าการใช้ห้องทดลองเสมือนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมีประสิทธิภาพเท่ากับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยห้องปฏิบัติการทั่วไปในการสอนมโนทัศน์พื้นฐาน และยังมีประสิทธิภาพกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในมโนทัศน์ที่มีความซับซ้อนรวมถึงยังช่วยส่งเสริมทักษะการสืบสอบด้วยตนเองของนักเรียน กล่าวได้ว่าห้องทดลองเสมือนสามารถนำมาใช้จัดการเรียนการสอนแทนการใช้ห้องปฏิบัติการได้ และการใช้ห้องทดลองเสมือนยังช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนอีกด้วย นอกจากนี้จากแนวคิดของ Faour, M. A., & Ayoubi, Z. (2018) ซึ่งได้ทำการวิจัยโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการจัดการเรียนรู้อุปเปรียบเทียบกับการใช้ห้องปฏิบัติการทั่วไป ผลการวิจัยยังสนับสนุนแนวคิดที่ว่าห้องทดลองเสมือนสามารถนำมาใช้จัดการเรียนการสอนได้เช่นเดียวกับการใช้ห้องปฏิบัติการโดยมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเช่นเดียวกันอีกด้วย และได้นำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ได้ไปออกแบบและจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน รวมระยะเวลา 14 ชั่วโมง โดยหลังจากนำแผนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมแล้ว ผู้รายงานนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองหาประสิทธิภาพ 2 ครั้ง คือทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งกับนักเรียน 3 คน และทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียน 9 คน จากการดำเนินการข้างต้นจึงทำให้แผนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75

2. จากการนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการพัฒนาได้สูงที่สุดคือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ประเภทมโนทัศน์เชิงบรรยาย ซึ่งสอดคล้องกับการออกแบบกิจกรรมการ

เรียนรู้ที่มีการใช้ห้องทดลองเสมือนร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในบทเรียนที่เกี่ยวข้องมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ประเภทอื่นซึ่งการนำใช้ห้องทดลองเสมือนช่วยส่งเสริมความรู้ความเข้าใจจากผลการทดลองเชิงประจักษ์ที่นักเรียนสามารถสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองได้ นอกจากนี้ห้องทดลองเสมือนเป็นห้องทดลองที่จำลองปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถเพิ่มเติมปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าขณะทำการทดลองทั่วไป เช่น เส้นทางการไหลของประจุไฟฟ้า หรือเส้นทางการไหลของกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า การที่นักเรียนได้สังเกตลักษณะปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากห้องทดลองเสมือนโดยผสมผสานการจำลองปรากฏการณ์เหล่านี้ขณะปฏิบัติการทดลองร่วมด้วยนั้นช่วยส่งเสริมความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่มโนทัศน์เชิงทฤษฎีและมโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ซึ่งมีสื่อห้องทดลองเสมือนที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่สามารถนำมาใช้ประกอบการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้น้อยกว่า และมโนทัศน์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่มีความเป็นมโนธรรมซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือมีตัวอย่างจริงน้อยกว่าได้รับการพัฒนารองลงมาตามลำดับ ทั้งนี้ผู้รายงานออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบด้วยการสร้างความรู้ หรือสรุปผล หรือสร้างคำอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ซึ่งประยุกต์จากแนวคิดเรื่องวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) และได้นำห้องทดลองเสมือนมาแทนใช้ร่วมกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบในการขั้นที่ 2 เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเสมือนเป็นการปฏิบัติการทดลองผ่านการจำลองเสมือนบนหน้าจอทดแทนการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองจริง ซึ่งสอดคล้องกับพัชรี โพนนา (2559) ดำเนินการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม โดยนักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแนวคิดการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีเป้าหมายคล้ายคลึงกับการสอนแบบสืบสอบที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดและการปฏิบัติ โดยมีการค้นหาและสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ที่ได้รับกับประสบการณ์เดิม สอดคล้องกับกมลภัทร พึ่งปาน (2562) ดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์ พบว่านักเรียนมีระดับความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือความเข้าใจสมบูรณ์เพิ่มขึ้น โดยวัฏจักรการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความรู้ของตนเอง และสร้างความรู้ของตนเอง

ซึ่งมีความสอดคล้องกับกระบวนการในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือนชั้นที่ 2 ถึงชั้น 4 ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างองค์ความรู้

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้มีข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้ และข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษา ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้

1. จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีมโนทัศน์เชิงทฤษฎีและมโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ยังได้รับการพัฒนาที่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับมโนทัศน์เชิงบรรยายเนื่องจากปริมาณสื่อห้องทดลองเสมือนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีน้อยกว่า ดังนั้นครูผู้สอนควรเพิ่มสื่อห้องทดลองเสมือนหรือสื่อจากแหล่งอื่นในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความสอดคล้องของเนื้อหา กับลักษณะของห้องทดลองเสมือน

2. จากผลการศึกษาที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ส่งผลให้นักเรียนสนใจและให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรม ดังนั้นครูผู้สอนควรนำแนวคิดการใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนมาปรับประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนร่วมกับสาระอื่น ๆ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้กับรายวิชาอื่น ๆ ได้ เพื่อกระตุ้นความสนใจและเป็นทางเลือกในการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

ควรพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือนโดยการผสมผสานเทคนิคที่เน้นให้นักเรียนได้สื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสังเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และนำสามารถเทคโนโลยีโลกเสมือนอื่น ๆ นอกเหนือจากห้องทดลองเสมือนมาศึกษาเพิ่มเติมร่วมกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น AR (Augmented Reality) และ MR (Mixed Reality) ทดแทนการใช้สื่อจริงที่มีมูลค่าสูงหรือเข้าถึงได้ยาก เพื่อส่งเสริมให้การส่งเสริมให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม



มหาวิทยาลัยสุรินทร์

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กมลภัทร พึ่งปาน. (2562). *การพัฒนาความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อภิปราย-สังเคราะห์* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กิตติศักดิ์ ชวงค์, และวิทยา วรพันธุ์. (2563). การเสริมสร้างความเข้าใจในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ในช่วงการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา-19 สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์*, 1(1), 11-21.
- กุศลีน มุสิกกุล. (2561). *การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)*. สืบค้น 19 กุมภาพันธ์ 2565, จาก <https://smt.ipst.ac.th/index.php/smt-media/item/163-การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์-scientific-inquiry/>
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- จันทร์จิรา แก้วโกย. (2554). *ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนแบบสืบสอบแบบมีและไม่มีกำหนัดแนวทางที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2546). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย วารสารวิชาการ*, 5(1), 1-11.
- ทิตนา แคมมณี. (2562). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 23). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิวา ประภาชื่นชม, วิชิต สุรัตน์เรืองชัย, และปริญญา ทองสอน. (2563). การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ Borich และคณะ. *วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์*, 7(1), 172-184.

- นันทรัตน์ คงคะชาติ, และวิทยา ทองโสม. (2563). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสื่อออนไลน์ในการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในช่วงสถานการณ์ โควิด โรงเรียนวัดสันติธรรม อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์. *วารสารครุศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 3(2), 14-26.
- นิพนธ์ จันเลน. (2557). ความเข้าใจตลาดเคลื่อนในการจัดห้องเรียนแบบสืบเสาะและแนวทางปรับความเข้าใจ. *นิตยสาร สสวท*, 42(190). 3-8.
- บัลลังก์ โรหิตเสถียร. (2564, 28 ตุลาคม). *ศธ.-สธ.ร่วมแถลงข่าว 1 พ.ย.นี้ พร้อมเปิดเรียน. ศธ. 360 องศา*. สืบค้น 19 กุมภาพันธ์ 2565, จาก <https://moe360.blog/2021/10/28/open-semester-1nov/>
- ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปุกนิภา พระพุทธคุณ. (2563). การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ: *พอลิเมอร์*. *นิตยสาร สสวท*, 48(224), 38-41
- ไผ่ พันงาม. (2560). *การพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในชั้นสร้างความสนใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*.
อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- พัชรี โพชนา. (2559). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*.
ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2557). *สอนเขียนแผนบูรณาการ บนฐานเด็กเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 4)*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2558). *รู้เนื้อหาก่อนสอนเก่ง การเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมคุณภาพในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2562). *ทักษะ 7C ของครู 4.0 (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2552). *วิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วิทศน์ ฝักเจริญผล, กนิษฐา เชาววัฒน์กุล, พินดา วราสุนันท์, กุลธิดา นุกุลธรรม, สุมิตร สุวรรณ, สินีซ สุวรรณภิกษาติ, และกิตติศอร เหล่าเหมณี. (2563). ความพร้อมในการจัดการเรียน การสอนออนไลน์ ภายใต้สถานการณ์ระบาดไวรัส Covid-19. *วารสารศาสตร์การศึกษาและ การพัฒนามนุษย์*, 4(1), 44-61.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). *คู่มือการใช้ หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับ ประถมศึกษา*. สืบค้น 17 มกราคม 2564, จาก <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8922-2018-10-01-01-54-11/>.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการ เรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สุทธิณี เพชรทองคำ. (2556). *ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการ เรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- สุรรัตน์ จัยกระยาง. (2561). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุรจิรา บุญเลิศ. (2556). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- อนุวัติ คุณแก้ว. (2554). *การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ Wilcoxon Signed-Rank Test*. สืบค้น 19 กุมภาพันธ์ 2565, จาก <http://research.pcru.ac.th/researchV2/media/kunena/attachments/913/Wilcoxon-Signed-Rank-Test2.pdf/>
- Faour, M. A., & Ayoubi, Z (2018). The effect of using virtual laboratory on grade 10 students' conceptual understanding and their attitudes towards physics. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 4(1), 54-68. DOI:10.21891/jeseh.387482

- G Gunawan. (2018). Virtual Laboratory to Improve Students' Conceptual Understanding in Physics Learning. MISEIC 2018. IOP Conf. Series: *Journal of Physics: Conf. Series*, 1108(2018) 012049 DOI:10.1088/1742-6596/1108/1/012049/.
- Liandha Arieska Putri. (2021). *Enhancing Students' Scientific Literacy using Virtual Lab Activity with Inquiry-Based Learning*. Retrieved October 17, 2021, from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1292932/>.
- Siti Jamiatul Husnaini, & Sufen Chen. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *PHYSICAL REVIEW PHYSICS EDUCATION RESEARCH*, 15(1), 1-16.
DOI:10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.01011
- World Health Organization. (2564). *Coronavirus disease (COVID-19) questions and answers (general)*. Retrieved October 17, 2021, from <https://www.who.int/thailand/emergencies/novel-coronavirus-2019/q-a-on-covid-19/q-a-on-covid-19-general>



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการ
ตรวจเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร ชำรงโสตติสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาการศึกษา
สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
(ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน)
2. ดร. รวงทอง ฤาพิณธุ์ อาจารย์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา
(ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและการประเมินผล
การศึกษา)
3. นายพินิจ เชื้อแพ่ง ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา
นครสวรรค์ เขต 2
(ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป)

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ...บัณฑิตวิทยาลัย งามวิชาวกร โทร. ๘๘๒๗

ที่...อว.๐๖๐๓.๐๒/ว.๐๓๙๑

วันที่...๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง...ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อ่างใสตติสกุล

ด้วย นางสาวเจตจิรัฐิตรี สโรตยาทร รหัสประจำตัว ๖๓๐๙๑๑๖๖ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด 19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุตม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๓๘๐

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ดร.รวงทอง ฉาพันธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงการการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวเจตจิรัฐิติ ไสร์ดยาทร รหัสประจำตัว ๖๓๐๙๑๑๖๖ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนา
กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศัพท์ทางวิทยาศาสตร์
ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด 19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ " เพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่า
ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไข
เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาคถม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๐๗

โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖

๒. นางสาวเจตจิรัฐิติ ไสร์ดยาทร

โทร. ๐๘-๐๙๙๕-๕๖๑๔

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๓๙๐

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ
เรียน คุณพนิจ เชื้อเพ็งสิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงการการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวเจตจิรัฐิตรี ไร่รัตยาทร รหัสประจำตัว ๖๓๐๙๑๑๖๖ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนา
กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์
ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด 19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ " เพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทร์คุณ
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่า
ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไข
เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามย์ นาอุตม์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๐๗
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๐๖
๒. นางสาวเจตจิรัฐิตรี ไร่รัตยาทร
โทร. ๐๘-๐๙๙๕-๕๖๑๔

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
4. แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
5. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์
6. แบบวัดแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบด้วยการสร้างความรู้ หรือสรุปผล หรือสร้างคำอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ร่วมกับการนำห้องทดลองเสมือนจริงมาใช้เป็นสื่อการสอนหลักในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน โดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบใช้แนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นการแนะนำบทเรียนหรือประเด็นที่สนใจ กิจกรรมการเรียนการสอนควรอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการปรับขยายความคิด โดยผู้เรียนได้ได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง และมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ผู้เรียนต้องมึบทบาทในการสำรวจเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์ในจากความรู้ที่เก็บรวบรวมได้ในขั้นสำรวจตามความเข้าใจของตนเอง โดยผู้สอนเสนอแนะแนวทางแก่ผู้เรียนจนสร้างคำอธิบายตามความเข้าใจหรือกรอบแนวคิดของตน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion) เป็นขั้นที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้เรียนรู้ เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นการทดสอบความรู้ ความเข้าใจตามมาตรฐานการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้
สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19

ขั้นตอน	รายละเอียด
	การจัดการเรียนการสอนอยู่ภายใต้ 6 มาตรการหลัก (DMHT-RC) รองรับภาระबाटระลอกใหม่ของ โรคโควิด-19 ในสถานศึกษา ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet ร่วมกับเว็บไซต์ https://phet.colorado.edu/ (ห้องทดลองเสมือน)
1. ขั้นสร้างความ สนใจ (Engagement)	1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจร่วมกับวิธีต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง เกม นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามหรือประเด็นตามความสนใจ 3. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดคำถามหรือประเด็นที่ใช้ในการศึกษา
2. ขั้นสำรวจและ ค้นหา (Exploration)	1. นักเรียนร่วมกันวางแผนโดยใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ นำห้องทดลองเสมือนมาใช้ใน เรื่อง : 2. นักเรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบประเด็นคำถาม 1. แร้งไฟฟ้าและประจุ ไฟฟ้า 3. นักเรียนตั้งสมมติฐาน 2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบ อนุกรม 4. นักเรียนออกแบบและเลือกแนวทางในการลงมือปฏิบัติด้วย 2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบ อนุกรม 4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบ อนุกรมและแบบขนาน ตนเอง 5. นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการทำทดลอง ด้วยห้องทดลองเสมือนจริง ร่วมกับการศึกษาหาข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม
3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)	1. นักเรียนร่วมกันนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล และสรุปผล โดยอ้างอิงหลักฐาน ประกอบกับให้เหตุผลอย่างเหมาะสม 2. นักเรียนนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง วาดรูป สร้าง ตาราง ฯลฯ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่ได้กับประสบการณ์เดิม หรือเชื่อมโยงโน้ตศน์ที่ สร้างขึ้นกับประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ทำการทดลองด้วยห้องทดลองเสมือนจริง ฯลฯ 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายโดยอ้างอิงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม ผ่าน แพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)	1. ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยวิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การตอบคำถาม ปากเปล่า การทำแบบทดสอบ การวาดภาพ การสร้างแบบจำลอง ฯลฯ ผ่านแพลตฟอร์มประชุม ออนไลน์ google meet 2. ครูประเมินการเรียนรู้ในด้านกระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียน ผ่านแพลตฟอร์มประชุม ออนไลน์ google meet 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและเพื่อน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 4. ครูให้ผลสะท้อนกลับแก่นักเรียนหลังการประเมิน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet

ตาราง 17 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้มน้าทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผน รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง

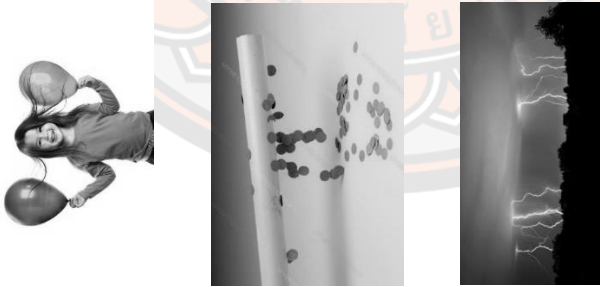
แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า (3 ชั่วโมง)	<p>ชั่วโมงที่ 1</p> <p>ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ</p> <p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันทำกิจกรรม เรื่อง แรงไฟฟ้า โดยให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์ ได้แก่ ฝ้ายและไม้บรรทัด และเศษกระดาษ จากนั้นให้นักเรียนใช้ฝ้ายถูกับไม้บรรทัด พลาสติกคนละ 50-70 ครั้ง และนำมาไม่บรรทัดพลาสติกที่ถูการขูดแล้วไปไว้ใกล้กับเศษกระดาษชิ้นเล็ก ๆ หรือเส้นผมของตนเอง และสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น</p> <p>2. ครูถามคำถามว่า</p> <p>2.1 “หลังจากถูไม้บรรทัดพลาสติกด้วยฝ้าย</p>	<p>1.อธิบายการเกิดแรงไฟฟ้าได้</p> <p>2.สังเกตและอธิบายผลของแรงไฟฟ้าได้</p> <p>3.ยกตัวอย่างการเกิดแรงไฟฟ้าในชีวิตประจำวันได้</p>	<p>กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ชั้น (สสวท., 2561)</p>	<p>1.ไม้บรรทัดพลาสติก</p> <p>2.ฝ้ายสะอาด</p> <p>3.กระดาษ</p> <p>4.ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง บอลลูนและไฟฟ้าสถิต</p> <p>https://phet.colorado.edu/th/ai-mulations/balloons-and-static-electricity</p> <p>5.แบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง บอลลูนและไฟฟ้าสถิต</p>	<p>1. ใบกิจกรรม เรื่อง แรงไฟฟ้า และประจุไฟฟ้า ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75</p> <p>2. แบบบันทึกกิจกรรม</p> <p>ปฏิบัติการ เรื่อง บอลลูนและไฟฟ้าสถิต ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75</p> <p>3. แบบบันทึกกิจกรรม</p> <p>กิจกรรม</p>

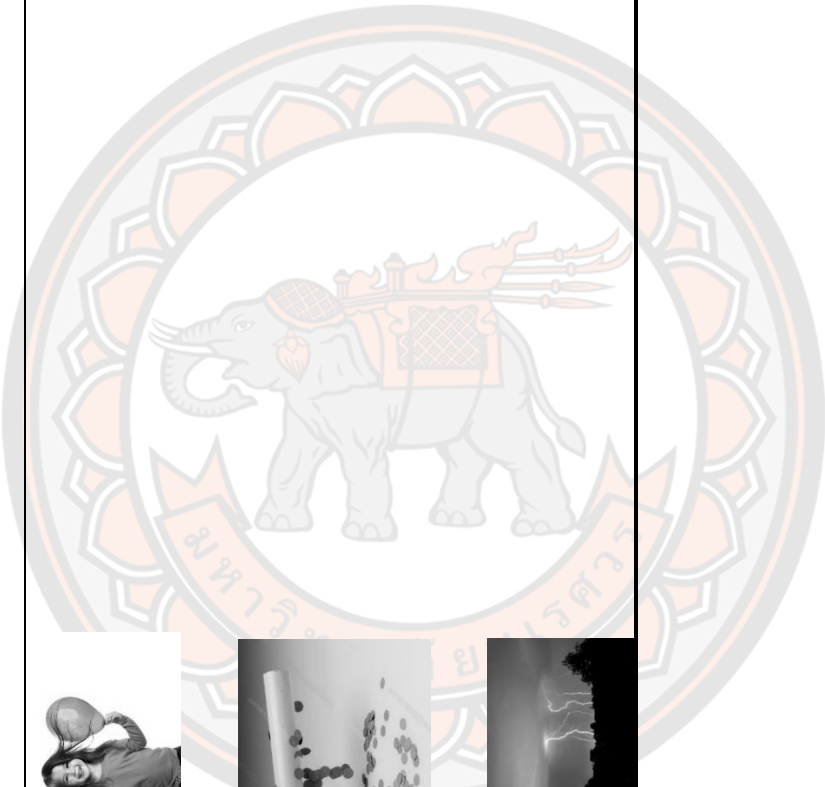
แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	<p>แล้ว ไม่บรรทัดพลาดสติเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร”</p> <p>2.2 “นักเรียนคิดว่า การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นเพราะอะไร”</p> <p>2.3 “ปรากฏการณ์ (เศษกระดาษหรือเส้นผม) มีการขยับเหมือนไม่บรรทัดที่ถูกไฟฟ้าหลายครั้งเข้าไปใกล้) นี้เกิดขึ้น เกิดขึ้นได้อย่างไร”</p> <p><u>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ</u></p> <p>1. นักเรียนปฏิบัติการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง บอลลูนและไฟฟ้าสถิต ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>2. นักเรียนตรวจสอบสมมติฐานของตนเอง เปรียบเทียบกับผลการทดลองด้วยด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง บอลลูนและไฟฟ้าสถิต ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผล</p>				<p>การวัดและประเมินผล</p> <p>ปฏิบัติการ เรื่อง</p> <p>John</p> <p>Travoltage ผ่าน</p> <p>เกณฑ์ร้อยละ 75</p>

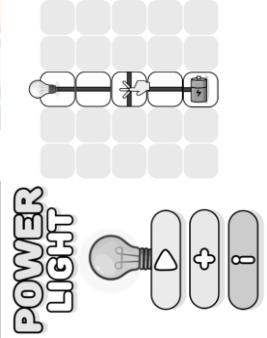
แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	<p>3. ครูและนักเรียนสรุปการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง บอลลูนและไฟฟ้าสถิต</p> <p><u>ชั่วโมงที่ 2</u></p> <p><u>ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูสาธิตการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง บอลลูนและไฟฟ้าสถิต 2. ครูถามคำถามว่า <ol style="list-style-type: none"> 2.1 ก่อนการทดลอง ประจุไฟฟ้าภายในลูกโป่ง เสื่อนขนสัตว์ และผนัง มีลักษณะเป็นอย่างไร 2.2 หลังการทดลอง เมื่อนำลูกโป่งสัมผัสกับเสื่อนขนสัตว์หลายครั้ง ประจุไฟฟ้าในลูกโป่งและเสื่อนขนสัตว์เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร 2.3 หลังการทดลอง เมื่อนำลูกโป่งที่เคยสัมผัสกับเสื่อนขนสัตว์หลายครั้ง เข้าไปใกล้ ๆ 			<ol style="list-style-type: none"> 1. แบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง บอลลูนและไฟฟ้าสถิต 2. ใบกิจกรรม เรื่อง แรงไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า 	

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
<p>กับสื่อชนสัตว์ เปิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร</p> <p>2.4 หลังการทดลอง เมื่อนำลูกโป่งที่เคยสัมผัสกับสื่อชนสัตว์หลายครั้ง เข้าไปใกล้ ๆ กับผนัง เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร</p> <p>3. นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้</p> <p>3.1 แรงไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร</p> <p>3.2 ประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด อะไรบ้าง</p> <p>3.3 การเปลี่ยนแปลงจากประจุไฟฟ้า เมื่อ -นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าบวก กับ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบ เข้ามาใกล้กัน</p> <p>-นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบ กับ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบ เข้ามาใกล้กัน</p> <p>-นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าบวก กับ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบ เข้ามาใกล้กัน</p>	<p>2.4 หลังการทดลอง เมื่อนำลูกโป่งที่เคยสัมผัสกับสื่อชนสัตว์หลายครั้ง เข้าไปใกล้ ๆ กับผนัง เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร</p> <p>3. นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้</p> <p>3.1 แรงไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร</p> <p>3.2 ประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด อะไรบ้าง</p> <p>3.3 การเปลี่ยนแปลงจากประจุไฟฟ้า เมื่อ -นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าบวก กับ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบ เข้ามาใกล้กัน</p> <p>-นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบ กับ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบ เข้ามาใกล้กัน</p> <p>-นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าบวก กับ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบ เข้ามาใกล้กัน</p>	<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>วิธีสอน</p>	<p>สื่อที่ใช้</p>	<p>การวัดและประเมินผล</p>
<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p>ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้</p>	<p>1. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วย</p>			<p>1. ห้องปฏิบัติการ เสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง John</p>	

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	<p>ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง John Travoltage ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>2. นักเรียนตรวจสอบสมมติฐานของตนเอง เปรียบเทียบกับผลการทดลองด้วยตัว ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง John Travoltage ว่าเหมือนหรือ แตกต่างกันอย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผล</p> <p>3. ครูและนักเรียนสรุปการทดลองด้วย ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง John Travoltage</p> <p>4. นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นลักษณะเดียวกันนี้ <u>ขั้นที่ 5 ประเมินผล</u></p>			<p>Travoltage</p> <p>https://phet.colorado.edu/th/simulations/john-travoltage</p> <p>2. แบบบันทึกกิจกรรม ปฏิบัติการ เรื่อง John Travoltage</p> <p>3. ใบกิจกรรม เรื่อง John Travoltage</p>	
					<p>1. นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์เกิดไฟฟ้าสถิตจากภาพ</p>

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
					



แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและ ประเมินผล
แผน	<p>ภายในระยะเวลา 5 นาที โดยกลุ่มใด สามารถผ่านด่านได้จำนวนมากที่สุดเป็นผู้ ชนะ</p> 	<p>3. นักเรียนตอบคำถามหลังกิจกรรมเกม Power Light Game</p> <p>3.1 จากเกม Power Light Game หลอดไฟสว่างได้อย่างไร (กระแสไฟฟ้าไหลจากแบตเตอรี่ไปยังหลอดไฟ)</p> <p>3.2 จากเกม Power Light Game หากต้องการให้หลอดไฟสว่าง จำเป็นต้องมีปัจจัยอะไรบ้าง (หลอดไฟ สายไฟ และแบตเตอรี่)</p>			<p>เรื่อง สัณฐิติศาสตร์ ทางไฟฟ้า ผ่าน เกมร้อยละ 75</p>

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	<p>3.3 จากเกม Power Light Game เพราะเหตุใดหลอดไฟถึงไม่สว่างเมื่อสายไฟไม่เชื่อมต่อกัน (กระแสไฟฟ้าไม่สามารถเดินทางจากแบตเตอรี่ไปยังหลอดไฟฟ้าได้)</p> <p>4. ครูอธิบายเรื่องความหมายของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ส่วนประกอบและหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย</p>			<p>1. ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)</p> <p>เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง</p> <p>https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-</p>	
	<p>ชั่วโมงที่ 2</p> <p>ชั้นที่ 2 ชั้นสำรวจ</p> <p>1. นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>2. ให้นักเรียนจับคู่และแสดงภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากการศึกษาของตนเองให้ดูเพื่ออภิปรายเปรียบเทียบกับผลการทดลองด้วย</p>				


แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
แผน	<p>ด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผล</p> <p>3. จากห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง ของนักเรียน ให้นักเรียนกดสัญลักษณ์และวาดภาพสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าลงในแบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง (กิจกรรมที่ 2)</p>	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	<p>dc_th.html</p> <p>2. แบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง</p> <p>3. ใบกิจกรรม เรื่อง สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า</p>	การวัดและประเมินผล
	<p>4. นักเรียนบันทึกแผนภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายของตนเองจากห้องปฏิบัติการเสมือน</p>				




แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
<p>วงจรไฟฟ้า: ภาระแสดง และอภิปรายเปรียบเทียบกับผลที่ได้กับคู่ของตนเอง</p> <p><u>ชั่วโมงที่ 3</u></p> <p><u>ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย</u></p> <p>1. ครูถามคำถามนักเรียนหลังกิจกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: ภาระแสดง</p> <p>1.1 เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ถูกต้องหลอดไฟสว่างได้อย่างไร</p> <p>1.2 วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยส่วนประกอบอะไรบ้าง แต่ละส่วนประกอบมีหน้าที่อย่างไร</p> <p>1.3 หากเปลี่ยนจากหลอดไฟฟ้าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น เช่น หม้อหุงข้าว จะถือว่าวงจรไฟฟ้านี้เป็นวงจรไฟฟ้าอย่างไร</p>	<p>1. ท้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)</p> <p>เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า:</p> <p>ภาระแสดง</p> <p>https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html</p>	<p>1. ท้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)</p> <p>เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า:</p> <p>ภาระแสดง</p> <p>https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html</p>	<p>1. ใบกิจกรรมเรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบเปิดและวงจรไฟฟ้าแบบปิด</p>	<p>การวัดและประเมินผล</p>	

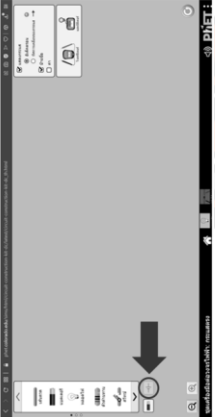
แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	<p>หรือไม่ เพราะเหตุใด</p> <p>1.4 การเปรียบเทียบลักษณะคือว่าเป็น วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายหรือไม่ เพราะเหตุใด <u>ขั้นที่ 4</u> <u>ขั้นขยายความรู้</u></p> <p>2. ครูอธิบายหน้าที่ของสวิตช์ และแสดง ภาพสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของสวิตช์ และ ภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายที่มีสวิตช์เป็นส่วนประกอบ</p> <p>3. นักเรียนวาดภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายโดยใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า โดยกำหนดให้วาด ภาพจากเงื่อนไขที่กำหนด</p> <p>3.1 (ภาพที่ 1) วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้า จำนวน 1 เซลล์, สายไฟ ,หลอดไฟฟ้า จำนวน 1 หลอด และ สวิตช์ เป็นวงจรไฟฟ้าแบบเปิด</p> <p>3.2 (ภาพที่ 2) วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้า จำนวน 1 เซลล์,</p>				

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและ ประเมินผล
	<p>สายไฟ, หลอดไฟฟ้า จำนวน 1 หลอด และ สวิตช์ เป็นวงจรไฟฟ้าแบบปิด ชั้นที่ 5 ชั้นประเมินผล</p>	<p>4. นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างวงจรไฟฟ้าแบบเปิดและวงจรไฟฟ้า แบบปิด</p>			


แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (4 ชั่วโมง)	<p>ชั่วโมงที่ 1</p> <p>ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ</p> <p>1. ครูแสดงภาพถ่านไฟฉาย (เซลล์ไฟฟ้า) และถามคำถามนักเรียนว่า “อุปกรณ์ไฟฟ้าชิ้นนี้พบในเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดบ้าง”</p>  <p>2. ครูให้นักเรียนคิดว่า “นักเรียนคิดว่า อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดนี้มีหน้าที่อย่างไรในวงจรไฟฟ้า”</p> <p>3. ครูให้นักเรียนวาดภาพถ่านไฟฉาย (เซลล์ไฟฟ้า) จำนวน 2 เซลล์เรียงต่อกันว่า สามารถเรียงต่อกันได้อย่างไรบ้าง และถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่า การต่อ</p>	<p>1. อธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้</p> <p>2. ออกแบบและทดลองวิธีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมจากโจทย์ที่ครูกำหนดได้</p> <p>3. เขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าที่มีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้</p> <p>4. บอกประโยชน์ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมในชีวิตประจำวันได้</p>	<p>กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ชั้น (สสวท., 2561)</p>	<p>1. ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง</p> <p>https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html</p> <p>2. แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม</p>	การวัดและประเมินผล


แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
<p>แผ่นไฟฉาย(เซลล์ไฟฟ้า) จำนวน 2 เซลล์</p> <p>แบบใดจึงจะทำให้หลอดไฟสว่างขึ้นได้ เมื่อ นำเซลล์ไฟฟ้าทั้งสามเซลล์ที่ต่อกันแล้วไปต่อกับวงจรไฟฟ้า</p>	 <p>4. นักเรียนต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)</p> <p>เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง และบันทึกผลการทำกิจกรรม</p>				
<p>ชั่วโมงที่ 2</p> <p>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ</p> <p>1. ครูถามคำถามนักเรียนว่า “ การเพิ่มหรือลดจำนวนถ่านไฟฉาย (เซลล์ไฟฟ้า) ในวงจรไฟฟ้า ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรกับหลอดไฟ”</p>				<p>1.ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)</p> <p>เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง</p>	

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
<p>2. นักเรียนต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยกำหนดให้นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าจำนวน 1-4 เซลล์ โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>3. นักเรียนจับคู่และอภิปรายเปรียบเทียบเกี่ยวกับผลการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง เปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและสรุปผลการทดลอง</p>	<p>2. นักเรียนต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยกำหนดให้นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าจำนวน 1-4 เซลล์ โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>3. นักเรียนจับคู่และอภิปรายเปรียบเทียบเกี่ยวกับผลการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง เปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและสรุปผลการทดลอง</p>	<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>วิธีสอน</p>	<p>สื่อที่ใช้</p> <p>https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html</p> <p>2. แบบบันทึก กิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง การ เปรียบเทียบการ ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบ อนุกรม</p>	<p>การวัดและประเมินผล</p>
<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p>ชั้นที่ 3 ชั้นอธิบาย</p> <p>1. นักเรียนวาดแผนภาพวงจรไฟฟ้าที่ใช้การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมของตนเองจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)</p>	<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p>ชั้นที่ 3 ชั้นอธิบาย</p> <p>1. นักเรียนวาดแผนภาพวงจรไฟฟ้าที่ใช้การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมของตนเองจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)</p>	<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>วิธีสอน</p>	<p>สื่อที่ใช้</p> <p>1. แบบบันทึก กิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง การ เปรียบเทียบการ ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบ</p>	<p>การวัดและประเมินผล</p>

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	<p>เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง ด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าลงในแบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง การเปรียบเทียบการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม</p>			<p>2. นักเรียนอธิบายหลักการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จากข้อสรุปที่ได้จากกิจกรรมการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยกำหนดให้นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าจำนวน 1-4 เซลล์ โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่องชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง</p>	<p>อนุกรม</p> <p>ขั้นที่ 4 <u>ขั้นขยายความรู้</u></p>

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	<p>3. นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานและประโยชน์ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมในชีวิตประจำวัน</p>				
	<p>ชั่วโมงที่ 4 <u>ขั้นที่ 5 ชั้นประเมินผล</u> 1. นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม 2 โดยให้จับคู่ภาพวงจรไฟฟ้ากับแผนภาพสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าที่มีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ</p>			1. ใบกิจกรรม เรื่อง เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม2	

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (4 ชั่วโมง)	<p>ชั่วโมงที่ 1</p> <p>ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ</p> <p>1. ครูแสดงภาพถ่ายไฟฉาย (เซลล์ไฟฟ้า) และถามคำถามนักเรียนว่า “อุปกรณ์ไฟฟ้าชิ้นนี้พบในเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดบ้าง”</p>  <p>2. ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดนี้มีหน้าที่อย่างไรในวงจรไฟฟ้า”</p> <p>3. ครูให้นักเรียนวาดภาพถ่านไฟฉาย (เซลล์ไฟฟ้า) จำนวน 2 เซลล์เรียงต่อกันว่าสามารถเรียงต่อกันได้อย่างไรบ้าง และถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่า การต่อ</p>	<p>1. อธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้</p> <p>2. ออกแบบและทดลองวิธีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมจากโจทย์ที่ครูกำหนดได้</p> <p>3. เขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าที่มีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้</p> <p>4. บอกประโยชน์ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมใน ชีวิตประจำวันได้</p>	<p>กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ชั้น (สวท., 2561)</p>	<p>1. ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRTUAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า:</p> <p>กระแสตรง</p> <p>https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html</p> <p>2. แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม</p>	การวัดและประเมินผล

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	<p>ถ่านไฟฉาย(เซลล์ไฟฟ้า) จำนวน 2 เซลล์</p> <p>แบบใดจึงจะทำให้หลอดไฟสว่างขึ้นได้ เมื่อ นำเซลล์ไฟฟ้าทั้งสามเซลล์ที่ต่อกันแล้วไปต่อกับวงจรไฟฟ้า</p> 	<p>4. นักเรียนต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง และบันทึกผลการทำกิจกรรม</p>			
	<p>ชั่วโมงที่ 2</p> <p>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ</p> <p>1. ครูถามคำถามนักเรียนว่า “การเพิ่มหรือลดจำนวนถ่านไฟฉาย (เซลล์ไฟฟ้า) ในวงจรไฟฟ้า ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรกับหลอดไฟ”</p>			<p>1.ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)</p> <p>เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง</p>	

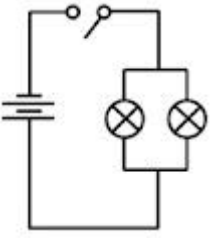
แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
<p>2. นักเรียนต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยกำหนดให้นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าจำนวน 1-4 เซลล์ โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>3. นักเรียนจับคู่และอภิปรายเปรียบเทียบกับผลการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง เปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและสรุปผลการทดลอง</p>	<p>2. นักเรียนต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยกำหนดให้นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าจำนวน 1-4 เซลล์ โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>3. นักเรียนจับคู่และอภิปรายเปรียบเทียบกับผลการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง เปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและสรุปผลการทดลอง</p>	<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>วิธีสอน</p>	<p>สื่อที่ใช้</p>	<p>การวัดและประเมินผล</p>
<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p>ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย</p> <p>1. นักเรียนวาดแผนภาพวงจรไฟฟ้าที่ใช้การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมของตนเองจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)</p>	<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p>ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย</p> <p>1. นักเรียนวาดแผนภาพวงจรไฟฟ้าที่ใช้การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมของตนเองจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)</p>	<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>วิธีสอน</p>	<p>สื่อที่ใช้</p>	<p>การวัดและประเมินผล</p>

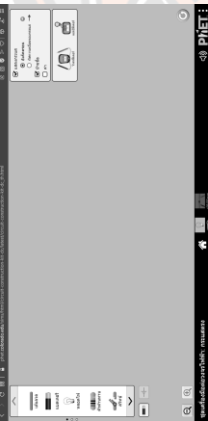
แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	<p>เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง ด้วยสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าลงในแบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง การเปรียบเทียบการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม</p>	<p>2. นักเรียนอธิบายหลักการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จากข้อสรุปที่ได้จากกิจกรรมการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยกำหนดให้นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าจำนวน 1-4 เซลล์ โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRTUAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง</p>	<p>อนุกรม</p>	<p>อนุกรม</p>	<p>การวัดและประเมินผล</p>

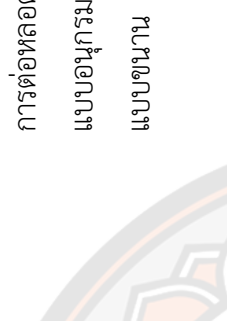




แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	<p>3. นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานและประโยชน์ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมในชีวิตประจำวัน</p>				
	<p><u>ชั่วโมงที่ 4</u> <u>ขั้นที่ 5 ชั้นประเมินผล</u></p> <p>1. นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม2 โดยให้จับคู่ภาพวงจรไฟฟ้ากับแผนภาพสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าที่มีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ</p>			<p>1. ใบกิจกรรม เรื่อง เรื่อง การต่อ เซลล์ไฟฟ้าแบบ อนุกรม 2</p>	


แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การจัดและประเมินผล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน (4 ชั่วโมง)	<p>ชั่วโมงที่ 1</p> <p>ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ</p> <p>1. ครูแสดงภาพวงจรไฟฟ้า จำนวน 2 ภาพ และถามนักเรียนว่า</p> <p>1.1 วงจรไฟฟ้าทั้งสองภาพประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าอะไรบ้าง</p> <p>1.2 วงจรไฟฟ้าทั้งสองภาพมีอุปกรณ์ไฟฟ้าใดที่เหมือนกัน</p> <p>1.3 วงจรไฟฟ้าทั้งสองภาพมีอุปกรณ์ไฟฟ้าใดที่แตกต่างกัน</p> <p>1.4 นักเรียนคิดว่าเมื่อเปิดสวิตช์ให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจร วงจรไฟฟ้าในภาพที่ 1 และวงจรไฟฟ้าในภาพที่ 2 จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร</p>	<p>1. อธิบายลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้</p> <p>2. ออกแบบและทดลองการต่อหลอดไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้</p> <p>3. เขียนแผนภาพการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานได้</p> <p>4. บอกประโยชน์ชนและข้อจำกัดของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้</p>	<p>กิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>แบบสืบสอบ 5 ชั้น (สสวท., 2561)</p>	<p>1. ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง</p> <p>https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html</p> <p>2. ใบกิจกรรม เรื่อง การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน</p>	<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน (4 ชั่วโมง)</p>

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	 <p data-bbox="699 1653 737 1751">ภาพที่ 1</p>	<p data-bbox="421 994 564 1240">5. จำแนกวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้</p>	<p data-bbox="1043 1653 1082 1751">ภาพที่ 2</p> <p data-bbox="1107 1308 1305 1751">2. นักเรียนทดลองวงจรไฟฟ้าตามภาพที่แสดงทั้งสองภาพ โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง</p>		

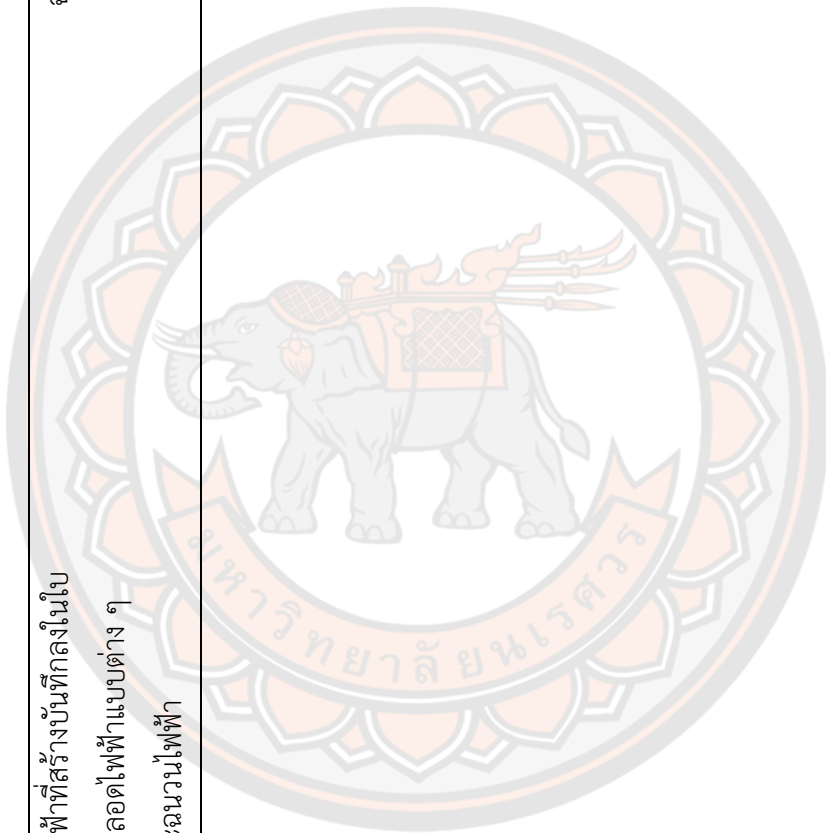
แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การจัดและประเมินผล
<p>ชั่วโมงที่ 2</p> <p><u>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูถามคำถามนักเรียนว่า การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานมีความแตกต่างกันอย่างไร 2. นักเรียนสร้างแบบจำลองการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานและแบบอนุกรม โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html 3. นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการทำกิจกรรม 		<ol style="list-style-type: none"> 1. ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html 	<ol style="list-style-type: none"> 2. แบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง ลักษณะของ 		

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
แผน		<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p><u>ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย</u></p> <p>1. นักเรียนเปรียบเทียบลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน ซึ่งสรุปจากการทำกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง ลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน (ประโยชน์และข้อจำกัด)</p>	<p>การต่อหลอดไฟฟ้า</p> <p>แบบอนุกรมและแบบขนาน</p>	<p>1. ใบกิจกรรม เรื่อง ตั๋วไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า</p>	<p>การวัดและประเมินผล</p>
แผน	<p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p><u>ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้</u></p> <p>2. ครูแสดงภาพอุปกรณ์ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน และถามนักเรียนว่า</p> <p>2.1 เพราะเหตุใดไฟฟ้าจึงไม่เข้าสู่ร่างกาย</p>	<p>การต่อหลอดไฟฟ้า</p> <p>แบบอนุกรมและแบบขนาน</p>	<p>1. ใบกิจกรรม เรื่อง ตั๋วไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า</p>	<p>การวัดและประเมินผล</p>	<p>การวัดและประเมินผล</p>

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
	<p>เมื่อเราใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้</p> <p>2.2 นักเรียนคิดว่าวัสดุใดบ้างที่ป้องกันไม่ไห้ไฟฟ้าไหลเข้าสู่ร่างกายของเรา</p> <p>3. นักเรียนคิดว่าวัสดุใดบ้างที่สามารถกัไฟฟ้าให้ไหลเข้าสู่ร่างกายของเราได้</p>				
	 				

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การจัดและประเมินผล
<p>ชั่วโมงที่ 4</p> <p><u>ขั้นที่ 5</u> <u>ขั้นประเมินผล</u></p> <p>1. นักเรียนสร้างแบบจำลองการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานและแบบอนุกรม โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง จากโจทย์ที่ครูกำหนด</p> <p>1.1 ต่อหลอดไฟฟ้า จำนวน 4 หลอด แบบอนุกรม โดยมีวัตถุประสงค์เป็นต้นวนำไฟฟ้า เป็นส่วนประกอบในวงจรไฟฟ้า</p> <p>1.2 ต่อหลอดไฟฟ้า จำนวน 3 หลอด แบบขนาน โดยมีวัตถุประสงค์เป็นต้นวนำไฟฟ้า เป็นส่วนประกอบในวงจรไฟฟ้า</p>		<p>1. ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)</p> <p>เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง</p> <p>https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html</p>	<p>2. เปรียบเทียบเรื่องต่อหลอดไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ด้วยตัวนำไฟฟ้าและ</p>		

แผน	แผนรายชั่วโมง	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีสอน	สื่อที่ใช้	การจัดและ ประเมินผล
2. วาดภาพวงจรไฟฟ้าที่สร้างขึ้นที่กลองในใบ กิจกรรม เรื่อง ต่อหลอดไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ด้วยตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า				ฉนวนไฟฟ้า	



2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด 19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้ทำการวิจัยจะได้นำผลการประเมินความเหมาะสมไปใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นโดยกำหนดเกณฑ์การวินิจฉัย ดังนี้

5 หมายถึง ระดับเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับเหมาะสมมาก

3 หมายถึง ระดับเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง ระดับเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง ระดับเหมาะสมน้อยที่สุด

2. กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมตามความคิดของท่านที่พิจารณาเห็นว่า เป็นข้อเลือกที่เหมาะสมหากมีข้อเสนอแนะกรุณาเขียนเพิ่มเติมลงในช่องว่างที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างยิ่งที่เสียสละเวลา ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในครั้งนี้

เจตจิรัฐิต์ โสรัตยาทร

ผู้วิจัย

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)						
1.1 กิจกรรมกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ						
1.2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามหรือประเด็นตามความสนใจ						
1.3 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกในการตั้งคำถามแก่นักเรียน						
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)						
2.1 นำสื่อห้องทดลองเสมือนมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน						
2.2 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันวางแผนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด ฯลฯ						
2.3 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามด้วยตนเอง						
2.4 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง						
2.5 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนออกแบบและเลือกแนวทางในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง						
2.6 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลายด้วยตนเอง						
2.7 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม						
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)						
3.1 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
ได้จากกิจกรรมในชั้นที่ 2 ชั้นสำรวจและค้นหา แปลผลและสรุปผลโดยอ้างอิงหลักฐานและให้ เหตุผลอย่างเหมาะสม						
3.2 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์จากข้อสรุปที่ได้ โดยอ้างอิงหลักฐาน และให้เหตุผลอย่างเหมาะสม						
3.3 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอผลการ วิเคราะห์และข้อสรุปของตนเองในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง วาดรูป สร้าง ตาราง ฯลฯ						
3.4 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวก ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม						
ชั้นที่ 4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)						
4.1 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ เดิมกับความรู้ใหม่ด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ เช่น การตั้ง คำถาม การยกตัวอย่าง นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ทำการทดลองด้วยห้องทดลองเสมือนจริง ฯลฯ						
4.2 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายโดย อ้างอิงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม						
4.3 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวก ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม						
ชั้นที่ 5 ชั้นประเมินความรู้ (Evaluation)						
5.1 ครูใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย						
5.2 ครูให้ผลสะท้อนกลับแก่นักเรียนหลังการ ประเมิน						
5.3 ครูประเมินการเรียนรู้ในด้านกระบวนการ ปฏิบัติและผลงาน						
5.4 นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....



3. คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริม มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำนำ

คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว16101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี ร่วมกับการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลอง
เสมือน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด19 สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย

1. คำชี้แจงสำหรับครู
2. รายละเอียดเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. รายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือนและ
คำแนะนำในการใช้สื่อห้องทดลองเสมือนภายในแผนการจัดการเรียนรู้
4. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย
สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน สื่อการ
เรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลอง
เสมือน วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว16101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงไฟฟ้าและ
วงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะเป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมการเรียนรู้และ
ประโยชน์สำหรับครู นักเรียนและผู้ที่เกี่ยวข้อง

เจตจิรัฐิติ์ โสร้อยยาทร

ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
คำชี้แจงสำหรับครู	1
มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	3
คำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว16101 วิทยาศาสตร์ 6	4
โครงสร้างรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว16101 วิทยาศาสตร์ 6	6
กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับห้องทดลองเสมือน	9
คำแนะนำในการใช้สื่อห้องทดลองเสมือนภายในแผนการจัดการเรียนรู้	10
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า (3 ชั่วโมง)	27
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (3 ชั่วโมง)	49
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (4 ชั่วโมง)	64
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน (4 ชั่วโมง)	77

คำชี้แจงสำหรับครู

คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว16101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นคู่มือสำหรับครูเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว16101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกตลอดการทำกิจกรรมของนักเรียน และใช้วิธีการวัดผลที่หลากหลายตามสภาพจริง โดยครูควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ครูควรศึกษาคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว16101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้เข้าใจโดยละเอียด

2. ครูควรศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อจะได้ทราบถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ วิธีการสอน และสื่อที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างราบรื่น

3. ครูควรเตรียมสื่อและตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดการเรียน ใบกิจกรรม ใบงาน แบบวัดและประเมินผลการเรียนรู้ให้เพียงพอต่อจำนวนของนักเรียน และควรมีสำรองประมาณ 2-3 ชุด เพื่อให้สะดวกในแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าหากเอกสารได้รับความเสียหาย

4. ครูควรให้นักเรียนศึกษาคำชี้แจงสำหรับนักเรียนในการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว16101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อย่างละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เข้าใจวิธีการใช้สื่อและขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างถูกต้อง

5. ครูควรแนะนำให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อย่างระมัดระวัง เช่น คอมพิวเตอร์ เมาท์ และคีย์บอร์ด เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอาจเกิดอันตรายจากไฟฟ้าช็อตได้

6. ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูควรเดินดูรอบ ๆ เพื่อคอยสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน และคอยให้คำชี้แนะและอำนวยความสะดวกเมื่อนักเรียนต้องการ

7. ครูควรตรวจสอบแบบทดสอบ ใบกิจกรรม แบบบันทึกกิจกรรม และผลงานของนักเรียน หรือให้นักเรียนตรวจคำตอบของตนเอง แล้วแจ้งให้นักเรียนทราบผลทันที เพื่อให้การเรียนรู้พัฒนาการของตนเอง และเกิดความภาคภูมิใจในความสำเร็จของตนเอง

8. ครูควรบันทึกพฤติกรรม คะแนนจากภาระงาน คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนเพื่อดูพัฒนาการของนักเรียน และหากมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ครูควรจัดซ่อมเสริมหรือจัดหาเวลาว่างเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัตินอกเวลาด้วยตนเอง



มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.6	1. อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขั้ดถู โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> • วัตถุ 1 ชนิดที่ผ่านการขั้ดถูแล้ว เมื่อนำเข้าใกล้กันอาจดึงดูดหรือผลั้กกัน แรงที่เกิดขึ้นนี้เป็นแรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นแรงไม่สัมผัส เกิดขึ้นระหว่างวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันผลั้กกัน ชนิดตรงข้ามกันดึงดูดกัน

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.6	1. ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ 2. เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	<ul style="list-style-type: none"> • วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า แหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย หรือ แบตเตอรี่ ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้า สายไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้า ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าด้วยกัน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		เครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่น
	<p>3. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม</p> <p>4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์มาเรียงกัน โดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่งเป็นการต่อแบบอนุกรม ทำให้มีพลังงานไฟฟ้าเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย
	<p>5. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน</p> <p>6. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยบอกประโยชน์ ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมเมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออกทำให้หลอดไฟฟ้าที่เหลือดับทั้งหมด ส่วนการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือก็ยังสว่างได้ การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การต่อหลอดไฟฟ้าหลายดวงในบ้านจึงต้องต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เพื่อเลือกใช้หลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งได้ตามต้องการ

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

รหัสวิชา ว 16101 วิทยาศาสตร์ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เวลาเรียน 120 ชั่วโมง

บรรยาย อธิบาย เขียนและระบุ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ ออกแบบการทดลอง ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ออกแบบและเขียนโปรแกรม ใช้อินเทอร์เน็ต รวบรวม ประเมิน นำเสนอ ข้อมูล เกี่ยวกับสารอาหารที่มีอยู่ในอาหาร ประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทต่อร่างกาย การรับประทานอาหารที่เหมาะสมกับเพศและวัยรวมถึงการคำนึงถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพ อวัยวะ และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ในระบบย่อยอาหาร การปฏิบัติตนและดูแลรักษาอวัยวะนั้น

สารผสม วิธีการที่เหมาะสมในการแยกสารผสมซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขัดถู วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ประโยชน์ข้อจำกัดและการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การเกิดเงามืดเงามัว

การเกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคาและจันทรุปราคา พัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศ และการนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ในชีวิตประจำวัน กระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร การเกิดวัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์ของหินและแร่ในชีวิตประจำวัน การเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุมและผลที่เกิดต่อสิ่งมีชีวิต ผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย ลักษณะและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ ผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย แนวทางการเฝ้าระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดขึ้นในท้องถิ่น ปรากฏการณ์เรือนกระจก และผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล บันทึก จัดกลุ่มข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถนำเสนอสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รหัสวิชา ว 16101 วิทยาศาสตร์ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เวลาเรียน 120 ชั่วโมง

ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมและแก้ไข ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5

ว 2.1 ป.6/1

ว 2.2 ป.6/1

ว 2.3 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5, ป.6/6, ป.6/7, ป.6/8

ว 3.1 ป.6/1, ป.6/2

ว 3.2 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5, ป.6/6, ป.6/7, ป.6/8, ป.6/9

ว 4.2 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4

รวม 30 ตัวชี้วัด

โครงสร้างรายวิชา

รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รหัสวิชา ว16101 วิทยาศาสตร์ 6

เวลา 120 ชั่วโมง

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
1	กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	ไม่มี	วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์	3	2
2	ร่างกายของเรา	ว 1.2 ป.6/1 ว 1.2 ป.6/2 ว 1.2 ป.6/3 ว 1.2 ป.6/4 ว 1.2 ป.6/5	สารอาหารกับการเจริญเติบโตของ ร่างกาย ระบบย่อยอาหารของร่างกาย	14	7
3	แรงไฟฟ้าและ วงจรไฟฟ้า	ว 2.2 ป.6/1 ว 2.3 ป.6/1 ว 2.3 ป.6/2 ว 2.3 ป.6/3 ว 2.3 ป.6/4 ว 2.3 ป.6/5 ว 2.3 ป.6/6	การเกิดและผลของแรงไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย แผนภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและ แบบขนาน	14	8
4	แสงและเงา	ว 2.3 ป.6/7 ว 2.3 ป.6/8	การเกิดเงามืดและเงามัว	4	2
5	การแก้ปัญหา โดยใช้เหตุผล เชิงตรรกะ	ว 4.2 ป.6/1	เหตุผลเชิงตรรกะกับการแก้ปัญหา แนวคิดในการแก้ปัญหา	8	4
6	การออกแบบ และเขียน โปรแกรมอย่าง ง่าย	ว 4.2 ป.6/2	การออกแบบโปรแกรม การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Scratch การตรวจหาข้อผิดพลาดของ โปรแกรม	12	6
สอบกลางปี (สัปดาห์ที่ 20)				2	20

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	คะแนน
7	สารรอบตัว	ว 2.2 ป.6/1	การแยกสารผสม	6	3
8	หินและซากดึก ดำบรรพ์	ว 3.2 ป.6/1 ว 3.2 ป.6/2 ว 3.2 ป.6/3	หิน ซากดึกดำบรรพ์	10	5
9	ปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติ และธรณีพิบัติ ภัย	ว 3.2 ป.6/4 ว 3.2 ป.6/5 ว 3.2 ป.6/6 ว 3.2 ป.6/7 ว 3.2 ป.6/8 ว 3.2 ป.6/9	ลมบก ลมทะเล และลมมรสุม ภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย ปรากฏการณ์เรือนกระจก	16	7
10	ดาราศาสตร์และ เทคโนโลยี อวกาศ	ว 3.1 ป.6/1 ว 3.1 ป.6/2	การเกิดอุปราคา เทคโนโลยีอวกาศ	9	4
11	การใช้งาน อินเทอร์เน็ต อย่างมี ประสิทธิภาพ	ว 4.2 ป.6/3	การค้นหาข้อมูลโดยใช้อินเทอร์เน็ต การกำหนดขอบเขตการค้นหา การประเมินความน่าเชื่อถือ	12	
12	ความปลอดภัย ในการใช้งาน เทคโนโลยี สารสนเทศ	ว 4.2 ป.6/4	การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศ การติดตั้งซอฟต์แวร์จาก อินเทอร์เน็ต	12	6
สอบปลายปี (สัปดาห์ที่ 40)				2	20
รวมทั้งตลอดปี				120	100

**ขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ภายใต้
สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19**

ขั้นตอน	รายละเอียด
	การจัดการเรียนการสอนอยู่ภายใต้ 6 มาตรการหลัก (DMHT-RC) รองรับการระบาดระลอกใหม่ของ โรคโควิด-19 ในสถานศึกษา ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet ร่วมกับเว็บไซต์ https://phet.colorado.edu/ (ห้องทดลองเสมือน)
1. ขั้นสร้าง ความสนใจ (Engagement)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจร่วมกับวิธีต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง เกม นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามหรือประเด็นตามความสนใจ 3. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดคำถามหรือประเด็นที่ใช้ในการศึกษา
2. ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration)	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนร่วมกันวางแผนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. นักเรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบประเด็นคำถาม 3. นักเรียนตั้งสมมติฐาน 4. นักเรียนออกแบบและเลือกแนวทางในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง 5. นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการทำทดลองด้วยห้องทดลองเสมือนจริง ร่วมกับการศึกษาหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเพิ่มเติม <p style="text-align: right;">นำห้องทดลองเสมือนมาใช้ ในเรื่อง : 1. แรงไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า 2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม 4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน</p>
3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนร่วมกันนำข้อมูล ข้อสังเกต ที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล และสรุปผล โดยอ้างอิงหลักฐานประกอบกับให้เหตุผลอย่างเหมาะสม 2. นักเรียนนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง วาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet
4. ขั้นขยาย ความรู้ (Elaboration)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่ได้กับประสบการณ์เดิม หรือเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นกับประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ทำการทดลองด้วยห้องทดลองเสมือนจริง ฯลฯ 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายโดยอ้างอิงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยวิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การตอบคำถาม ปากเปล่า การทำแบบทดสอบ การวาดภาพ การสร้างแบบจำลอง ฯลฯ ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 2. ครูประเมินการเรียนรู้ในด้านกระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและเพื่อน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet 4. ครูให้ผลสะท้อนกลับแก่นักเรียนหลังการประเมิน ผ่านแพลตฟอร์มประชุมออนไลน์ google meet

คำแนะนำในการใช้

สื่อห้องทดลองเสมือน จากเว็บไซต์

<https://phet.colorado.edu/th>

สื่อห้องทดลองเสมือนที่นำมาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ มาจากเว็บไซต์

<https://phet.colorado.edu/th/> ประกอบด้วย 3 เรื่อง ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับหัวข้อต่อไปนี้

ที่	สื่อห้องทดลองเสมือน	หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้
1	เรื่อง บอลลูกและไฟฟ้าสถิต	1. แรงไฟฟ้า 2. ประจุไฟฟ้า 3. ผลของแรงไฟฟ้า (แรงดูดและแรงผลัก)
2	เรื่อง John Travoltage	1. ผลของประจุไฟฟ้า (ไฟฟ้าสถิต)
3	เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสดตรง	1. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม 3. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม 4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน 5. ตัวนำไฟฟ้า 6. ฉนวนไฟฟ้า

1. เรื่อง บอลลูกนและไฟฟ้าสถิต <https://phet.colorado.edu/th/simulations/balloons-and-static-electricity>

ปุ่ม reset เมื่อกดทุกอย่างจะ
กลับสู่จุดเริ่มต้นที่ยังไม่มีการ
สร้างวงจรไฟฟ้า

ปุ่มสำหรับเลือกให้แสดงผล
ลูกโป่ง 1 ลูก หรือ ลูกโป่ง 2 ลูก

ลูกโป่งสามารถควบคุมให้
เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

แสดงภาพทุกประจุ
 ไม่แสดงภาพประจุ
 แสดงภาพความต่างประจุ

ตั้งค่าลูกโป่งใหม่

PHET

PHET

2. เรื่อง John Travoltage <https://phet.colorado.edu/th/simulations/john-travoltage>

ปุ่ม reset เมื่อกดทุกอย่างจะ
กลับสู่จุดเริ่มต้นที่ยังไม่มีการ
สร้างวงจรไฟฟ้า

บริเวณที่สามารถกดควบคุมให้
เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ

John Travoltage

PHET

3. เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: ภาระแสดงร https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html

phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html

แสดงกรรแสด

ธิ์เล็ดดรอน

ทัศการเล็องกรรแสด

ปายชื่อ

คว

โงกทัชทัค

แอมมิเตอร์

ปุ่ม reset เมื่อกดทุกอย่ง
จะกลับสู่จุดเริ่มต้นที่ยังไม่มี
การสร้างวงจรไฟฟ้า

พื้นที่สำหรับนำเครื่องมื่อมา
สร้างวงจรไฟฟ้า

หน้าต่างกำหนดเพิ่มเติมเกี่ยวกับกรแสดงการ
เคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและทิศทางกรไหล
ของกรรแสดไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้การสร้าง
วงจรไฟฟ้า ประกอบด้วย
แหล่งกำเนิดไฟฟ้า,
สายไฟฟ้า และอุปกรณ์
ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ

ปุ่มสำหรับแสดงมุมมองกรแสดงภาพของห้องทดลอง
เสมือน โดยภาพชลล์ไฟฟ้า แสดงภาพวงจรไฟฟ้าปกติ
และภาพสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าแสดงภาพแบบ
สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

ชุดเครื่องมือต่อ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

รายวิชา ว16101

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า

ระยะเวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวเจตจิรัฐิติ์ โสรัตยาทร

วันเวลาที่สอน

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 2.3 ป.6/1 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3 ป.6/2 เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

สาระสำคัญ

วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ต่อเข้ากันเป็นวงจรปิด ซึ่งวงจรไฟฟ้านั้นมี 2 แบบ คือ แบบอนุกรมและแบบขนาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

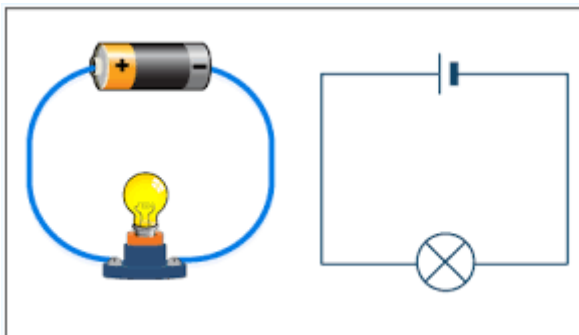
1. นักเรียนระบุส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้
2. นักเรียนบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้
3. นักเรียนอธิบายลักษณะและเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าเปิดและวงจรไฟฟ้าปิดได้
4. นักเรียนแสดงการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

เนื้อหาสาระ

วงจรไฟฟ้า เป็นเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลมาจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าผ่านตัวนำไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า แล้วไหลกลับสู่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าเดิมได้ครบวงจร



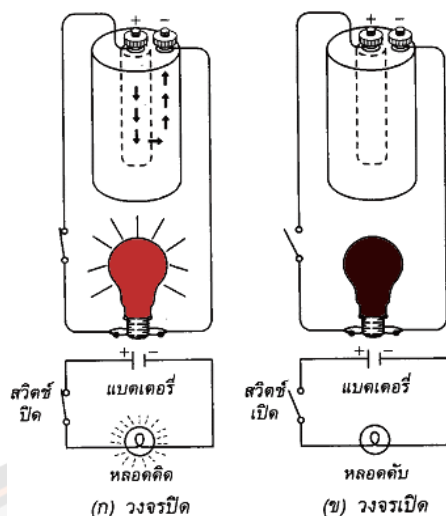
ที่มา <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/287/1/electric-current/1circuit-03.htm>

ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ ดังนี้

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังวงจรไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้า
2. สายไฟฟ้าหรือตัวนำไฟฟ้า คือ วัตถุหรือวัสดุที่เป็นสื่อกลางที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าด้วยกัน
3. อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ลักษณะของวงจรไฟฟ้า เราใช้สวิตซ์ในการควบคุมกระแสไฟฟ้า ซึ่งทำให้วงจรไฟฟ้ามี 2 แบบ คือ

1. **วงจรปิด** คือ วงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจรและทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถทำงานได้
2. **วงจรเปิด** คือ วงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลได้ไม่ครบวงจร โดยเกิดจากการปลดสายไฟเส้นใดเส้นหนึ่งออกหรือยกสวิตซ์ขึ้น และทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าไม่สามารถทำงานได้



ที่มา: <https://sites.google.com/site/pranget58/wngcr-fifa-beuxng-tn>

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (60 นาที)

1. ครูแสดงภาพอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่ โคมไฟ, พัดลม และหม้อหุงข้าว และถามคำถามนักเรียนว่า หากต้องการให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้ทำงานได้ จำเป็นต้องมีปัจจัยอะไรบ้าง (ไฟฟ้า/ สายไฟ/ ปลั๊กไฟ) (5 นาที)



2. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มโดยให้นักเรียนเล่นเกม Power Light Game <http://www.gangwell.com/game/เกมส์ต่อสายไฟให้หลอดไฟติด-power-light-game/> โดยกลุ่มใดสามารถผ่านด่านได้จำนวนมากที่สุดหรือผ่านทุกด่านก่อนเป็นผู้ชนะ (35 นาที)

3. นักเรียนตอบคำถามหลังกิจกรรมเกม Power Light Game (5 นาที)

3.1 จากเกม Power Light Game หลอดไฟฟ้าสว่างได้อย่างไร (กระแสไฟฟ้าไหลจากแบตเตอรี่ไปยังหลอดไฟฟ้า)

- 3.2 จากเกม Power Light Game หากต้องการให้หลอดไฟสว่าง จำเป็นต้องมีปัจจัยอะไรบ้าง (หลอดไฟ สายไฟ และแบตเตอรี่)
- 3.3 จากเกม Power Light Game เพราะเหตุใดหลอดไฟถึงไม่สว่างเมื่อสายไฟไม่เชื่อมต่อกัน (กระแสไฟฟ้าไม่สามารถเดินทางจากแบตเตอรี่ไปยังหลอดไฟฟ้าได้)
4. ครูอธิบายเรื่องความหมายของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ส่วนประกอบและหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (15 นาที)

สื่อการเรียนรู้

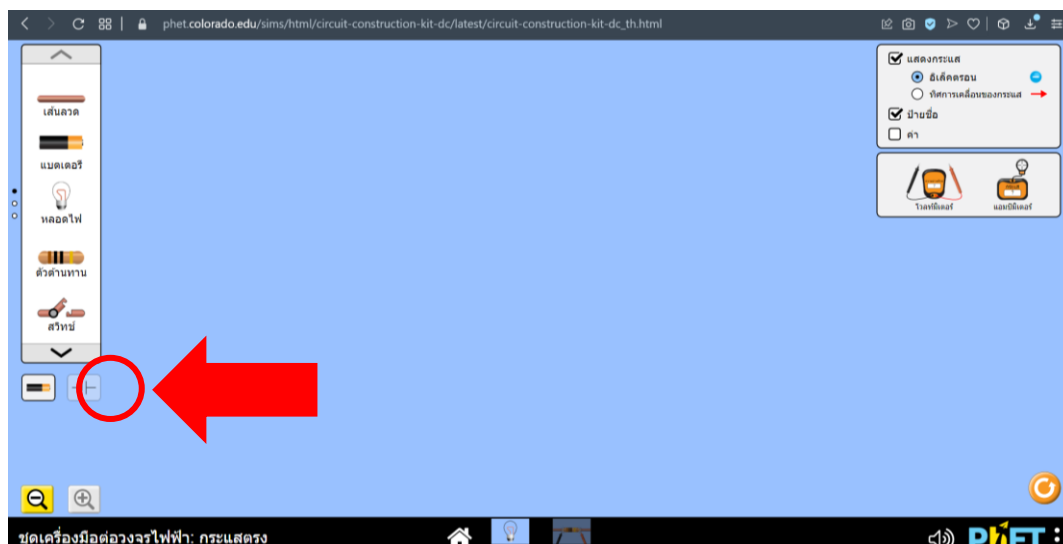
- เกม Power Light Game <http://www.gangswell.com/game/เกมส์ต่อสายไฟให้หลอดไฟติด-power-light-game/>
- แบบบันทึกกิจกรรมเกม Power Light Game

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (60 นาที)

5. นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html โดยกำหนดให้
 - ครูและนักเรียนกำหนดปัญหา
 - นักเรียนกำหนดสมมติฐานของตนเอง
 - ครูสาธิตการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง และอธิบายวิธีการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
 - นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองของตนเองด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB)
 - นักเรียนลงมือทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง และบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง
6. ให้นักเรียนจับคู่และแสดงภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากการศึกษาของตนเองให้คู่ดูเพื่ออภิปรายเปรียบเทียบกับผลการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผล

7. จากห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระจกแสดง
ของนักเรียน ให้นักเรียนกดสัญลักษณ์และวาดภาพสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าลงในแบบบันทึก
กิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระจกแสดง (กิจกรรมที่ 2)



8. นักเรียนบันทึกแผนภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายของตนเองจากห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
(VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระจกแสดง และอภิปรายเปรียบเทียบกับ
ผลที่ได้กับคู่ของตนเอง

สื่อการเรียนรู้

- 8.1 ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า:
กระจกแสดง https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html
- 8.2 แบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระจกแสดง
- 8.3 ใบกิจกรรม เรื่อง สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (10 นาที)

1. ครูถามคำถามนักเรียนหลังกิจกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง
ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระจกแสดง
 - เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ถูกต้อง หลอดไฟสว่างได้อย่างไร

- วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยส่วนประกอบอะไรบ้าง แต่ละส่วนประกอบมีหน้าที่อย่างไร
- หากเปลี่ยนจากหลอดไฟฟ้าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น เช่น หม้อหุงข้าว จะถือว่าวงจรไฟฟ้านี้เป็นวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายหรือไม่ เพราะเหตุใด
- การเสียปลั๊กพัดลมถือว่าเป็นวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายหรือไม่ เพราะเหตุใด

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (40 นาที)

2. ครูอธิบายหน้าที่ของสวิตช์ และแสดงภาพสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของสวิตช์ และภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายที่มีสวิตช์เป็นส่วนประกอบ
3. นักเรียนวาดภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายโดยใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า โดยกำหนดให้วาดภาพจากเงื่อนไขที่กำหนด
 - (ภาพที่ 1) วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้า จำนวน 1 เซลล์, สายไฟ , หลอดไฟฟ้า จำนวน 1 หลอด และสวิตช์ เป็นวงจรไฟฟ้าแบบเปิด
 - (ภาพที่ 2) วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้า จำนวน 1 เซลล์, สายไฟ , หลอดไฟฟ้า จำนวน 1 หลอด และสวิตช์ เป็นวงจรไฟฟ้าแบบปิด

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (10 นาที)

1. นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวงจรไฟฟ้าแบบเปิดและวงจรไฟฟ้าแบบปิด

สื่อการเรียนรู้

- 8.4 ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html
- 8.5 ใบกิจกรรม เรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบเปิดและวงจรไฟฟ้าแบบปิด

การวัดและการประเมินผล

สิ่งที่วัดผล	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้			
1. นักเรียนระบุส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	-ตรวจแบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง -ตรวจคำตอบจากใบ	-แบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการ ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง (กิจกรรมที่ 1) -ใบกิจกรรม เรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบเปิดและ	ร้อยละ 75 ผ่านเกณฑ์

สิ่งที่วัดผล	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้			
	กิจกรรม เรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบเปิด และวงจรไฟฟ้าแบบ ปิด	วงจรไฟฟ้าแบบปิด	
2. นักเรียนบรรยาย หน้าที่ของแต่ละ ส่วนประกอบของ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ได้	ตรวจคำตอบจากใบ กิจกรรม เรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบเปิด และวงจรไฟฟ้าแบบ ปิด	ใบกิจกรรม เรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบเปิดและ วงจรไฟฟ้าแบบปิด	ร้อยละ 75 ผ่าน เกณฑ์
3. นักเรียนอธิบาย ลักษณะและเขียน แผนภาพวงจรไฟฟ้า เปิดและวงจรไฟฟ้าปิด ได้	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบเปิด และวงจรไฟฟ้าแบบ ปิด	ใบกิจกรรม เรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบเปิดและ วงจรไฟฟ้าแบบปิด	ร้อยละ 75 ผ่าน เกณฑ์
4. นักเรียนแสดงการ ต่อวงจรไฟฟ้าอย่าง อย่างง่ายได้	-ตรวจจากผลการ ปฏิบัติกิจกรรม ห้องปฏิบัติการเสมือน จริง (VIRUTAL LAB) เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อ วงจรไฟฟ้า: กระแสตรง	แบบบันทึกกิจกรรม ปฏิบัติการ ชุดเครื่องมือต่อ วงจรไฟฟ้า: กระแสตรง	ร้อยละ 75 ผ่าน เกณฑ์

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว16101) หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า
เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
แบบบันทึกกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า: กระแสตรง



1. กำหนดปัญหา

ปัญหา คือ

.....

2. ตั้งสมมติฐาน

เมื่อ จะทำให้หลอดไฟสว่าง

3. ออกแบบผลการทดลอง (วาดภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายที่จะสร้าง)

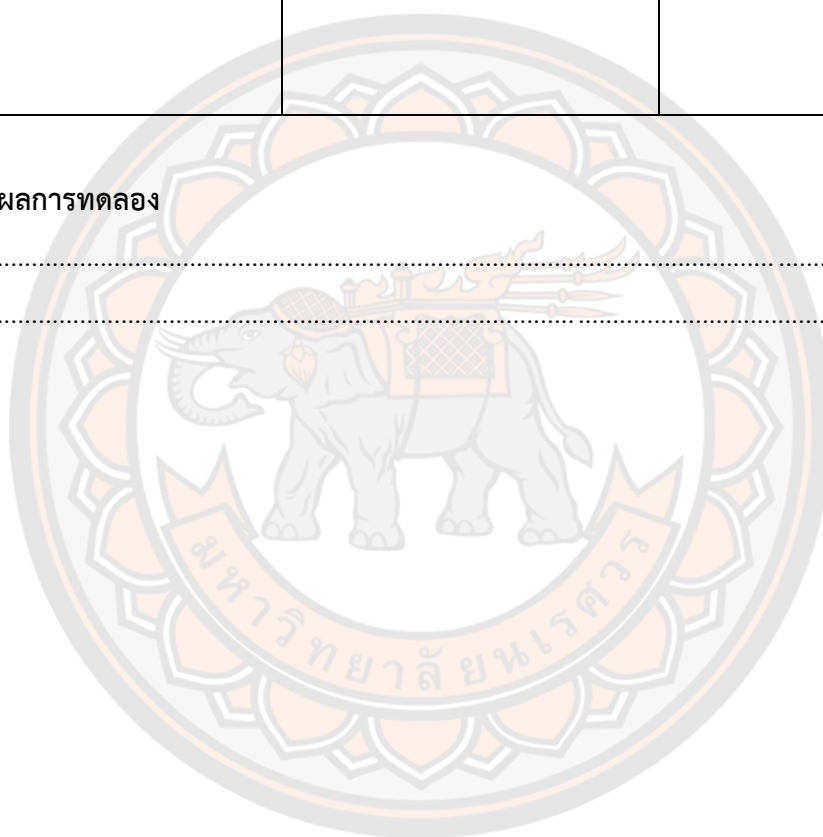
4. บันทึกผลการทดลอง

ลักษณะของวงจรไฟฟ้า (เขียนบรรยาย/วาดภาพ)	ความสว่างของหลอดไฟ	
	หลอดไฟสว่าง	หลอดไฟไม่สว่าง

5. สรุปผลการทดลอง

.....

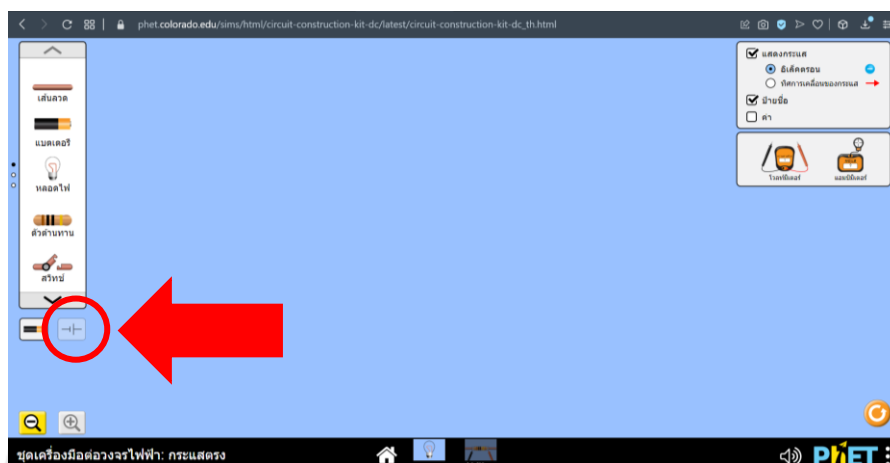
.....



เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินกิจกรรมปฏิบัติการ

ขั้นตอน	ระดับคุณภาพ		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
กำหนดปัญหา	นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาด้วยตนเอง	นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ	ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้
ตั้งสมมติฐาน	สมมติฐานเข้าใจง่าย เกี่ยวข้องกับปัญหา และแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง เหตุและผล	สมมติฐานเกี่ยวข้องกับ ปัญหา และแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง เหตุและผล	สมมติฐานแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง เหตุและผล
วางแผน/ออกแบบวิธีการทดลอง	นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองได้ด้วยตนเอง ได้อย่างน้อย 2 วิธี	นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองโดยครู เป็นผู้ชี้แนะได้อย่างน้อย 2 วิธี	นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองโดยครู เป็นผู้ชี้แนะได้อย่างน้อย 1 วิธี
เก็บรวบรวมข้อมูล	นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้ ได้ครบถ้วนด้วยตนเอง	นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้ ได้ครบถ้วน โดยมีครู เป็นผู้ชี้แนะ	นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้ ได้บางส่วน โดยมีครู เป็นผู้ชี้แนะ
บันทึกผลการทดลอง	นักเรียนบันทึกข้อมูลได้ ครบถ้วน ถูกต้องตาม ความเป็นจริง	นักเรียนบันทึกข้อมูลได้ ครบถ้วน	นักเรียนบันทึกข้อมูล โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล	นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลได้ด้วยตนเอง	นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลได้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ	นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลได้ บางส่วน โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว16101) หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า
เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
ใบกิจกรรม เรื่อง สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า



คำสั่ง วาดภาพสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อไปนี้

ชื่อ	รูปภาพอุปกรณ์ไฟฟ้า	สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า
		
		
		
		
		
		

คำสั่ง วาดภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จากกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง ชุดเครื่องมือต่อวงจรไฟฟ้า:
กระแสดตรง โดยใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า



วิชา วิทยาศาสตร์ (ว16101) หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า
เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
ใบกิจกรรม เรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบเปิดและวงจรไฟฟ้าแบบปิด

คำสั่ง ตอบคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ถูกต้อง หลอดไฟสว่างได้อย่างไร

.....

.....

2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยส่วนประกอบอะไรบ้าง แต่ละส่วนประกอบมีหน้าที่อย่างไร

.....

.....

3. หากเปลี่ยนจากหลอดไฟฟ้าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น เช่น หม้อหุงข้าว จะถือว่าวงจรไฟฟ้านี้ เป็นวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

4. การเสียบปลั๊กพัดลมถือว่าเป็นวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

5. วาดภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายโดยใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามเงื่อนไขที่กำหนด

กำหนดให้	รูปภาพวงจรไฟฟ้า
<p>(ภาพที่ 1) วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้า จำนวน 1 เซลล์, สายไฟ ,หลอดไฟฟ้า จำนวน 1 หลอด และสวิตช์ เป็น วงจรไฟฟ้าแบบเปิด</p>	
<p>(ภาพที่ 2) วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้า จำนวน 1 เซลล์, สายไฟ ,หลอดไฟฟ้า จำนวน 1 หลอด และสวิตช์ เป็น วงจรไฟฟ้าแบบปิด</p>	

4. แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้ทำการวิจัยจะได้นำผลการประเมินความเหมาะสมไปใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นโดยกำหนดเกณฑ์การวินิจฉัย ดังนี้

5 หมายถึง ระดับเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับเหมาะสมมาก

3 หมายถึง ระดับเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง ระดับเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง ระดับเหมาะสมน้อยที่สุด

2. กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมตามความคิดของท่านที่พิจารณาเห็นว่า เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมหากมีข้อเสนอแนะกรุณาเขียนเพิ่มเติมลงในช่องว่างที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างยิ่งที่เสียสละเวลา ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในครั้งนี้

เจตจิรัฐิติ์ โสร้อยยาทร

ผู้วิจัย

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
สาระสำคัญ						
1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์						
2. สาระสำคัญสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้						
จุดประสงค์การเรียนรู้						
3. จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด						
4. จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์						
5. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณธรรม จริยธรรม						
6. จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก						
สาระการเรียนรู้						
7. สาระการเรียนรู้และกิจกรรมสอดคล้องและเอื้อต่อการบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้						
8. สาระการเรียนรู้สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้						
9. กำหนดสาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา						
กิจกรรมการเรียนรู้						
10. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ (สสวท., 2561)						
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์						
12. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาเหมาะสม						
13. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน						
14. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย น่าสนใจ						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
15. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้						
สื่อ/แหล่งเรียนรู้						
16. สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้						
17. มีวิธีการใช้ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย						
18. สื่อที่ใช้ทันสมัย และน่าสนใจ						
19. สื่อที่ใช้มีความหลากหลาย						
20. สื่อที่ใช้มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ของนักเรียน						
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
21. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้						
22. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทัศนคติทาง วิทยาศาสตร์						
23. การประเมินครอบคลุมจุดประสงค์การ เรียนรู้						
24. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล สอดคล้องกับวิธีการวัด						
25. เกณฑ์การประเมินผลเหมาะสมกับนักเรียน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

5. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คำชี้แจง

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นข้อคำถาม 2 ตอน ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา มี 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุนคำตอบ โดยอ้างอิงการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากแนวทางการสร้างจาก Odum, & Kelly (2001 อ้างถึงใน สุรรัตน์ จุ้ยกระยาง, 2561) โดยผู้วิจัยได้กำหนดให้ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสได้โดยตรง แต่สามารถรับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ
2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการสังเกตแล้วเชื่อมโยงข้อมูลเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้จำแนก อธิบายลักษณะหรือคุณสมบัติ
3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุแลผล นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ

ตาราง 18 จำแนกประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า ตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน		ประเภทของมโนทัศน์	
การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์เชิงทฤษฎี	มโนทัศน์เชิงบรรยาย
ว 2.2 ป. 6/1	<p>วัตถุ 2 ชนิดที่ผ่าน การขั้วแล้ว เมื่อ นำเข้าใกล้กันอาจ ดึงดูดหรือผลักรัน แรงที่เกิดขึ้นนี้เป็น แรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นแรง ไม่สัมผัส เกิดขึ้น ระหว่างวัตถุที่มีประจุ ไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือ ประจุ ไฟฟ้าบวกและประจุ ไฟฟ้าลบ วัตถุที่มี ประจุไฟฟ้าชนิด เดียวกันผลักรัน ชนิด</p>	<p>- แรงไฟฟ้า เป็นแรงไม่สัมผัส เกิด จากวัตถุ 2 ชนิดที่ผ่านการขั้วแล้ว ส่งผลเกิดการสูญเสียประจุไฟฟ้า ให้แก่อีกฝ่าย โดยประจุไฟฟ้า สูญเสียคือประจุลบ ทำให้เมื่อนำเข้า ใกล้กันอาจดึงดูดหรือผลักรัน</p> <p>- ผลของประจุไฟฟ้า เมื่อขั้ววัตถุ ด้วยสิ่งเดียวกันหรือต่างชนิดกัน จะ เกิดประจุไฟฟ้า หากวัตถุทั้งสองมี ปริมาณประจุไฟฟ้าที่มากกว่าอีก ประจุหนึ่งเป็นประจุชนิดเดียวกัน วัตถุจะผลักรัน และหากวัตถุทั้งสอง มีปริมาณประจุไฟฟ้าที่มากกว่าอีก ประจุหนึ่งเป็นประจุไฟฟ้าต่างชนิด</p>	มโนทัศน์เชิงบรรยาย

มาตรฐาน การเรียนรู้ และตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	โมโนทัศน์เชิงทฤษฎี	ประเภทของโมโนทัศน์
ว 2.3 ป. 6/1	<p>ตรงข้ามกันดึงดูดกัน กัน วัตถุจะดึงดูดกัน</p> <p>วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย</p> <p>ประกอบไปด้วย</p> <p>แหล่งกำเนิดไฟฟ้า</p> <p>สายไฟฟ้า และ</p> <p>เครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า</p> <p>เช่น ถ่านไฟฉาย หรือแบตเตอรี่ ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้า</p> <p>เช่น ถ่านไฟฉาย หรือแบตเตอรี่</p> <p>แบตเตอรี่ ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย หรือแบตเตอรี่</p> <p>ระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้า</p> <p>สายไฟฟ้า เป็นต้นวนำไฟฟ้า ทำหน้าที่เชื่อมต่อกัน</p> <p>เพื่อต่อระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้า</p>	<p>ตรงข้ามกันดึงดูดกัน กัน วัตถุจะดึงดูดกัน</p> <p>วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย</p> <p>ประกอบไปด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า</p> <p>สายไฟฟ้า และ</p> <p>เครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า</p> <p>- แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย หรือแบตเตอรี่</p> <p>- สายไฟฟ้า ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าด้วยกัน</p> <p>- เครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่น</p> <p>- วงจรปิด คือวงจรไฟฟ้าที่</p>	<p>โมโนทัศน์เชิงบรรยาย</p> <p>โมโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์</p>

ประเภทของมโนทัศน์	
มาตรฐาน การเรียนรู้ และตัวชี้วัด	มโนทัศน์เชิงทฤษฎี สาระการเรียนรู้
	<p>มโนทัศน์เชิงบรรยาย</p> <p>มโนทัศน์เชิงปริมาณ</p>
	<p>มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์</p>
	<p>การเสไฟฟ้าไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ผ่านสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้วไหลกลับสู่ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้ครบวงจร</p> <p>- วงจรเปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร</p>
ว 2.3 ป. 6/2	<p>- การเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า ทำได้โดยใช้สัญลักษณ์แสดงส่วนประกอบของวงจร โดยเขียนตามวิธีการต่อวงจรไฟฟ้าจริง โดยแต่ละส่วนประกอบจะมีสัญลักษณ์ที่แตกต่างกัน</p>
ว 2.3 ป. 6/3	<p>- การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะต่อต่อโดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าหนึ่งต่อกับขั้วลบของ</p>

ประเภทของมโนทัศน์	
มาตรฐาน	มโนทัศน์เชิงบรรยาย
การเรียนรู้	มโนทัศน์เชิงทฤษฎี
และตัวชี้วัด	มโนทัศน์เชิงปริมาณ
<p>ว 2.3 ป. 6/4</p> <p>เซลล์หนึ่งต่อกับขั้วของอีกเซลล์หนึ่ง เป็นการต่อแบบอนุกรม ทำให้มีพลังงานไฟฟ้าเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย</p>	<p>เซลล์ไฟฟ้าหนึ่งเรียงต่อกันจึงจะทำให้ประจุไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่ไปในวงจรไฟฟ้าได้</p> <p>- การต่อเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์แบบอนุกรมจะทำให้มีแรงดันไฟฟ้าในวงจรมากกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าเซลล์เดียว</p> <p>- การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย</p>
<p>ว 2.3 ป. 6/5</p> <p>การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมเมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใด</p>	<p>- ตัวนำไฟฟ้า คือ วัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้</p> <p>- ฉนวนไฟฟ้า คือ วัสดุที่ไม่</p>

มาตรฐาน การเรียนรู้ และตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ประเภทของโมโนทัศน์	โมโนทัศน์เชิงบรรยาย	โมโนทัศน์เชิงสัมพันธ์
<p>ดวงหนึ่งออกทำให้ หลอดไฟฟ้าที่เหลือ</p> <p>ดับทั้งหมด ส่วนการ ต่อหลอดไฟฟ้าแบบ ขนาน เมื่อถอดหลอด ไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่ง ออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือก็ยังสว่างได้</p> <p>การต่อหลอดไฟฟ้า แต่ละแบบสามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การต่อหลอด ไฟฟ้าหลายดวงใน บ้านจึงต้องต่อหลอด ไฟฟ้าแบบขนาน เพื่อ เลือกใช้หลอดไฟฟ้า</p>	<p>หลอดไฟแต่ละดวงจะมีปริมาณไม่ เท่ากัน โดยหลอดไฟดวงแรกจะ ปริมาณไฟฟ้ามากกว่าหลอดไฟดวง หลัง ๆ เมื่อนำหลอดไฟดวงใดดวง หนึ่งออกจะทำให้วงจรไฟฟ้าไม่ครบ วงจร และกระแสไฟฟ้าไม่สามารถ ผ่านได้</p> <p>- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน คือ การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละดวงคร่อม กัน ทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าแยก ผ่านแต่ละเส้นทางตามสายไฟฟ้าที่ ผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละดวง เมื่อถอด หลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออกจะทำให้ ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นทาง นั้น แต่เส้นทางอื่นยังมีกระแสไฟฟ้า ไหลผ่านอยู่</p>	<p>ประเภทของโมโนทัศน์</p>	<p>โมโนทัศน์เชิงบรรยาย</p>	<p>โมโนทัศน์เชิงสัมพันธ์</p>

มาตรฐาน การเรียนรู้ และตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ประเภทของมโนทัศน์	มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์
ว 2.3 ป. 6/6	ดวงใจดวงหนึ่งได้ตาม ต้องการ	มโนทัศน์เชิงบรรยาย	มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์
<p>-การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การต่อหลอดไฟฟ้าหลายดวงใน บ้านจึงต้องต่อหลอดไฟฟ้าแบบ ขนาน เพื่อเลือกใช้หลอดไฟฟ้าดวง ใดดวงหนึ่งได้ตามต้องการ</p> <p>- ตั้วนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า นำไปใช้ในการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า ต่าง ๆ โดยตัวนำไฟฟ้าใช้ผลิตส่วน ที่ต้องการให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ในขณะที่ฉนวนไฟฟ้าใช้ทำเครื่อง ป้องกันไฟฟ้า</p>			

ขอความอนุเคราะห์ท่านพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามข้อนี้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัด


0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนี้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัด

-1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนี้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างยิ่งที่เสียสละเวลา ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
1	นักเรียนอธิบายการเกิดแรงไฟฟ้าได้	<p>สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าสถิต (มีในทัศนเชิงทฤษฎีแรงไฟฟ้า)</p> <p>ก. แสงอาทิตย์กับฟ้าผ่า</p> <p>ข. ไม่บรรทัดพลาสมาสถิตกับชนสัตว์</p> <p>ค. ไมโครโฟน</p> <p>ง. สายล่อฟ้า</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. ไฟฟ้าสถิตเป็นแรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นแรงสัมผัสที่เกิดจากการเสียดสีกันระหว่างวัตถุ</p> <p>2. ไฟฟ้าสถิตเป็นแรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นแรงไม่สัมผัสที่เกิดจากการเสียดสีกันระหว่างวัตถุ</p> <p>3. ไฟฟ้าสถิตเป็นกระแสไฟฟ้า เกิดจากการเสียดสีกันระหว่างวัตถุต่างชนิดกัน</p> <p>4. ไฟฟ้าสถิตเป็นกระแสไฟฟ้า เกิดจากการเสียดสีกันระหว่างวัตถุชนิดเดียวกัน</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
2	นักเรียนสังเกตและอธิบายผลของแรงไฟฟ้าได้	<p>จากภาพ เมื่อนำวัตถุ A และ วัตถุ B เข้าใกล้กันจะเกิดแรงใด (มีโน้ตค้นเชิงทฤษฎีผลของประจุไฟฟ้า)</p>  <p>ก. แรงแดูด ข. แรงแผลก ค. แรงแลัพท์ ง. แรงแหรัยง</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะเกิดแรงดูดกัน วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าคนละชนิดกันจะเกิดแรงดูดกัน วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะเกิดแรงผลักรัน วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าคนละชนิดกันจะเกิดแรงเหวี่ยงออก <p>จากกัน</p>				

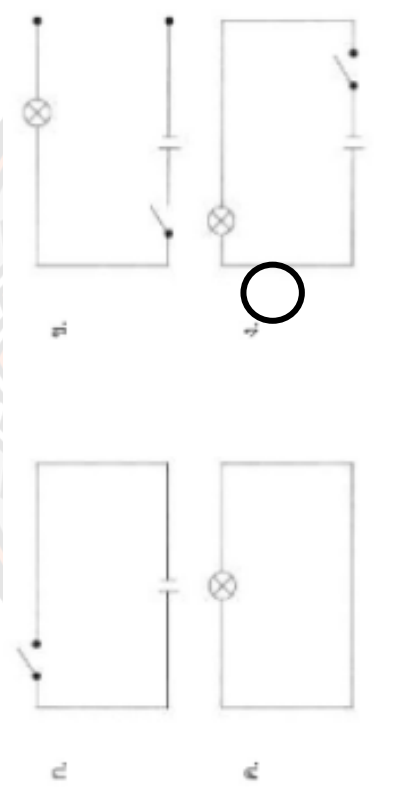
ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
3	นักเรียนสังเกตและอธิบายผลของแรงไฟฟ้าได้	<p>นำวัตถุ X และ Y มาไว้ใกล้กัน ปรากฏว่า วัตถุทั้งสองผลักรัน เพราะเหตุใด</p> <p>(มโนทัศน์เชิงทฤษฎีผลของประจุไฟฟ้า)</p> <p>ก. วัตถุ X และ Y มีประจุเดียวกัน</p> <p>ข. วัตถุ X มีประจุบวก วัตถุ Y มีประจุลบ</p> <p>ค. วัตถุ X มีประจุลบ วัตถุ Y มีประจุบวก</p> <p>ง. วัตถุ X เป็นแม่เหล็ก วัตถุ Y เป็นเหล็ก</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. วัตถุ X เป็นแม่เหล็กจึงออกแรงผลักรวัตถุ Y 2. วัตถุ X และวัตถุ Y มีประจุต่างกันจึงเกิดแรงดูดกัน 3. วัตถุ X และวัตถุ Y มีประจุต่างกันจึงเกิดแรงผลักรัน 4. วัตถุ X และวัตถุ Y มีประจุเดียวกันจึงเกิดแรงผลักรัน 				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
4	นักเรียนสังเกตและอธิบายผลของแรงไฟฟ้าได้	<p>ข้อใดแตกต่างจากพวก (มีในที่ต้นเชิงทฤษฎีผลของประจุไฟฟ้า)</p> <p>ก. ไฟฟ้าลบในบรรยากาศ</p> <p>ข. ผสมกระดูกตามหริพลาสติก</p> <p>ค. ไม่วรรที่ตพลาสติกดูดเศษกระดาษ</p> <p>ง. การเสียดสีของไม้ทำให้เกิดเปลวไฟลุกไหม้</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. แรงไฟฟ้า เกิดจากแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อวัตถุส่งผลให้เกิดแรงดูดและแรงผลักระหว่างวัตถุ แรงดูดและแรงผลักนี้มีผลทำให้ปริมาณประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบในวัตถุเปลี่ยนแปลงไป</p> <p>2. แรงไฟฟ้า เกิดจากแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งมีลักษณะเป็นแรงดูดและแรงผลักระหว่างวัตถุ แรงดูดและแรงผลักรวมกันทำให้ปริมาณประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบในวัตถุเปลี่ยนแปลงไป</p> <p>3. แรงไฟฟ้า เกิดจากการเสียดสีหรือการสูญเสียประจุไฟฟ้าของวัตถุ ส่งผลให้ปริมาณประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบในวัตถุทั้งสองแตกต่างกัน จนเกิดแรงดูดและแรงผลัก</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>ระหว่างวัตถุ และอาจเกิดการลุกไหม้ได้</p> <p>4. แรงไฟฟ้า เกิดจากวัตถุสองชนิดที่ผ่านการขูดหรือการสูญเสียประจุไฟฟ้าให้กับวัตถุอีกชนิดหนึ่งแล้วทำให้มีปริมาณประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบในวัตถุทั้งสองแตกต่างกัน จนเกิดแรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างวัตถุ</p>				

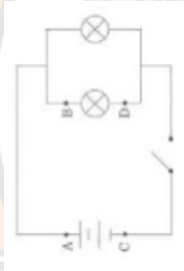
ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>ข้อสอบ</p> <p>4. วัดอุณหภูมิเดียวกันเมื่อถูกขจัดด้วยผ้าสักหลาดเหมือนกัน จึงให้การสูญเสียประจุไฟฟ้าเหมือนกัน และมีประจุ ไฟฟ้าในวัตถุชนิดเดียวกันจึงออกแรงผลักดัน</p>				



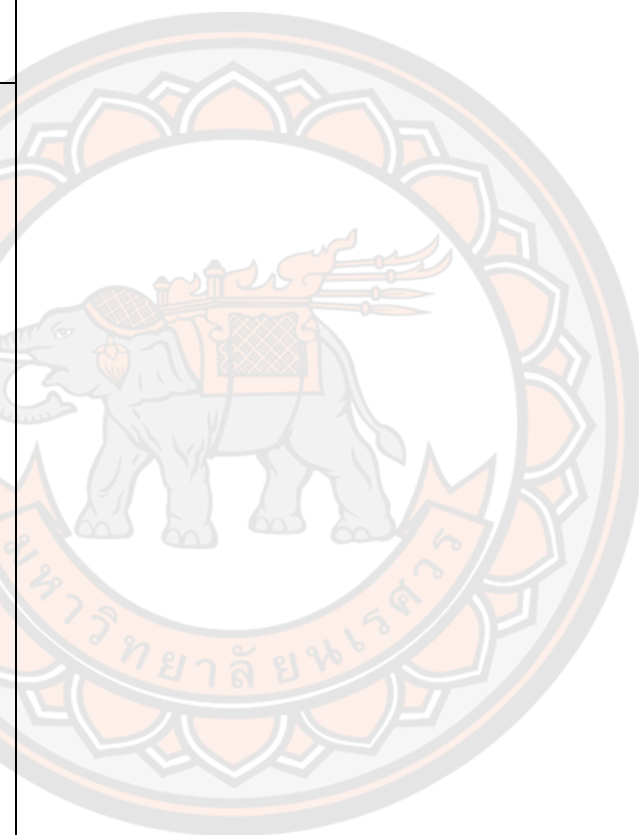
ข้อ ที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
6	นักเรียนระบุส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	<p>จากรูป ข้อใดคือวงจรไฟฟ้า (มีโน้ตที่ค้นเจ็งบรยายวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย)</p>  <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. วงจรไฟฟ้า ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ อุปกรณ์ไฟฟ้า และสวิตช์ นำมาต่อกันไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร 2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า นำมาต่อกันทำให้ไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร 3. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า อาจไม่มีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าก็ได้ ตราบใดที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร 				

ข้อ ที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>ข้อสอบ</p> <p>4. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกัน กระแสไฟฟ้า สามารถไหลไปและย้อนกลับได้</p>				



ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
7	นักเรียนบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	<p>เชื่อมต่อหลอดของแดงที่จุดใดทำให้หลอดไฟสว่าง (มีโน้ตค้นเจิงบรรยายวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย)</p>  <p>ก. จุด A กับ B ข. จุด A กับ D ค. จุด B กับ C ง. จุด C กับ D</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ค้างอยู่ในหลอดไฟ ทำให้หลอดไฟสว่างขึ้น หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ผ่านสายไฟและหลอดไฟ หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งกำเนิดแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ผ่านสายไฟและหลอดไฟ จากนั้นย้อนกลับสู่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าเป็นวงจร 				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>ข้อสอบ</p> <p>4. หลอดไฟสว่างเกิดจากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านส่วนใดส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า และไหลกลับสู่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าโดยไม่ต้องผ่านหลอดไฟ</p>				



ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
8	นักเรียนบรรยายหน้าที่ของ แต่ละส่วนประกอบของ วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	<p>จากภาพ จะต้องต่อวงจรไฟฟ้าอย่างไร หลอดไฟจึงจะสว่าง (มีโน้ตค้นเชิงบรรยายวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย)</p>  <p>ก. หมายเลข 1 และกับหมายเลข 2 ข. หมายเลข 2 และกับหมายเลข 3 ค. หมายเลข 3 และกับหมายเลข 4 ง. ไม่สามารถต่อหลอดไฟให้สว่างได้</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ค้างอยู่ในหลอดไฟ ทำให้หลอดไฟสว่างขึ้น หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ผ่านสายไฟและหลอดไฟ หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งกำเนิดแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ผ่านสายไฟและหลอดไฟ จากนั้นย้อนกลับสู่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าเป็นวงจร 				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>ข้อสอบ</p> <p>4. หลอดไฟสว่างเกิดจากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านส่วนใดส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า และไหลกลับสู่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าโดยไม่ต้องผ่านหลอดไฟ</p>				



ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
9	นักเรียนอธิบายลักษณะและเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าเปิดและวงจรไฟฟ้าปิดได้	<p>ข้อสอบ</p> <p>นกที่เกาะอยู่บนสายไฟฟ้าแรงสูงไม่ได้รับอันตรายเพราะเหตุใด (มีโน้ตค้นเชิงบรรยายวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย)</p> <p>ก. ไฟฟ้าไม่ครบวงจร</p> <p>ข. นกเป็นสัตว์เลือดอุ่น</p> <p>ค. นกมีความต้านทานสูง</p> <p>ง. สายไฟฟ้ามีฉนวนหุ้ม</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. สายไฟฟ้าแรงสูงมีฉนวนไฟฟ้าหุ้มเอาไว้ทำให้ไม่ได้สัมผัสกับสายไฟโดยตรง</p> <p>2. เท้าของนกเป็นฉนวนไฟฟ้า สามารถต้านทานกระแสไฟฟ้าสูงได้ ทำให้นกปลอดภัย</p> <p>3. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้วงจรไฟฟ้าจะต้องเป็นวงจรปิด นกเกาะสายไฟฟ้าแรงสูงเพียงเส้นเดียวถือเป็นวงจรเปิด กระแสไฟฟ้าจะไม่ไหลผ่านนกจนได้รับอันตราย</p> <p>4. กระแสไฟฟ้าจะไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้วงจรไฟฟ้าจะต้องเป็นวงจรเปิด นกเกาะสายไฟฟ้าแรงสูงเพียงเส้นเดียวถือเป็นวงจรเปิด กระแสไฟฟ้าจึงไม่ไหลผ่านนกจนได้รับอันตราย</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
10	นักเรียนอธิบายลักษณะและเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าเปิดและวงจรไฟฟ้าปิดได้	<p>วงจรเปิดคือข้อใด (มีโน้ตค้นเชิงบรรยายวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย)</p> <p>ก. ส่องไฟฉายในเวลากลางคืน</p> <p>ข. ปิดไฟในห้องก่อนเข้านอน</p> <p>ค. โคมไฟริมถนนสว่างขึ้นอัตโนมัติ</p> <p>ง. มะลิได้ยืมเสียงกริ่งหน้าบ้านจึงลุกขึ้นมาเปิดไฟ</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. วงจรปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรจึงทำงานได้</p> <p>2. วงจรเปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร แต่ เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรทำงานไม่ได้</p> <p>3. วงจรปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรจึงทำงานไม่ได้</p> <p>4. วงจรเปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรจึงทำงานไม่ได้</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
11	นักเรียนอธิบายลักษณะและเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าเปิดและวงจรไฟฟ้าปิดได้	<p>ข้อใดแสดงวงจรไฟฟ้าเปิด (มีโน้ตค้นเชิงบรรยายวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย)</p> <p>ก. โทรทศน์เปิดดูการ์ตูนได้</p> <p>ข. โคมไฟอ่านหนังสือไม่สว่าง</p> <p>ค. แอร์ในห้องเรียนเปิดเย็นซ่า</p> <p>ง. แบตเตอรี่ที่ชาร์ตไว้เต็มแล้ว</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. วงจรปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรจึงทำงานได้</p> <p>2. วงจรเปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร แต่ เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรทำงานไม่ได้</p> <p>3. วงจรปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรจึงทำงานไม่ได้</p> <p>4. วงจรเปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรจึงทำงานไม่ได้</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ							
			+1	0	-1								
12	นักเรียนบรรยายหน้าที่ของ แต่ละส่วนประกอบของ วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	<p>แผนภาพวงจรไฟฟ้าในข้อใดแสดงทิศทางไหลของการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน (→ แทนทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า) (มีโน้ตค้นเชิงบรรยายวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย)</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">ก.</td> <td></td> <td style="width: 25%;">ข.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ค.</td> <td></td> <td>ง.</td> <td></td> </tr> </table> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> กระแสไฟฟ้าจากทั้งกระแสไฟฟ้าจะไหลกลับเข้าสู่เซลล์ไฟฟ้าผ่านสายไฟจึงจะทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างได้ กระแสไฟฟ้าไหลออกจากขั้วบวกและขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้ กระจ่ายไปจนทั่ววงจรไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้ จึงจะทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างได้ 	ก.		ข.		ค.		ง.				
ก.		ข.											
ค.		ง.											

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>3. กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าไปยังขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า จึงจะทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างได้</p> <p>4. กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าไปยังขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้า จึงจะทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างได้</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
13	นักเรียนระบุส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	<p>สุชาติต้องการประดิษฐ์อุปกรณ์ให้แสงสว่างอย่างง่าย อุปกรณ์ที่สุชาติไม่จำเป็นต้องใช้คือข้อใด (มีโน้ตค้นเชิงบรรยายวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย)</p> <p>ก. มอเตอร์ ข. เซลล์ไฟฟ้า ค. หลอดไฟ ง. สายไฟ</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ อุปกรณ์ไฟฟ้า และสวิตช์ นำมาต่อกันในไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร</p> <p>2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า นำมาต่อกันทำให้ไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร</p> <p>3. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า อาจไม่มีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าก็ได้ ตรวจจับที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร</p>				

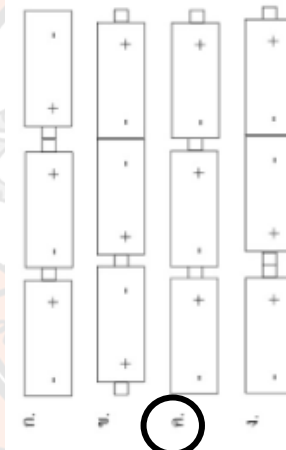
ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>ข้อสอบ</p> <p>4. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกัน กระแสไฟฟ้าสามารถไหลไปและย้อนกลับได้</p>				



ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
14	นักเรียนระบุ ส่วนประกอบของ วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	<p>ข้อสอบ</p> <p>ขงเล่นในข้อใดไม่มีส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า (มีโน้ตค้นเชิงบรรยาย วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย)</p> <p>ก. รัถบงคับวิฑยุ</p> <p>ข. หนุ่นยนต์ทีเดิน</p> <p>ค. ตุ้กต่าลัฒลุกได้</p> <p>ง. ปืนทียิงแล่วมีแสง</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ อุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจรจะทำให้ อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้</p> <p>2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า อาจ ไม่มีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าก็ได้ ตราบใดที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้ ครบวงจร</p> <p>3. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ และ อุปกรณ์ไฟฟ้า ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกัน กระแสไฟฟ้าสามารถไหล ไปและย้อนกลับได้</p>				


ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		4. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ อุปกรณ์ไฟฟ้า และสวิตช์ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจรจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้				



ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น		ข้อเสนอแนะ
			+1	0	
15	นักเรียนอธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้	<p>ข้อใดต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ถูกต้อง (มีโน้ตค้นเชิงทฤษฎีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม)</p>  <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะต้องต่อโดยให้ขั้วไฟฟ้าเดียวกันของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์เชื่อมต่อกัน การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะต้องต่อโดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าหนึ่งต่อกับขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าอีกเซลล์หนึ่ง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม สามารถต่อแบบใดก็ได้เพราะกระแสไฟฟ้าสามารถไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ไปยังสายไปและเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เสมอ 			

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>ข้อสอบ</p> <p>4. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม หากมีเซลล์ไฟฟ้ามากกว่า 2 เซลล์ขึ้นไปจำเป็นต้องต่อเซลล์ไฟฟ้าโดยมีเซลล์ไฟฟ้าที่ต่อกันแบบขั้วเหมือนกันต่อกัน และแบบขั้วต่างกันติดกัน</p>				

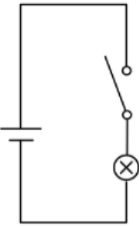
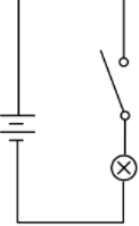


ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
16	นักเรียนอธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้	<p>ข้อสอบ</p> <p>หลอดไฟในข้อใดไม่สว่าง (มีโน้ตค้นเชิงทฤษฎีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม)</p>  <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะต้องต่อโดยให้ขั้วไฟฟ้าเดียวกันของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์เชื่อมต่อกัน การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะต้องต่อโดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าหนึ่งต่อกับขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าอีกเซลล์หนึ่ง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม เซลล์ไฟฟ้าจะต้องอยู่แยกจากกันเสมอ จะต้องต่อโดยให้ขั้วไฟฟ้าเดียวกันของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์เชื่อมต่อกัน การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม เซลล์ไฟฟ้าจะต้องอยู่ติดกันเสมอ โดยจะต้องต่อโดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าหนึ่งต่อกับขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าอีกเซลล์หนึ่ง 				

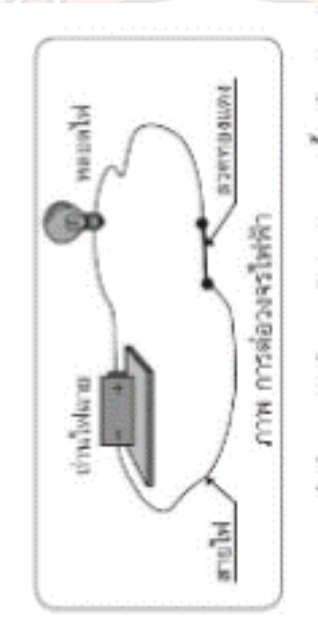
ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น		
			+1	0	-1
17	นักเรียนอธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้	<p>ข้อสอบ</p> <p>ถ้าเราใส่ถ่านไฟฉาย 4 เซลล์ เข้าไปในกระบอกไฟฉายแต่ใส่กลับซั๊กกัน เป็นผลให้ไฟฉายเป็นอย่างไร (มีโน้ตค้นเชิงทฤษฎีการต่อเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์แบบอนุกรม)</p> <p>ก. ไม่สว่าง</p> <p>ข. สว่างเท่าเดิม</p> <p>ค. สว่างมากกว่าเดิม</p> <p>ง. สว่างน้อยกว่าเดิม</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> การใส่ถ่านไฟฉาย 4 เซลล์แบบกลับซั๊กกัน เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ไม่มีผลกับความสว่างของไฟฉายแต่สามารถใช้ไฟฉายได้ยาวนานขึ้น การใส่ถ่านไฟฉาย 4 เซลล์แบบกลับซั๊กกัน เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แต่ขั้วของถ่านไฟฉายผิด ทำให้ไม่เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้า ไฟฉายจึงไม่สว่าง การใส่ถ่านไฟฉาย 4 เซลล์แบบกลับซั๊กกัน เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ทำให้มีแรงดันไฟฟ้าในวงจรมากกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าเซลล์เดียว ส่งผลให้ไฟฉายสว่างขึ้น 			

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			ผู้เชี่ยวชาญ	+1	0	
		4. การใส่สายไฟขนาด 4 เซลล์แบบกลับขั้วกัน เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ทำให้มีแรงดันไฟฟ้าในวงจรมากกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าเซลล์เดียว ส่งผลให้ไฟฉายสว่างน้อยลง				

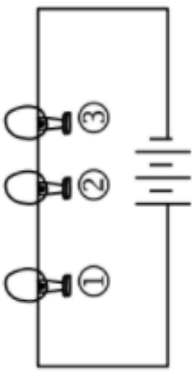


ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
18	นักเรียนอธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมไม่ได้	<p>ข้อสอบ</p> <p>ภาพที่ 1</p>  <p>ภาพที่ 2</p>  <p>จากแผนภาพวงจรไฟฟ้า เมื่อเปิดสวิตช์ให้กระแสไฟฟ้าผ่านแล้ว</p> <p>ข้อใดถูกต้อง</p> <p>(มีไม้ที่คั่นเชิงทฤษฎีการต่อเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์แบบอนุกรม)</p> <p>ก. สรุบไม่ได้</p> <p>ข. หลอดไฟจากภาพ 1 สว่างกว่า</p> <p>ค. หลอดไฟจากภาพ 2 สว่างกว่า</p> <p>ง. หลอดไฟทั้ง 2 หลอด สว่างเท่ากัน</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. ยังไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากไม่ทราบความเร็วของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าทั้ง 2 ภาพ จึงตอบไม่ได้ว่าหลอดไฟในวงจรไฟฟ้าใดจะสว่างกว่ากัน</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>2. วงจรไฟฟ้าในภาพที่ 2 มีจำนวนเซลล์ไฟฟ้ามากกว่า วงจรไฟฟ้าในภาพที่ 1 ส่งผลให้มีความแรงดันไฟฟ้าในวงจรมากกว่า หลอดไฟจากภาพที่ 2 จึงสว่างกว่าหลอดไฟจากภาพที่ 1</p> <p>3. วงจรไฟฟ้าในภาพที่ 1 มีจำนวนเซลล์ไฟฟ้าน้อยกว่า วงจรไฟฟ้าในภาพที่ 2 ส่งผลให้มีความแรงดันไฟฟ้าที่ไหลได้เร็วกว่า หลอดไฟจากภาพที่ 1 จึงสว่างกว่าหลอดไฟจากภาพที่ 2</p> <p>4. หลอดไฟในวงจรไฟฟ้าทั้งสองภาพมีความสว่างเท่ากัน แต่ หลอดไฟในวงจรไฟฟ้าภาพที่ 2 สามารถสว่างได้นานกว่า หลอดไฟในวงจรไฟฟ้าภาพที่ 1 เพราะมีเซลล์ไฟฟ้าในวงจรมากกว่า</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
19	นักเรียนบอกประโยชน์ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมในชีวิตประจำวันได้	<p>จากภาพ ถ้าต้องการให้หลอดไฟสว่างมากขึ้นต้องทำอย่างไร (มีโน้ตค้นเชิงความสัมพันธ์การต่อเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์แบบอนุกรม)</p>  <p>ก. เพิ่มจำนวนของหลอดไฟ ข. เพิ่มความยาวของสายไฟ ค. เพิ่มจำนวนของถ่านไฟฉาย ง. เพิ่มความยาวของลวดทองแดง</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า หากต้องการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าสามารถทำได้โดยเพิ่มเซลล์ไฟฟ้าการต่อแบบอนุกรม</p>				

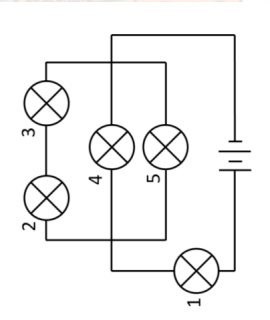
ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>2. ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า หากต้องการให้กระแสไฟฟ้าไหลได้เร็วขึ้นสามารถทำได้โดยเพิ่มเซลล์ไฟฟ้าการต่อแบบอนุกรม</p> <p>3. ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า หากต้องการเพิ่มพลังงานในวงจรไฟฟ้าสามารถทำได้โดยเพิ่มจำนวนหลอดของแดงเพื่อให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้มากขึ้น</p> <p>4. ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า หากต้องการให้กระแสไฟฟ้าไหลได้เร็วขึ้นสามารถทำได้โดยเพิ่มจำนวนหลอดของแดงเพื่อให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้มากขึ้น</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
20	นักเรียนอธิบายลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้	<p style="text-align: center;">ข้อสอบ</p>  <p>จากวงจรไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง (มีโน้ตค้นเจิงทฤษฎีการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม)</p> <p>ก. เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน</p> <p>ข. ในวงจรไฟฟ้ามีเซลล์ไฟฟ้า 1 เซลล์</p> <p>ค. ถ้าหลอดไฟฟ้าหลอดที่ 1 ดับ หลอดที่ 2 และ 3 ยังคงสว่างอยู่</p> <p>ง. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 2 ดับ จะทำให้หลอดที่ 1 และหลอดที่ 3 ดับไปด้วย</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด</p>				

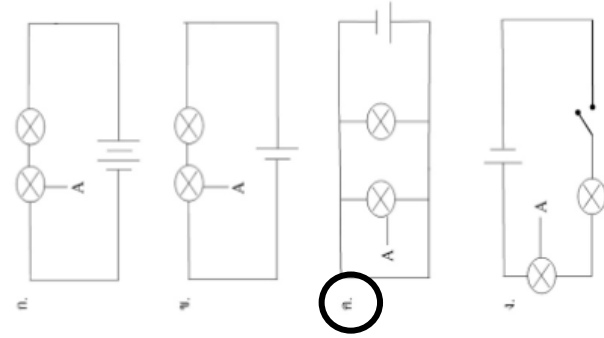
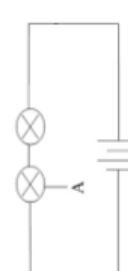
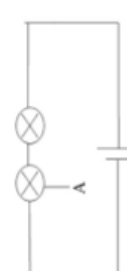
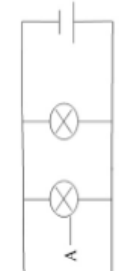
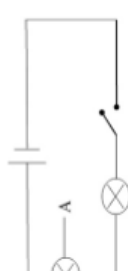
ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>2. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด</p> <p>3. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายังไหลผ่านหลอดไฟไปได้</p> <p>4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะไม่ส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายังไหลผ่านหลอดไฟไปได้</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
21	นักเรียนอธิบายลักษณะของ การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้	<p>ข้อสอบ</p> <p>หลอด A และ หลอด B มีจำนวนวัตต์เท่ากัน ต่ออนุกรมกัน ข้อใดเป็นจริง (โมโนฟิตินเชิงทฤษฎีการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม)</p> <p>ก. ถ้าหลอด A ดับ หลอด B จะไม่ดับ</p> <p>ข. ถ้าหลอด B ดับ หลอด A จะไม่ดับ</p> <p>ค. หลอด A และหลอด B สว่างเท่ากัน</p> <p>ง. ถ้าหลอด A ดับ หลอด B จะดับด้วย</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว หลอดไฟทุกดวงจึงสว่างเท่ากันเสมอ โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายังไหลผ่านหลอดไฟไปได้</p> <p>2. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว หลอดไฟทุกดวงจึงสว่างเท่ากันเสมอ โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะไม่ส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายังไหลผ่านหลอดไฟไปได้</p>				

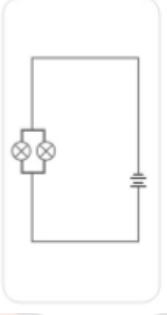
ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>3. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว หลอดไฟแต่ละดวงสว่างไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับระยะห่างจากเซลล์ไฟฟ้าของหลอดไฟแต่ละดวง โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด</p> <p>4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว หลอดไฟแต่ละดวงสว่างไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับระยะห่างจากเซลล์ไฟฟ้าของหลอดไฟแต่ละดวง โดยหากหลอดไฟดวงหนึ่งดับ จะไม่ส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายังไหลผ่านหลอดไฟไปได้</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
22	นักเรียนอธิบายลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้	<p>เมื่อต่อกระแสไฟฟ้าครบวงจร หลอดไฟสว่างทุกดวง ถ้าหลอดไฟฟ้าหมายเลข 3 ขาด หลอดไฟฟ้าหมายเลขใดจะดับ (มีโน้ตค้นเชิงทฤษฎีการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม)</p>  <p>ก. หมายเลข 1 ข. หมายเลข 2 ค. หมายเลข 4 ง. หมายเลข 5</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <p>1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด</p>				

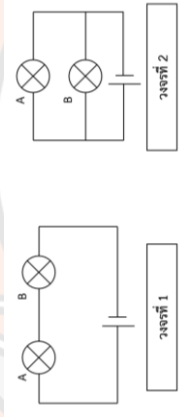
ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>2. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด</p> <p>3. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะไม่ส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายิ่งไหลผ่านหลอดไฟไปได้</p> <p>4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะไม่ส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายิ่งไหลผ่านหลอดไฟไปได้</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
23	นักเรียนอธิบายลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้	<p>ข้อสอบ</p> <p>การต่อวงจรไฟฟ้าตามแผนภาพในข้อใด ถ้าหลอด A ใ้้หลอดขาด หลอดไฟที่เหลือยังคงสว่างอยู่ (มีโน้ตค้นเจิงทฤษฎีการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน)</p>  <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			ผู้เชี่ยวชาญ	+1	0	
		<p>ข้อสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน คือ การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละดวงคร่อมกัน กระแสไฟฟ้าแยกไปตามแต่ละเส้นทาง โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว หลอดไฟทุกดวงจึงสว่างเท่ากันเสมอ โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน คือ การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละดวงคร่อมกัน กระแสไฟฟ้าแยกไปตามแต่ละเส้นทาง โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะไม่ส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายังไหลผ่านหลอดไฟไปได้ การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว หลอดไฟแต่ละดวงสว่างไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับระยะห่างจากเซลล์ไฟฟ้าของหลอดไฟแต่ละดวง โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับ 				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		ทั้งหมด				
24	นักเรียนอธิบายลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้	<p>จากภาพ ถ้าถอดหลอดไฟออก 1 ดวงจะมีผลอย่างไร (มีโมเมนต์หนึ่งซึ่งทฤษฎีการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน)</p>  <p>ก. ไฟฟ้าลัดวงจร ข. หลอดไฟที่เหลือจะดับทันที ค. หลอดไฟที่เหลือสว่างน้อยลง ง. หลอดไฟที่เหลือยังคงสว่างปกติ</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพราะเป็นการต่อหลอดไฟแบบขนาน แต่เกิดการสูญเสียกระแสไฟฟ้าจากหลอดไฟที่ดับทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร 2. เพราะเป็นการต่อหลอดไฟแบบขนาน เกิดการสูญเสียกระแสไฟฟ้าจากหลอดไฟที่ดับทำให้ หลอดไฟที่เหลือมีความสว่างน้อยลง 				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			ผู้เชี่ยวชาญ	+1	0	
		<p>ข้อสอบ</p> <p>3. เพราะเป็นการหลอดไฟต่อแบบขนาน กระแสไฟจึงสามารถไหลผ่านหลอดไฟอีกหลอดหนึ่งได้ หลอดไฟจึงยังสว่างเหมือนเดิม</p> <p>4. เพราะเป็นการต่อหลอดไฟแบบขนาน แต่เกิดการสูญเสียกระแสไฟจากหลอดไฟที่ดับทำให้กระแสไฟไม่เพียงพอหลอดไฟที่เหลือจึงดับ</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ										
			+1	0	-1											
25	<p>นักเรียนบอกประโยชน์ และข้อจำกัดของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และ</p> <p>แบบขนานได้</p>	<p>ข้อสอบ</p> <p>นามิตลอดต่อหลอดไฟฟ้า ดังภาพ (มีโน้ตค้นเชิงทฤษฎีการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม)</p>  <p>โดยหลอดไฟ A และ B เหมือนกันทุกประการ จากระบบที่มีจิงบันทึก ผลการสังเกตได้ดังตาราง</p> <table border="1" data-bbox="821 817 1053 1556"> <thead> <tr> <th rowspan="2">วงจรไฟฟ้า</th> <th colspan="2">ผลการสังเกต</th> </tr> <tr> <th>หลอดไฟ A</th> <th>หลอดไฟ B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>วงจรที่ 1</td> <td>สว่าง</td> <td>สว่างน้อย</td> </tr> <tr> <td>วงจรที่ 2</td> <td>สว่าง</td> <td>สว่าง</td> </tr> </tbody> </table> <p>จากบันทึกผลการสังเกตของนามิในตาราง การบันทึกผลการสังเกต หลอดไฟใดที่บันทึกไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. หลอดไฟ A ของวงจรที่ 1 ข. หลอดไฟ B ของวงจรที่ 1 ค. หลอดไฟ A ของวงจรที่ 2 ง. หลอดไฟ B ของวงจรที่ 2</p>	วงจรไฟฟ้า	ผลการสังเกต		หลอดไฟ A	หลอดไฟ B	วงจรที่ 1	สว่าง	สว่างน้อย	วงจรที่ 2	สว่าง	สว่าง			
วงจรไฟฟ้า	ผลการสังเกต															
	หลอดไฟ A	หลอดไฟ B														
วงจรที่ 1	สว่าง	สว่างน้อย														
วงจรที่ 2	สว่าง	สว่าง														

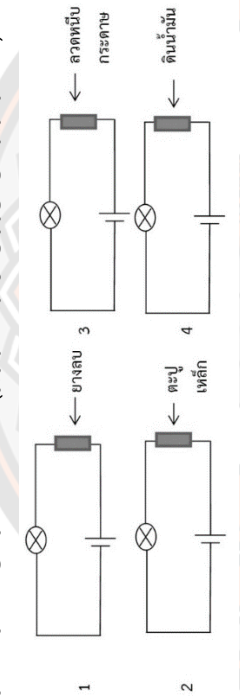
ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟแต่ละดวงในวงจรจะมีปริมาณเท่ากัน ทำให้หลอดไฟทุกดวงมีความสว่างเท่ากัน 2. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟแต่ละดวงในวงจรจะมีปริมาณเท่ากัน ทำให้หลอดไฟทุกดวงมีความสว่างเท่ากัน 3. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟแต่ละดวงในวงจรจะไม่เท่ากัน โดยหลอดไฟดวงแรกจะมีปริมาณไฟฟ้ามากที่สุดทำให้สว่างที่สุด 4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟแต่ละดวงในวงจรจะไม่เท่ากัน โดยหลอดไฟดวงแรกจะมีปริมาณไฟฟ้ามากที่สุดทำให้สว่างที่สุด 				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ														
			+1	0	-1															
26	นักเรียนจำแนกวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้	<p>จากตาราง สารได้นำไฟฟ้าได้ดีที่สุด ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (มีโน้ตค้นเชิงบรรยายตัวนำไฟฟ้า)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>สารขนาดเดียวกัน</th> <th>ความต้านทาน (โอห์ม)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ก</td> <td>ทองเหลือง</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>ข</td> <td>เหล็กกล้า</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>ค</td> <td>แมงกานีส</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>ง</td> <td>นิกโรม</td> <td>109</td> </tr> </tbody> </table> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> ตัวนำไฟฟ้า คือ วัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ และมี ความต้านทานสูง ตัวนำไฟฟ้า คือ วัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ และมี ความต้านทานต่ำ ฉนวนไฟฟ้า คือ วัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ และมี ความต้านทานสูง ฉนวนไฟฟ้า คือ วัสดุที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ และมี ความต้านทานสูง 		สารขนาดเดียวกัน	ความต้านทาน (โอห์ม)	ก	ทองเหลือง	7.5	ข	เหล็กกล้า	20	ค	แมงกานีส	48	ง	นิกโรม	109			
	สารขนาดเดียวกัน	ความต้านทาน (โอห์ม)																		
ก	ทองเหลือง	7.5																		
ข	เหล็กกล้า	20																		
ค	แมงกานีส	48																		
ง	นิกโรม	109																		

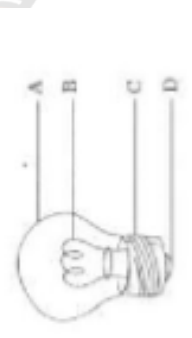
ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ																
			+1	0	-1																	
27	นักเรียนจำแนกวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้	<p>19. จากผลการทดลองต่อไปนี้ นักเรียนคิดว่า วัสดุชนิดใดบ้างที่น่าจะเป็นพลาสติกหรือกระดาษ (มีโน้ตค้นเชิงบรรยายตัวนำไฟฟ้า) คุรุมอบหมายให้นักเรียนนำวัสดุ 4 ชนิด มาต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ชนิดของวัสดุ</th> <th colspan="2">ผลการทดลอง</th> </tr> <tr> <th>หลอดไฟฟ้าสว่าง</th> <th>หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>/</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td>/</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>/</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>ก. ชนิด A และ B ข. ชนิด B และ C ค. ชนิด A และ D ง. ชนิด B และ D</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p>	ชนิดของวัสดุ	ผลการทดลอง		หลอดไฟฟ้าสว่าง	หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง	A	/		B		/	C		/	D	/				
ชนิดของวัสดุ	ผลการทดลอง																					
	หลอดไฟฟ้าสว่าง	หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง																				
A	/																					
B		/																				
C		/																				
D	/																					

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>1. กระดาษและพลาสติกเป็นฉนวนไฟฟ้า เมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าแล้ว กระแสไฟฟ้าไม่สามารถผ่านได้ทำให้หลอดไฟดับ</p> <p>2. กระดาษและพลาสติกเป็นฉนวนไฟฟ้า เมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าแล้ว กระแสไฟฟ้าไม่สามารถผ่านได้ทำให้หลอดไฟดับ</p> <p>3. กระดาษและพลาสติกเป็นฉนวนไฟฟ้า เมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าแล้ว กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านได้ทำให้หลอดไฟสว่าง</p> <p>4. กระดาษและพลาสติกเป็นฉนวนไฟฟ้า เมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าแล้ว กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านได้ทำให้หลอดไฟสว่าง</p>				

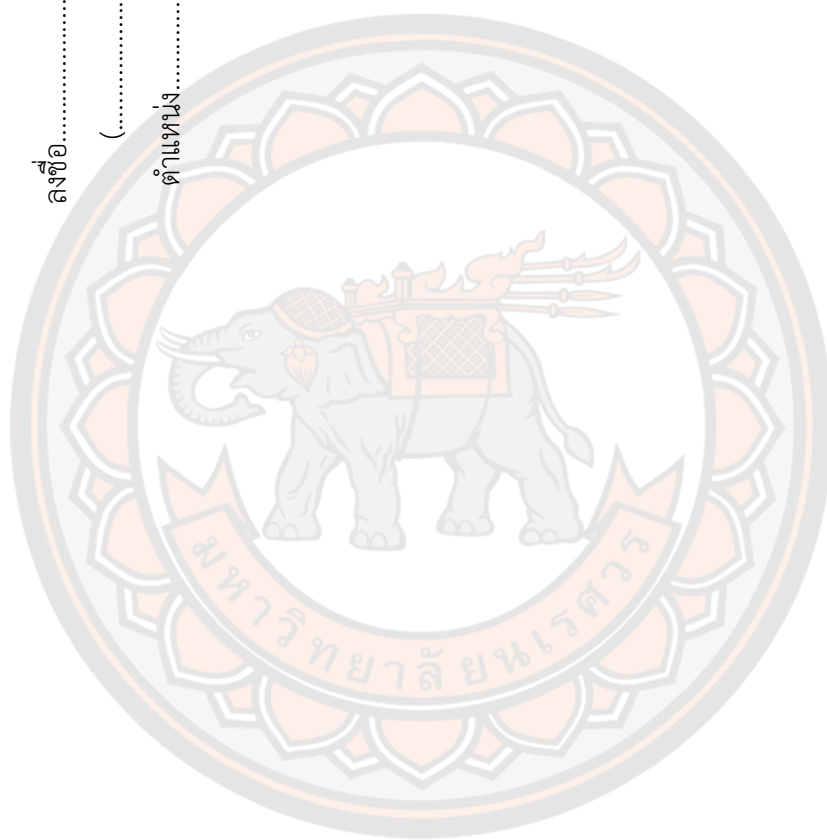
ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
28	นักเรียนจำแนกวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้	<p>วัตถุประสงค์ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ (มีโมโนคิรน์เงินบรรยายตัวนำไฟฟ้า)</p> <p>ก. ประจุไม่</p> <p>ข. เส้นลวด</p> <p>ค. ล้อรถยนต์</p> <p>ง. ชั้นน้ำพลาสติก</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> เพราะทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้า จึงยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ เพราะทำจากวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า จึงยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่ได้ เพราะทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้า จึงยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ เพราะทำจากวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า จึงยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่ได้ 				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
29	นักเรียนจำแนกวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้	<p>ข้อสอบ</p> <p>ข้อใดทำให้หลอดไฟสว่าง (มีไม้ที่ต้นเชิงบรรยายตัวนำไฟฟ้า)</p>  <p>ก. 1 และ 2 ข. 2 และ 3 ค. 3 และ 4 ง. 1 และ 4</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> ตะปูเหล็กและดินน้ำมันเป็นตัวนำไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้ เมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟแล้วทำให้หลอดไฟสว่าง ยางลบและดินน้ำมันเป็นตัวนำไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้ เมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟแล้วทำให้หลอดไฟสว่าง 				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
		<p>3. ยางลบและลวดหนึบกระดาษเป็นตัวนำไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้ เมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าแล้วทำให้หลอดไฟสว่าง</p> <p>4. ลวดหนึบกระดาษและตะปูเหล็กเป็นตัวนำไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้ เมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าแล้วทำให้หลอดไฟสว่าง</p>				

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
30	นักเรียนจำแนกวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้	<p>ส่วนใดเป็นฉนวนไฟฟ้า (มีโน้ตค้นเชิงบรรยายฉนวนไฟฟ้า)</p>  <p>ก. A ข. B ค. C ง. D</p> <p>เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. C เป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับวงจรไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้า 2. D เป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับวงจรไฟฟ้า เป็นฉนวนไฟฟ้า 3. B เป็นบริเวณที่หลอดเกิดแสงสว่างและมีควมร้อนสูง จึงเป็นฉนวนไฟฟ้า 4. A ทำจากแก้วทำหน้าที่ห่อหุ้มแก๊สเฉื่อยภายในหลอดไฟเอาไว้ เพื่อป้องกันไม่ทำให้หลอดสัมผัสกับอากาศ เป็นฉนวนไฟฟ้า 				

ลงชื่อ.....ผู้เขียนงาน
(.....)
ตำแหน่ง.....



แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

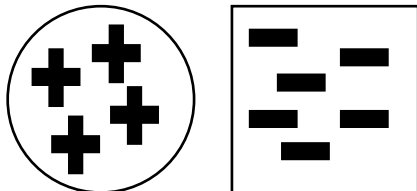
1. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 20 หน้า จำนวน 20 ข้อ
2. คะแนนเต็ม 20 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 60 นาที
3. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เหตุผลในการเลือกตัวเลือกของคำตอบนั้น ๆ
4. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนข้อที่เลือก และหากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดฆ่าคำตอบเดิม แล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในช่องคำตอบใหม่ในกระดาษคำตอบ ตัวอย่างเช่น

ข้อ	ข้อคำถาม				เหตุผล			
	ก	ข	ค	ง	1	2	3	4
1	X							X
2		✗		X				X
3								

5. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

1. จากภาพ เมื่อนำวัตถุ A และ วัตถุ B เข้าใกล้กันจะเกิดแรงใด



- ก. แรงดูด
- ข. แรงผลัก
- ค. แรงลัพท์
- ง. แรงเหวี่ยง

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

- 1. วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะเกิดแรงดูดกัน
- 2. วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าคนละชนิดกันจะเกิดแรงดูดกัน
- 3. วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะเกิดแรงผลักกัน
- 4. วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าคนละชนิดกันจะเกิดแรงเหวี่ยงออกจากกัน

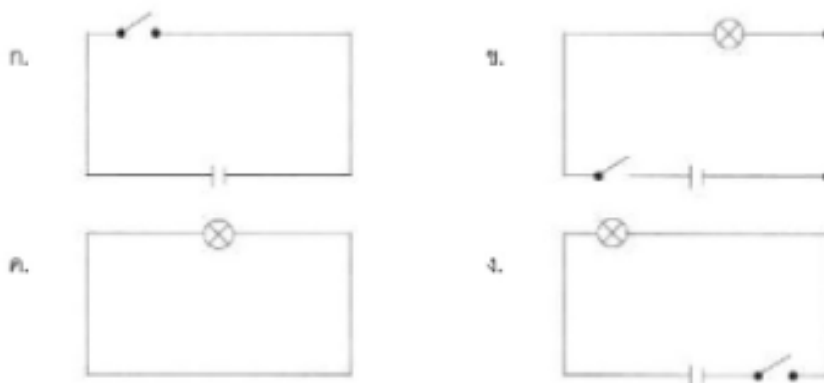
2. นำวัตถุ X และ Y มาไว้ใกล้กัน ปรากฏว่า วัตถุทั้งสองผลักกัน เพราะเหตุใด

- ก. วัตถุ X และ Y มีประจุเดียวกัน
- ข. วัตถุ X มีประจุบวก วัตถุ Y มีประจุลบ
- ค. วัตถุ X มีประจุลบ วัตถุ Y มีประจุบวก
- ง. วัตถุ X เป็นแม่เหล็ก วัตถุ Y เป็นเหล็ก

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

- 1. วัตถุ X เป็นแม่เหล็กจึงออกแรงผลักวัตถุ Y
- 2. วัตถุ X และวัตถุ Y มีประจุต่างกันจึงเกิดแรงดูดกัน
- 3. วัตถุ X และวัตถุ Y มีประจุต่างกันจึงเกิดแรงผลักกัน
- 4. วัตถุ X และวัตถุ Y มีประจุเดียวกันจึงเกิดแรงผลักกัน

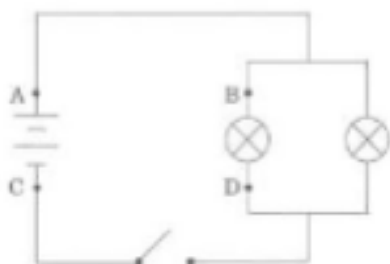
3. จากรูป ข้อใดคือวงจรไฟฟ้า



เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. วงจรไฟฟ้า ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ อุปกรณ์ไฟฟ้า และสวิตช์ นำมาต่อกัน ไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร
2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า นำมาต่อกัน ทำให้ไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร
3. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า อาจไม่มีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าก็ได้ ตราบใดที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร
4. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกัน กระแสไฟฟ้าสามารถไหลไปและย้อนกลับได้

4. เชื่อมต่อลวดทองแดงที่จุดใดทำให้หลอดไฟสว่าง

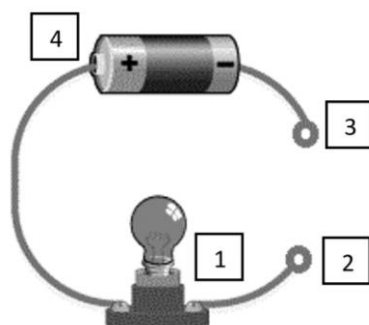


- ก. จุด A กับ B
- ข. จุด A กับ D
- ค. จุด B กับ C
- ง. จุด C กับ D

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ค้างอยู่ในหลอดไฟทำให้หลอดไฟสว่างขึ้น
2. หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ผ่านสายไฟและหลอดไฟ
3. หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ผ่านสายไฟและหลอดไฟ จากนั้นย้อนกลับสู่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าเป็นวงจร
4. หลอดไฟสว่างเกิดจากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านส่วนใดส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า และไหลกลับสู่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าโดยไม่ต้องผ่านหลอดไฟ

5. จากภาพ จะต้องต่อวงจรไฟฟ้าอย่างไร หลอดไฟจึงจะสว่าง



- ก. หมายเลข 1 และกับหมายเลข 2
- ข. หมายเลข 2 และกับหมายเลข 3
- ค. หมายเลข 3 และกับหมายเลข 4
- ง. ไม่สามารถต่อหลอดไฟฟ้าให้สว่างได้

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ค้างอยู่ในหลอดไฟทำให้หลอดไฟสว่างขึ้น
2. หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ผ่านสายไฟและหลอดไฟ
3. หลอดไฟสว่างเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ผ่านสายไฟและหลอดไฟ จากนั้นย้อนกลับสู่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าเป็นวงจร
4. หลอดไฟสว่างเกิดจากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านส่วนใดส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า และไหลกลับสู่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าโดยไม่ต้องผ่านหลอดไฟ

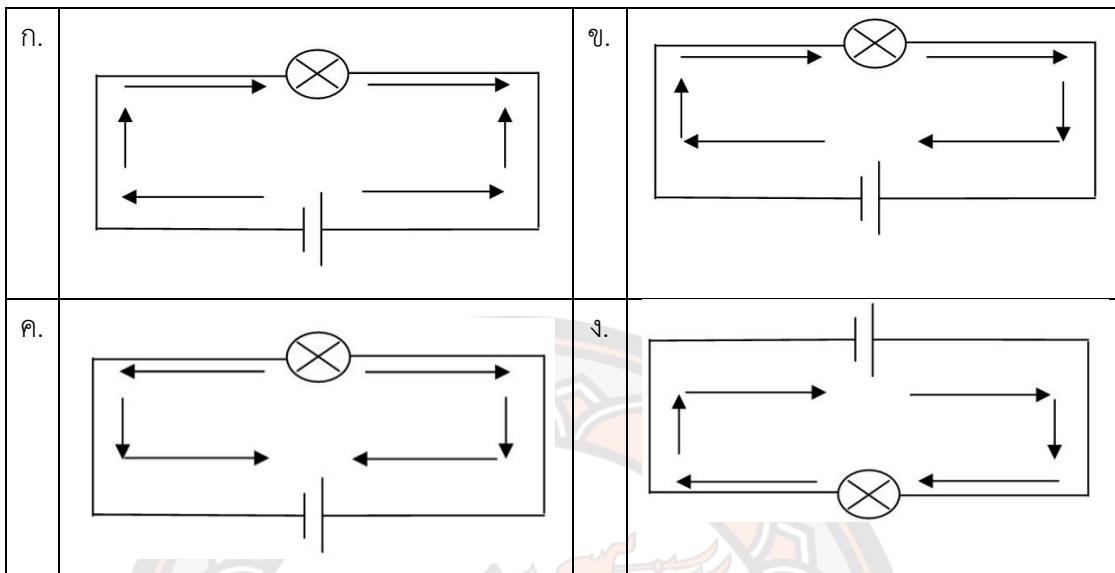
6. ข้อใดแสดงวงจรไฟฟ้าเปิด

- ก. โทรทัศน์เปิดดูการ์ตูนได้
- ข. โคมไฟอ่านหนังสือไม่สว่าง
- ค. แอร์ในห้องเรียนเปิดเย็นซ่า
- ง. แบตโทรศัพท์ที่ชาร์ตไว้เต็มแล้ว

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. วงจรปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรจึงทำงานได้
2. วงจรเปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร แต่เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรทำงานไม่ได้
3. วงจรปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรจึงทำงานไม่ได้
4. วงจรเปิด คือวงจรไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรจึงทำงานไม่ได้

7. แผนภาพวงจรไฟฟ้าในข้อใดแสดงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าถูกต้อง (→ แทนทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า)



เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. กระแสไฟฟ้าจากทั่วทั้งกระแสไฟฟ้าจะไหลกลับเข้าสู่เซลล์ไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าจึงจะทำให้หลอดไฟสว่างได้
2. กระแสไฟฟ้าไหลออกจากขั้วบวกและขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้ากระจายไปจนทั่ววงจรไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้า จึงจะทำให้หลอดไฟสว่างได้
3. กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าไปยังขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า จึงจะทำให้หลอดไฟสว่างได้
4. กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าไปยังขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้า จึงจะทำให้หลอดไฟสว่างได้

8. สุขาคาดต้องการประดิษฐ์อุปกรณ์ให้แสงสว่างอย่างง่าย อุปกรณ์ที่สุขาคาดไม่จำเป็นต้องใช้คือข้อใด

- ก. มอเตอร์
- ข. เซลล์ไฟฟ้า
- ค. หลอดไฟ
- ง. สายไฟ

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ อุปกรณ์ไฟฟ้า และสวิตช์ นำมาต่อกันไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร
2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า นำมาต่อกัน ทำให้ไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร
3. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า อาจไม่มีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าก็ได้ ตรวจจับที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร
4. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกัน กระแสไฟฟ้าสามารถไหลไปและย้อนกลับได้

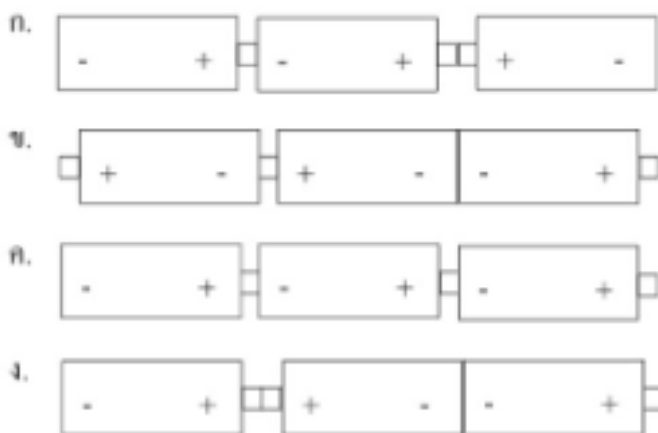
9. ของเล่นในข้อใดไม่มีส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า

- ก. รถบังคับวิทยุ
- ข. หุ่นยนต์ที่เดิน
- ค. ตุ๊กตาล้มลุกได้
- ง. ปืนที่ยิงแล้วมีแสง

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ อุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจรจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้
2. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า อาจไม่มีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าก็ได้ ตรวจจับที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร
3. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกัน กระแสไฟฟ้าสามารถไหลไปและย้อนกลับได้
4. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ อุปกรณ์ไฟฟ้า และสวิตช์ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจรจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้

10. ข้อใดต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ถูกต้อง



เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

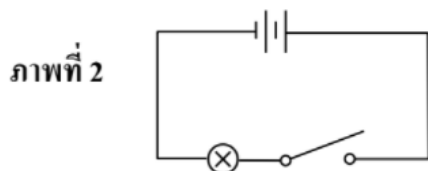
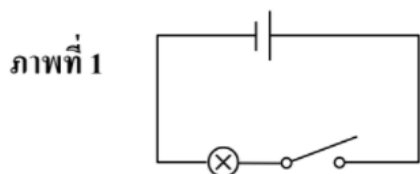
1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะต้องต่อโดยให้ขั้วไฟฟ้าเดียวกันของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์ เชื่อมต่อกัน
2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะต้องต่อโดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าหนึ่งต่อกับขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าอีกเซลล์หนึ่ง
3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม สามารถต่อแบบใดก็ได้เพราะกระแสไฟฟ้าสามารถไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ไปยังสายไปและเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เสมอ
4. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม หากมีเซลล์ไฟฟ้ามมากกว่า 2 เซลล์ขึ้นไปจำเป็นต้องต่อเซลล์ไฟฟ้าโดยมีเซลล์ไฟฟ้าที่ต่อกันแบบขั้วเหมือนกันต่อกัน และแบบขั้วต่างกันติดกัน

11. ถ้าเราใส่ถ่านไฟฉาย 4 เซลล์ เข้าไปในกระบอกไฟฉายแต่ใส่กลับหัวกัน เป็นผลให้ไฟฉายเป็นอย่างไร

- ก. ไม่สว่าง
- ข. สว่างเท่าเดิม
- ค. สว่างมากกว่าเดิม
- ง. สว่างน้อยลงกว่าเดิม

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. การใส่ถ่านไฟฉาย 4 เซลล์แบบกลับหัวกัน เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ไม่มีผลกับความสว่างของไฟฉายแต่สามารถใช้ไฟฉายได้ยาวนานขึ้น
2. การใส่ถ่านไฟฉาย 4 เซลล์แบบกลับหัวกัน เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม แต่ขั้วของถ่านไฟฉายผิด ทำให้ไม่เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้า ไฟฉายจึงไม่สว่าง
3. การใส่ถ่านไฟฉาย 4 เซลล์แบบกลับหัวกัน เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ทำให้มีแรงดันไฟฟ้าในวงจรมากกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าเซลล์เดียว ส่งผลให้ไฟฉายสว่างขึ้น
4. การใส่ถ่านไฟฉาย 4 เซลล์แบบกลับหัวกัน เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ทำให้มีแรงดันไฟฟ้าในวงจรมากกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าเซลล์เดียว ส่งผลให้ไฟฉายสว่างน้อยลง



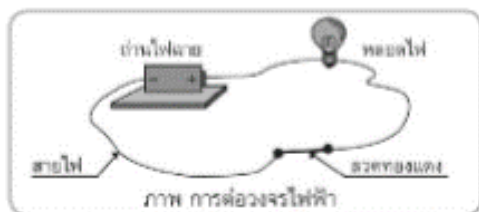
12. จากแผนภาพวงจรไฟฟ้า เมื่อเปิดสวิตช์ให้กระแสไฟฟ้าผ่านแล้ว ข้อใดถูกต้อง

- ก. สรุบไม่ได้
- ข. หลอดไฟจากภาพ 1 สว่างกว่า
- ค. หลอดไฟจากภาพ 2 สว่างกว่า
- ง. หลอดไฟทั้ง 2 หลอด สว่างเท่ากัน

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. ยังไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากไม่ทราบความเร็วของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าทั้ง 2 ภาพ จึงตอบไม่ได้ว่าหลอดไฟในวงจรไฟฟ้าใดจะสว่างกว่ากัน
2. วงจรไฟฟ้าในภาพที่ 2 มีจำนวนเซลล์ไฟฟ้ามกกว่าวงจรไฟฟ้าในภาพที่ 1 ส่งผลให้มีแรงดันไฟฟ้าในวงจรมากกว่า หลอดไฟจากภาพที่ 2 จึงสว่างกว่าหลอดไฟจากภาพที่ 1
3. วงจรไฟฟ้าในภาพที่ 1 มีจำนวนเซลล์ไฟฟ้าน้อยกว่าวงจรไฟฟ้าในภาพที่ 2 ส่งผลให้มีแรงดันไฟฟ้าไหลได้เร็วกว่า หลอดไฟจากภาพที่ 1 จึงสว่างกว่าหลอดไฟจากภาพที่ 2
4. หลอดไฟในวงจรไฟฟ้าทั้งสองภาพมีความสว่างเท่ากัน แต่หลอดไฟในวงจรไฟฟ้าภาพที่ 2 สามารถสว่างได้นานกว่าหลอดไฟในวงจรไฟฟ้าภาพที่ 1 เพราะมีเซลล์ไฟฟ้าในวงจรมากกว่า

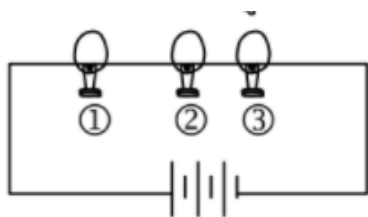
13. จากภาพ ถ้าต้องการให้หลอดไฟสว่างมากขึ้นต้องทำอะไร



- ก. เพิ่มจำนวนของหลอดไฟ
- ข. เพิ่มความยาวของสายไฟ
- ค. เพิ่มจำนวนของถ่านไฟฉาย
- ง. เพิ่มความยาวของลวดทองแดง

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า หากต้องการเพิ่มแรงดันในวงจรไฟฟ้าสามารถทำได้โดยเพิ่มเซลล์ไฟฟ้าการต่อแบบอนุกรม
2. ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า หากต้องการให้กระแสไฟฟ้าไหลได้เร็วขึ้นสามารถทำได้โดยเพิ่มเซลล์ไฟฟ้าการต่อแบบอนุกรม
3. ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กับพลังงานไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า หากต้องการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าสามารถทำได้โดยเพิ่มจำนวนลวดทองแดงเพื่อให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้มากขึ้น
4. ความสว่างของหลอดไฟขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า หากต้องการให้กระแสไฟฟ้าไหลได้เร็วขึ้นสามารถทำได้โดยเพิ่มจำนวนลวดทองแดงเพื่อให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้มากขึ้น



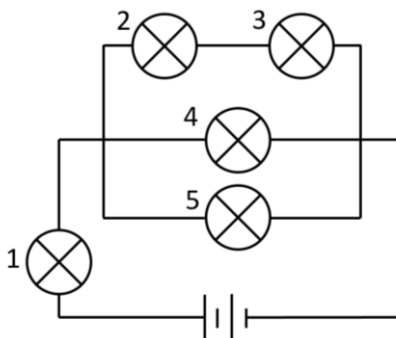
14. จากวงจรไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง

- ก. เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
- ข. ในวงจรไฟฟ้ามีเซลล์ไฟฟ้า 1 เซลล์
- ค. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 1 ดับ หลอดที่ 2 และ 3 ยังคงสว่างอยู่
- ง. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 2 ดับ จะทำให้หลอดที่ 1 และหลอดที่ 3 ดับไปด้วย

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด
2. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด
3. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะไม่ส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายังไหลผ่านหลอดไฟไปได้
4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะไม่ส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายังไหลผ่านหลอดไฟไปได้

15. เมื่อต่อกระแสไฟฟ้าครบวงจร หลอดไฟฟ้าสว่างทุกดวง ถ้าหลอดไฟฟ้าหมายเลข 3 ขาด หลอดไฟฟ้าหมายเลขใดจะดับ

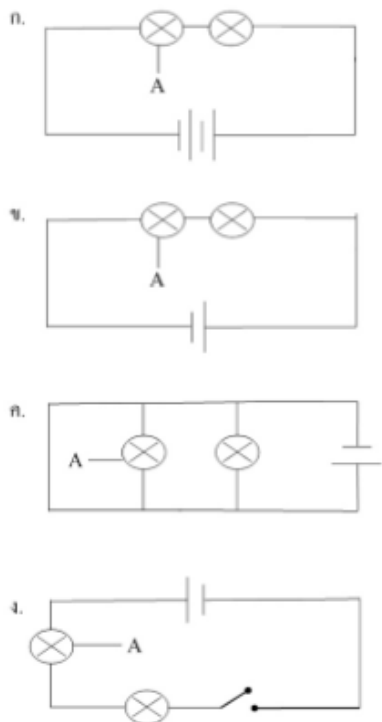


- ก. หมายเลข 1
- ข. หมายเลข 2
- ค. หมายเลข 4
- ง. หมายเลข 5

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด
2. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด
3. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะไม่ส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายังไหลผ่านหลอดไฟไปได้
4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะไม่ส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายังไหลผ่านหลอดไฟไปได้

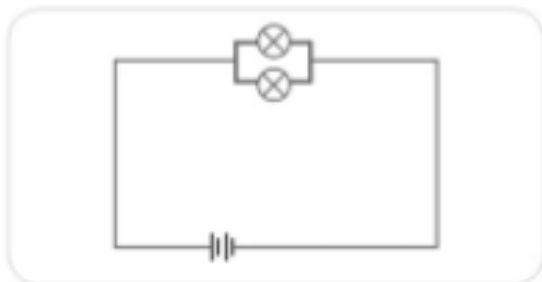
16. การต่อวงจรไฟฟ้าตามแผนภาพในข้อใด ถ้าหลอด A ไส้หลอดขาด หลอดไฟที่เหลือยังคงสว่างอยู่



เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน คือ การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละดวงคร่อมกัน กระแสไฟฟ้าแยกไปตามแต่ละเส้นทาง โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด
2. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว หลอดไฟทุกดวงจึงสว่างเท่ากันเสมอ โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด
3. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน คือ การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละดวงคร่อมกัน กระแสไฟฟ้าแยกไปตามแต่ละเส้นทาง โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ จะไม่ส่งผลต่อหลอดไฟดวงอื่น ๆ เพราะกระแสไฟฟ้ายังไหลผ่านหลอดไฟไปได้
4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบเรียงต่อกันเป็นเส้นทางเดียว หลอดไฟแต่ละดวงสว่างไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับระยะห่างจากเซลล์ไฟฟ้าของหลอดไฟแต่ละดวง โดยหากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับจะส่งผลให้หลอดไฟดวงอื่น ๆ ดับทั้งหมด

17. จากภาพ ถ้าถอดหลอดไฟออก 1 ดวงจะมีผลอย่างไร



- ก. ไฟฟ้าลัดวงจร
- ข. หลอดไฟที่เหลือจะดับทันที
- ค. หลอดไฟที่เหลือสว่างน้อยลง
- ง. หลอดไฟที่เหลือยังคงสว่างปกติ

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. เพราะเป็นการต่อหลอดไฟแบบขนาน แต่เกิดการสูญเสียกระแสไฟฟ้าจากหลอดไฟที่ดับทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร
2. เพราะเป็นการต่อหลอดไฟแบบขนาน เกิดการสูญเสียกระแสไฟฟ้าจากหลอดไฟที่ดับทำให้หลอดไฟที่เหลือมีความสว่างน้อยลง
3. เพราะเป็นการต่อหลอดไฟต่อแบบขนาน กระแสไฟฟ้าจึงสามารถไหลผ่านหลอดไฟอีกหลอดหนึ่งได้ หลอดไฟจึงยังสว่างเหมือนเดิม
4. เพราะเป็นการต่อหลอดไฟแบบขนาน แต่เกิดการสูญเสียกระแสไฟฟ้าจากหลอดไฟที่ดับทำให้กระแสไฟฟ้าไม่เพียงพอ หลอดไฟที่เหลือจึงดับ

18. จากตาราง สารได้นำไฟฟ้าได้ดีที่สุด ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

	สารขนาดเดียวกัน	ความต้านทาน (โอห์ม)
ก	ทองเหลือง	7.5
ข	เหล็กกล้า	20
ค	แมงกานีส	48
ง	นิโครม	109

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. ตัวนำไฟฟ้า คือ วัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ และมีความต้านทานสูง
2. ตัวนำไฟฟ้า คือ วัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ และมีความต้านทานต่ำ
3. ฉนวนไฟฟ้า คือ วัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ และมีความต้านทานสูง
4. ฉนวนไฟฟ้า คือ วัสดุที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ และมีความต้านทานสูง

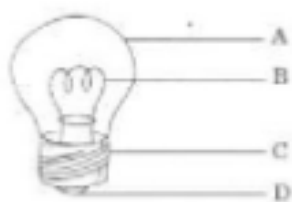
19. วัสดุในข้อใดที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้

- ก. ประตู่ไม้
- ข. เส้นลวด
- ค. ล้อรถยนต์
- ง. ชั้นน้ำพลาสติก

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. เพราะทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้า จึงไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้
2. เพราะทำจากวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า จึงไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้
3. เพราะทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้า จึงยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้
4. เพราะทำจากวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า จึงยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้

20. ส่วนใดเป็นฉนวนไฟฟ้า



- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

เหตุผลที่เลือกข้อดังกล่าว

1. C เป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับวงจรไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้า
2. D เป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับวงจรไฟฟ้า เป็นฉนวนไฟฟ้า
3. B เป็นบริเวณไส้หลอดเกิดแสงสว่างและมีความร้อนสูง จึงเป็นฉนวนไฟฟ้า
4. A ทำจากแก้วทำหน้าที่ห่อหุ้มแก๊สเฉื่อยภายในหลอดไฟเอาไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ไส้หลอดสัมผัสกับอากาศ เป็นฉนวนไฟฟ้า

ภาคผนวก ค ผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ

1. ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์

4. ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแบบวัดมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์



1. ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตาราง 19 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับความเหมาะสม		
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)						
1.1 กิจกรรมกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่าง นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามหรือประเด็นตามความสนใจ	5	4	3	4.00	1.00	มาก
1.3 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกในการตั้งคำถามแก่นักเรียน	5	4	4	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ย				4.33	0.72	มาก
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)						
2.1 นำสื่อห้องทดลองเสมือนมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันวางแผนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด ฯลฯ	5	4	4	4.33	0.58	มาก

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับความเหมาะสม		
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
2.3 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามด้วยตนเอง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนออกแบบและเลือกแนวทางในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	4	5	4	4.33	0.58	มาก
2.6 กิจกรรมเปิดโอกาสนักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลายด้วยตนเอง	4	5	4	4.33	0.58	มาก
2.7 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวกระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย				4.52	0.58	มากที่สุด
ขั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)						
3.1 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมในขั้นที่ 2 ชั้นสำรวจและค้นหา แปลผลและสรุปผลโดยอ้างอิงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากข้อสรุปที่ได้ โดยอ้างอิงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับความเหมาะสม		
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
3.3 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียน นำเสนอผลการวิเคราะห์และ ข้อสรุปของตนเองในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง วาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวก ระหว่างที่นักเรียนทำ กิจกรรม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย				4.67	0.58	มากที่สุด
ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)						
4.1 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียน เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ เช่น การตั้ง คำถาม การยกตัวอย่าง นำเสนอ ข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ทำการทดลอง ด้วยห้องทดลองเสมือนจริง ฯลฯ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียน อภิปรายโดยอ้างอิงหลักฐานและให้ เหตุผลอย่างเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ครูเป็นผู้ชี้แนะและอำนวยความสะดวก ระหว่างที่นักเรียนทำ กิจกรรม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย				4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับความเหมาะสม		
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation)						
5.1 ครูใช้วิธีการประเมินที่ หลากหลาย	5	3	5	4.33	1.15	มาก
5.2 ครูให้ผลสะท้อนกลับแก่ นักเรียนหลังการประเมิน	4	3	5	4.00	1.00	มาก
5.3 ครูประเมินการเรียนรู้ในด้าน กระบวนการปฏิบัติและผลงาน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5.4 นักเรียนมีส่วนร่วมในการ ประเมิน	4	3	4	3.67	0.58	มาก
	เฉลี่ย			4.17	0.83	มาก
	เฉลี่ยรวม			4.48	0.39	มาก

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตาราง 20 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับความเหมาะสม		
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
สาระสำคัญ						
1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. สาระสำคัญสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย				4.67	0.58	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้						
3. จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณธรรม จริยธรรม	4	5	3	4.00	1.00	มาก
6. จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับพฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4	5	3	4.00	1.00	มาก
เฉลี่ย				4.50	0.50	มาก
สาระการเรียนรู้						
7. สาระการเรียนรู้และกิจกรรมสอดคล้องและเอื้อต่อการบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับความเหมาะสม		
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
8. สารระการเรียนรู้สอดคล้อง จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
9. กำหนดสารการเรียนรู้ เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ย				4.56	0.58	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้						
10. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตาม ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบสอบ (สสวท., 2561)	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการ สร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
12. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาเหมาะสม	4	3	5	4.00	1.00	มาก
13. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม กับวัยและความสามารถของ นักเรียน	5	4	4	4.33	0.58	มาก
14. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลาย น่าสนใจ	5	4	4	4.33	0.58	มาก
15. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนรู้	5	-	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย				4.61	0.36	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับความเหมาะสม		
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
สื่อ/แหล่งเรียนรู้						
16. สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละ กิจกรรมการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
17. มีวิธีการใช้ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย	4	4	4	4.00	0.00	มาก
18. สื่อที่ใช้ทันสมัย และน่าสนใจ	5	-	4	4.50	0.71	มากที่สุด
19. สื่อที่ใช้มีความหลากหลาย	5	3	5	4.33	1.15	มาก
20. สื่อที่ใช้มีความสอดคล้องกับ ชีวิตประจำวันของนักเรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย				4.43	0.48	มาก
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
21. การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
22. การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
23. การประเมินครอบคลุม จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
24. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและ ประเมินผลสอดคล้องกับวิธีการวัด	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
25. เกณฑ์การประเมินผลเหมาะสม กับนักเรียน	4	4	5	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ย				4.60	0.58	มาก
เฉลี่ยรวม				4.43	0.42	มาก

3. ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์ (จำนวน 30 ข้อ)

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อ	จุดประสงค์ที่ต้องการวัด	ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่า IOC	แปล ผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
1	นักเรียนอธิบายการเกิดแรงไฟฟ้าได้	+1	+1	-1	1	0.33	ตัดทิ้ง
2	นักเรียนสังเกตและอธิบายผลของแรงไฟฟ้าได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	นักเรียนสังเกตและอธิบายผลของแรงไฟฟ้าได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	นักเรียนสังเกตและอธิบายผลของแรงไฟฟ้าได้	+1	+1	-1	1	0.33	ตัดทิ้ง
5	นักเรียนสังเกตและอธิบายผลของแรงไฟฟ้าได้	+1	+1	-1	1	0.33	ตัดทิ้ง
6	นักเรียนระบุส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
7	นักเรียนบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	นักเรียนบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	นักเรียนอธิบายลักษณะและเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าเปิดและวงจรไฟฟ้าปิดได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	นักเรียนอธิบายลักษณะและเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าเปิดและวงจรไฟฟ้าปิดได้	+1	+1	-1	1	0.33	ตัดทิ้ง

ข้อ	จุดประสงค์ที่ต้องการวัด	ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่า IOC	แปล ผล
		คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3			
11	นักเรียนอธิบายลักษณะและเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าเปิดและวงจรไฟฟ้าปิดได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	นักเรียนบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	นักเรียนระบุส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	นักเรียนระบุส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
15	นักเรียนอธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	นักเรียนอธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	นักเรียนอธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	นักเรียนอธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	นักเรียนบอกประโยชน์ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมในชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	นักเรียนอธิบายลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	นักเรียนอธิบายลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	นักเรียนอธิบายลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	นักเรียนอธิบายลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ข้อ	จุดประสงค์ที่ต้องการวัด	ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน	ค่า	แปล
24	นักเรียนอธิบายลักษณะของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	นักเรียนบอกประโยชน์และข้อจำกัดของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้	+1	+1	-1	1	0.33	ตัดทิ้ง
26	นักเรียนจำแนกวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	นักเรียนจำแนกวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	นักเรียนจำแนกวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
29	นักเรียนจำแนกวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	นักเรียนจำแนกวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

4. ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแบบวัดมโนทัศน์ทาง
วิทยาศาสตร์

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแบบวัดมโนทัศน์ทาง
วิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล
2	0.78	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
3	0.78	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
6	0.72	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้
7	0.78	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
8	0.78	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
9	0.56	ใช้ได้	0.21	ใช้ได้
11	0.72	ใช้ได้	0.25	ใช้ได้
12	0.78	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้
13	0.78	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
14	0.78	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
15	0.78	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้
16	0.72	ใช้ได้	0.25	ใช้ได้
17	0.72	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
18	0.78	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
19	0.78	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
20	0.56	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้
21	0.56	ใช้ได้	0.21	ใช้ได้
22	0.78	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
23	0.78	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
24	0.78	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้
26	0.61	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้
27	0.83	ตัดทิ้ง	-0.04	ตัดทิ้ง
28	0.61	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้
29	0.89	ตัดทิ้ง	-0.18	ตัดทิ้ง
30	0.72	ใช้ได้	0.25	ใช้ได้

ภาคผนวก ง ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ตาราง 23 ผลการหาประสิทธิภาพด้านเนื้อหา, ภาษาและเวลาของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับนักเรียน จำนวน 3 คน

ประเด็น	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ด้านเนื้อหา	เนื้อหาที่ใช้ต้องเรียนรู้ก่อนกิจกรรมก่อนข้างเยอะ และกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือนเป็นกิจกรรมที่นักเรียนต้องใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม (เช่น โทรศัพท์มือถือ หรือคอมพิวเตอร์) ทำให้ถูกหันเหความสนใจระหว่างทำกิจกรรมได้ง่าย	ปรับรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาให้น่าสนใจ ใช้สื่อรูปภาพ, ภาพเคลื่อนไหว, และคลิปวิดีโอให้มากขึ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว ใช้ในคำถามในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน
ด้านภาษา	นักเรียนไม่เข้าใจคำสั่งและคำถามในใบกิจกรรมส่งผลให้การทำงานของนักเรียนไม่ตรงตามจุดประสงค์ และตอบคำถามได้ไม่ชัดเจน	ปรับแก้คำสั่งและข้อคำถามในใบกิจกรรมโดยใช้ภาษาที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย
ด้านเวลา	เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมค่อนข้างนาน ทักษะพื้นฐานในการใช้อุปกรณ์สื่อสารส่งผลต่อการใช้เวลาในการทำกิจกรรม	แบ่งระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม, มีการฝึกทักษะหรืออธิบายวิธีการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกันก่อนลงมือปฏิบัติ

ตาราง 24 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการจัดการการเรียนรู้จากการทดลองแบบกลุ่มเล็กกับ
นักเรียนจำนวน 9 คน

คนที่	คะแนนระหว่างเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้				รวมคะแนน ระหว่างเรียน (160 คะแนน)	คะแนนหลัง เรียน (20 คะแนน)
	1 (50)	2 (35)	3 (35)	4 (40)		
1	33	23	31	34	125	14
2	43	30	37	39	153	18
3	36	27	32	35	134	16
4	38	29	36	37	144	16
5	33	23	31	34	125	15
6	39	26	35	36	140	17
7	32	23	31	34	124	14
8	37	25	33	36	135	16
9	38	28	35	37	142	17
$\sum X$	329	234	301	322	1,186	143
\bar{X}	36.56	26.00	33.44	35.78	131.78	15.89
$\bar{X} \%$	73.11	74.29	95.56	89.44	82.36	79.44
ประสิทธิภาพ						82.36/79.44

ภาคผนวก จ คะแนนจากการทดสอบและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 25 คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)
1	5	15
2	6	18
3	3	17
4	1	16
5	1	15
6	4	16
7	3	15
8	6	17
9	7	18

2. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการวิเคราะห์สถิติ Wilcoxon (แบบ Two-Related Sample) ด้วยโปรแกรม SPSS

ตาราง 26 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการวิเคราะห์สถิติ Wilcoxon (แบบ Two-Related Sample) ด้วยโปรแกรม SPSS

➔ **NPar Tests**

[DataSet0]

Wilcoxon Signed Ranks

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
posttest - pretest	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	9 ^b	5.00	45.00
	Ties	0 ^c		
	Total	9		

- a. posttest < pretest
- b. posttest > pretest
- c. posttest = pretest

Test Statistics^b

	posttest - pretest
Z	-2.680 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.007

- a. Based on negative ranks.
- b. Wilcoxon Signed Ranks Test

3. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยการวิเคราะห์สถิติ t ด้วยโปรแกรม SPSS

ตาราง 27 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 75 โดยการวิเคราะห์สถิติ t ด้วยโปรแกรม SPSS

➔ **T-Test**

[DataSet0]

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	9	16.33	1.225	.408

One-Sample Test

Test Value = 15

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	3.266	8	.011	1.333	.39	2.27

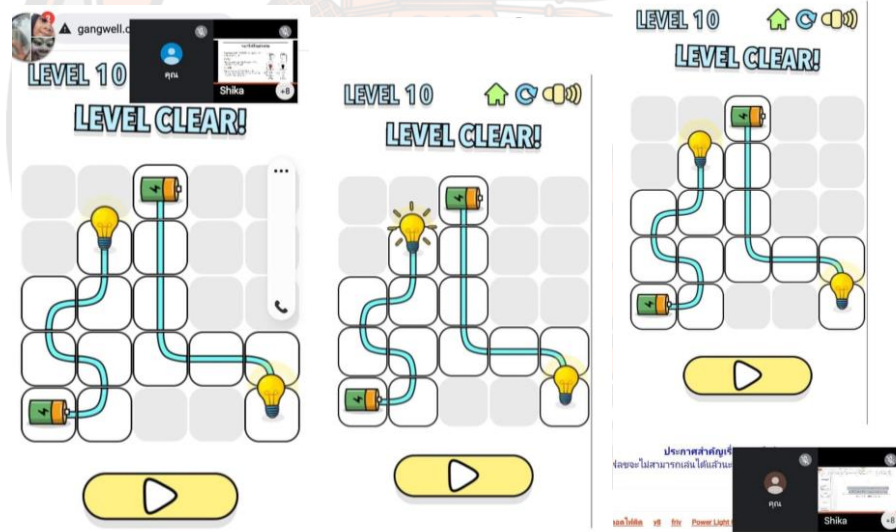


ภาคผนวก ฉ ภาพการดำเนินการทดลอง

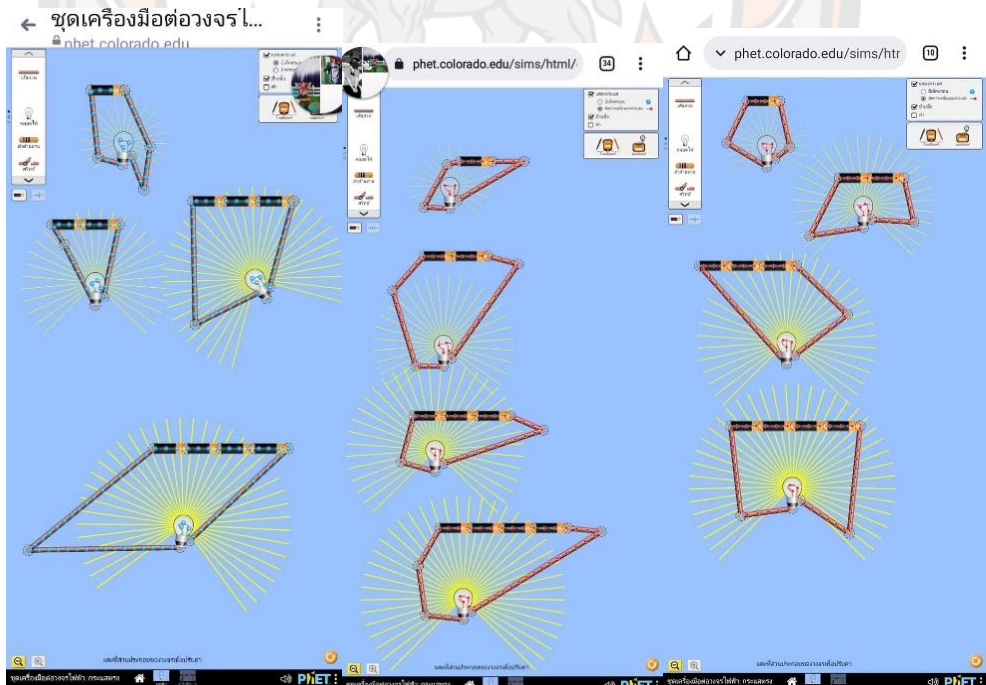
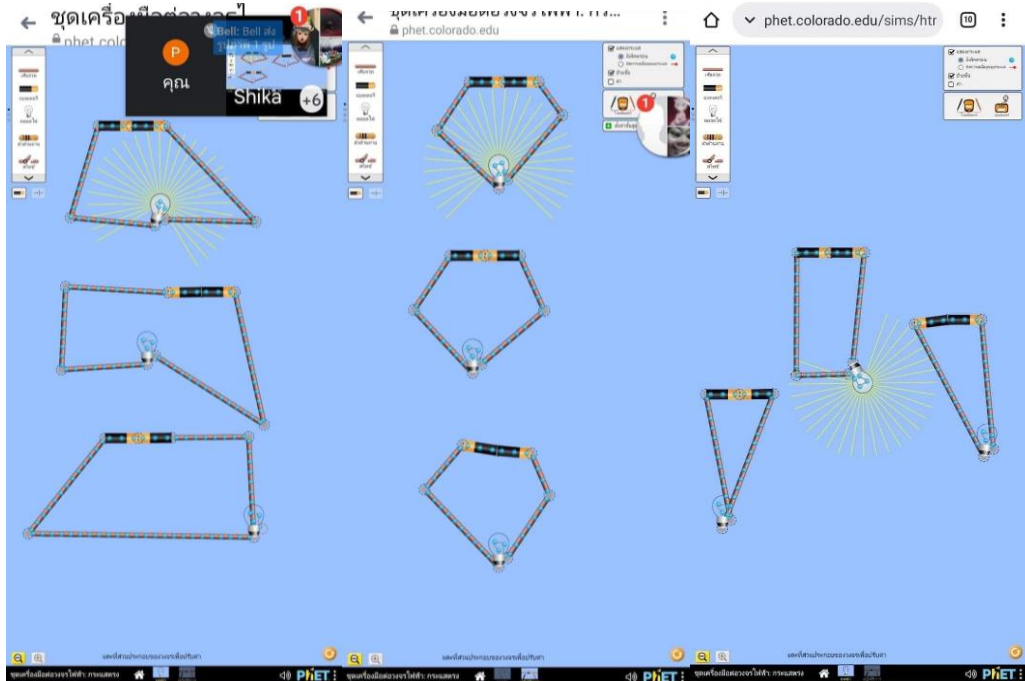
ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องทดลองเสมือน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทาง วิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

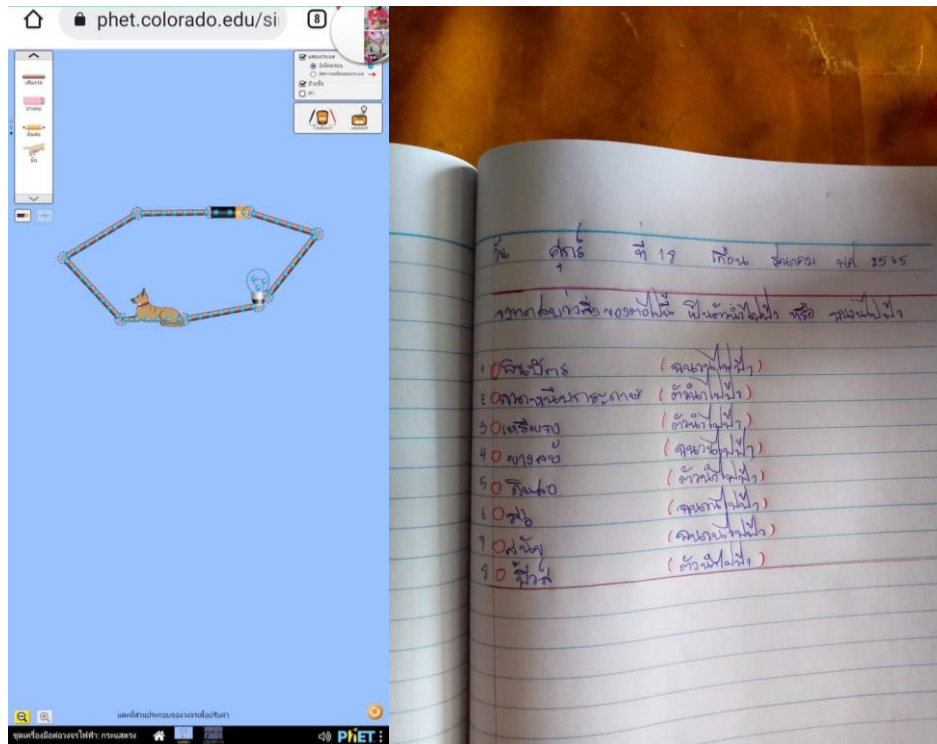
ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนและให้นักเรียนแต่ละคนลงมือใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงด้วยตนเองโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์คนละ 1 เครื่อง เนื่องจากผู้วิจัยเป็นกลุ่มเสี่ยงสูงจึงทำให้ต้องปรับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเป็นแบบออนไลน์ผ่านระบบ google meet ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2-4 แทน โดยนักเรียนสามารถเข้าใช้งานสื่อและใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนได้ผ่านทางโทรศัพท์มือถือของตนเอง และบันทึกใบกิจกรรมในสมุด

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

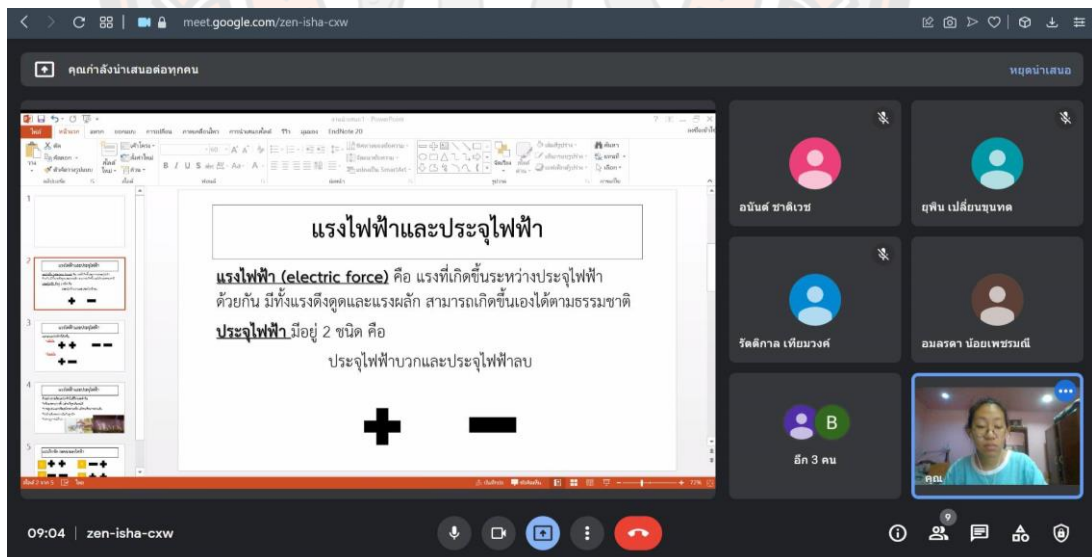


ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

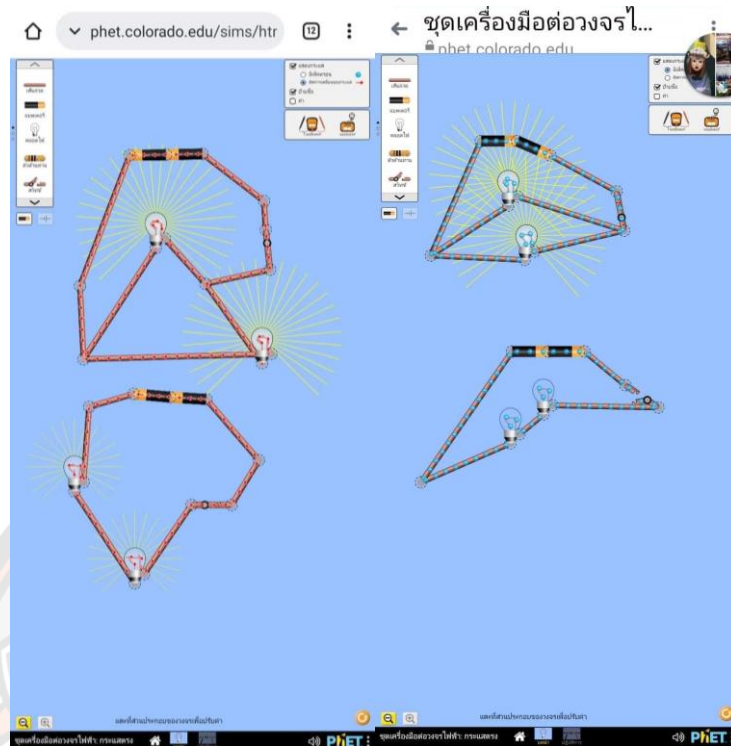




ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป



ขั้นที่ 4 ขยายความรู้



ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน

