บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
4. แบบแผนการทดลอง
5. เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. วิธีดำเนินการทดลอง
7. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาประจำตำบล สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในเขตจังหวัดพิษณุโลก

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนดอนทองวิทยา ตำบลดอนทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก โดยมีวิธีการดังนี้

1. สุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากรายชื่อโรงเรียนที่เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประจำตำบล สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในเขตจังหวัดพิษณุโลก โดยวิธีการจับฉลาก

2. สุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดอนทองวิทยา จาก 3 ห้องเรียนมา 2 ห้อง โดยวิธีจับฉลาก

3. สุ่มอย่างง่ายโดยจับฉลากห้องเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน เพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่ม 1 เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 39 คน ได้รับการสอนตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ

กลุ่ม 2 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 39 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามเนื้อหา 17 ชั่วโมง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งประกอบด้วย

1. งานและพลังงาน	จำนวน	3	ชั่วโมง
2. ชีวิตและพลังงาน	จำนวน	3	ชั่วโมง
3. อุณหภูมิและการวัด	จำนวน	3	ชั่วโมง
4. การถ่ายโอนความร้อนและสมดุลความร้อน	จำนวน	4	ชั่วโมง
5. แสงและปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงาน	จำนวน	4	ชั่วโมง

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบ Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design (ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และสำลี ทองทิว, 2538 : 72 - 73) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยดังตาราง

ตาราง 5 แบบแผนการทดลองของการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2
C	T_1	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experimental group)

C หมายถึง กลุ่มควบคุม (Control group)

เครื่องมือ และการสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงาน ซึ่งแบ่งเป็น 2 แผนการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

1.1 แผนจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง ตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ

1.2 แผนจัดการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุม แบบสืบเสาะหาความรู้

2. แบบวัดความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

3. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์

ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ

1. แผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 หน่วยการเรียนเรื่อง พลังงาน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาแนวทางการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อประมวลเนื้อหาในการจัดทำแผนการเรียนรู้ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.4 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 ตารางวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงาน

สาระ / มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
สาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความหมายของงาน และพลังงาน ทักษะการคำนวณเกี่ยวกับงาน กฎการอนุรักษ์พลังงานและการนำไปใช้ประโยชน์ มองเห็นความสัมพันธ์และโยงความสัมพันธ์ของพลังงานชนิดต่างๆ และสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ (เพิ่มเติม)	1. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของงานและพลังงานในรูปต่างๆ ได้ 2. สามารถคำนวณเกี่ยวกับงาน 3. สามารถมองเห็นความสัมพันธ์และโยงความสัมพันธ์ของพลังงานชนิดต่างๆ 4. มีความรู้ ความเข้าใจกฎการอนุรักษ์พลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์ และสร้างข้อสรุปสิ่งที่ศึกษาค้นคว้า	**1. เรื่องงานและพลังงาน** 2.1 ความหมายของงานและพลังงาน 2.2 การคำนวณเกี่ยวกับงาน 2.3 ชนิดของพลังงาน 2.4 กฎการอนุรักษ์พลังงานและการนำไปใช้ประโยชน์	3
มาตรฐาน ว 5.2 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน และการสูญเสียพลังงานในรูปที่ไม่ต้องการ สร้างข้อสรุปจากการค้นหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ (เพิ่มเติม)	1. มีความรู้ ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต 2. มีความรู้ ความเข้าใจการเปลี่ยนรูปพลังงานและการสูญเสียพลังงานในรูปที่ไม่ต้องการ 3. มีความสามารถสร้างข้อสรุปจากการค้นหาคำตอบจากความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต	**2. เรื่อง ชีวิตและพลังงาน** 1.1 พลังงานกับการดำรงชีวิต 1.2 การเปลี่ยนรูปพลังงาน	3

ตาราง 6 (ต่อ)

สาระ / มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
สาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว 5.3 : มีทักษะการสังเกต การจัดการ จากการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับอุณหภูมิ การวัด การคำนวณอุณหภูมิของสิ่งต่างๆ สร้างข้อสรุประหว่างอุณหภูมิกับการดำรงชีวิตประจำวัน ระบุหน่วยวัดอุณหภูมิและเครื่องมือ (เพิ่มเติม)	1. สามารถสังเกต จัดการทดลองเกี่ยวกับอุณหภูมิ 2. สามารถคำนวณ และวัดอุณหภูมิของสิ่งต่าง 3. สามารถสร้างข้อสรุประหว่างอุณหภูมิกับการดำรงชีวิตประจำวัน 4. สามารถระบุหน่วยวัดและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	**3. เรื่องอุณหภูมิและการวัด** 3.1 กิจกรรมการทดลองเกี่ยวกับอุณหภูมิ 3.2 การคำนวณและวัดอุณหภูมิ 3.3 อุณหภูมิกับการดำรงชีวิตประจำวัน 3.4 หน่วยวัดอุณหภูมิและเครื่องมือวัด	3

ตาราง 6 (ต่อ)

สาระ / มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
สาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว 5.4 : เข้าใจ และสำรวจตรวจสอบ เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี ยกตัวอย่างการถ่ายโอนความร้อนในรูปแบบต่างๆ และการใช้ประโยชน์ ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาการถ่ายโอนความร้อนในรูปแบบต่างๆ สมดุลความร้อนและการขยายตัวของสาร การนำไปใช้ประโยชน์ (เพิ่มเติม)	1. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี 2. ยกตัวอย่างการถ่ายโอนความร้อนในรูปแบบต่างๆ และการนำไปใช้ประโยชน์ 3. สำรวจตรวจสอบ เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี 4. ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาการถ่ายโอนความร้อนในรูปแบบต่างๆ 5. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสมดุลความร้อนและการขยายตัวของสาร การนำไปใช้ประโยชน์ 6. ยกตัวอย่างกิจกรรมหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับเรื่องสมดุลของสารและการขยายตัวของสาร	**4. เรื่องการถ่ายโอนความร้อน และสมดุลความร้อน** 4.1 การถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี 4.2 กิจกรรมการทดลองเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี 4.3 สมดุล ความร้อนและการขยายตัวของสาร การนำไปใช้ประโยชน์	4

ตาราง 6 (ต่อ)

สาระ / มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
สาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว. 5.5 เข้าใจและสำรวจ ตรวจสอบ เกี่ยวกับการดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ รวมทั้งนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ สาเหตุของปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงาน และผลกระทบจากการใช้พลังงานสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม แนวทางการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (เพิ่มเติม)	1. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ รวมทั้งนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ 2. สำรวจ ตรวจสอบเกี่ยวกับการดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ 3. ยกตัวอย่างเกี่ยวกับการดูดกลืนแสง และการคายความร้อนไปใช้ในชีวิตประจำวัน 4. มีความรู้ ความเข้าใจสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงาน และผลกระทบจากการใช้พลังงานสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 5. มีความรู้ ความเข้าใจแนวทางการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	**5. เรื่องแสงและปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงาน** 5.1 การดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ การนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ 5.2 กิจกรรมการทดลองเกี่ยวกับการดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ 5.3 ปัญหาของการใช้พลังงาน 5.4 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	4

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

1.5 สร้างแผนจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงาน จำนวน 7 แผน รวม 17 ชั่วโมง ตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ ซึ่งมีขั้นตอนหลัก คือ ขั้นการสำรวจมโนทัศน์เดิม ขั้นการสร้างความขัดแย้งทางความคิด ขั้นการค้นหาคำตอบ ขั้นการสร้างความเข้าใจส่วนสาธารณะ ขั้นการสร้างความหมายส่วนบุคคล ขั้นการนำความรู้ไปใช้ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 7 ตารางวิเคราะห์โครงสร้างแผนจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงาน

แผนที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.1	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา
1	งานและพลังงาน	1. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของงานและพลังงานในรูปต่างๆ ได้ 2. สามารถคำนวณเกี่ยวกับงาน 3. สามารถมองเห็นความสัมพันธ์และโยงความสัมพันธ์ของพลังงานชนิดต่างๆ 4. มีความรู้ ความเข้าใจกฎการอนุรักษ์พลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์ และสร้างข้อสรุปสิ่งที่ศึกษาค้นคว้า	1. อธิบายความหมายของงานและพลังงานในรูปต่างๆได้ 2. คำนวณเกี่ยวกับงานตามโจทย์กำหนดให้ 3. สื่อสารเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ เรื่องงานและพลังงานได้ 4. อธิบายความสัมพันธ์ของพลังงานชนิดต่างๆ ได้ 5. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์ 6. ลงความเห็นเกี่ยวกับงานและพลังงานได้	1.ความหมายของงานและพลังงาน 2.การคำนวณเกี่ยวกับงาน 3.ชนิดขอพลังงาน 4.กฎการอนุรักษ์พลังงานและการนำไปใช้ประโยชน์	3 ชม.

ตาราง 7 (ต่อ)

แผนที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.1	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา
2	ชีวิตและพลังงาน	1. มีความรู้ ความเข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต 2. มีความรู้ ความเข้าใจ การเปลี่ยนรูปพลังงานและการสูญเสียพลังงานในรูปที่ไม่ต้องการ 3. มีความสามารถสร้างข้อสรุปจากการค้นหาคำตอบจากความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต	1. ยกตัวอย่างกิจกรรมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตได้ 2. ยกตัวอย่างกิจกรรมที่เปลี่ยนพลังงานรูปหนึ่งไปเป็นพลังงานรูปอื่นและการสูญเสียพลังงานในรูปที่ไม่ต้องการได้ 3. สร้างข้อสรุปจากการค้นหาคำตอบจากความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต	1. พลังงานกับการดำรงชีวิต 2. การเปลี่ยนรูปพลังงาน	3 ชม.

ตาราง 7 (ต่อ)

แผนที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.1	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา
3	อุณหภูมิและการวัด	1. สามารถสังเกต จัดการทดลองเกี่ยวกับอุณหภูมิ 2. สามารถคำนวณ และวัดอุณหภูมิของสิ่งต่างๆ 3. สามารถสร้างข้อสรุประหว่างอุณหภูมิกับการดำรงชีวิตประจำวัน 4. สามารถระบุหน่วยวัดและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	1. สังเกต และจัดการทดลองเกี่ยวกับอุณหภูมิ 2. คำนวณและวัดอุณหภูมิของสิ่งต่างๆ 3. สื่อสารเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้เรื่องอุณหภูมิและการวัดได้ 4. ลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการดำรงชีวิต 5. ระบุหน่วยวัดและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	1. กิจกรรมการทดลองเกี่ยวกับอุณหภูมิ 2. การคำนวณและวัดอุณหภูมิ 3. อุณหภูมิกับการดำรงชีวิตประจำวัน 4.หน่วยวัดอุณหภูมิและเครื่องมือวัด	3 ชม.

ตาราง 7 (ต่อ)

แผนที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.1	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา
4	การถ่ายโอนความร้อน	1. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี 2. ยกตัวอย่างการถ่ายโอนความร้อนในรูปแบบต่างๆ และการนำไปใช้ประโยชน์ 3. สำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี 4. ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาการถ่ายโอนความร้อนในรูปแบบต่างๆ	1. อธิบายหลักการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำ การพา และการแผ่รังสี 2. ระบุตัวอย่างการถ่ายโอนความร้อนในรูปของการนำ การพา การแผ่รังสี 3. สังเกตและจัดการ ทดลองเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี 4. อธิบายหลักเกณฑ์ในการพิจารณาการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสีได้อย่างถูกต้องแม่นยำ	1. การถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี 2. กิจกรรมการทดลองเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี	2 ชม.

ตาราง 7 (ต่อ)

แผนที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.1	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา
5	สมดุลความร้อน	1. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสมดุลความร้อน และการขยายตัวของสาร การนำไปใช้ประโยชน์ 2. ยกตัวอย่างกิจกรรมหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับเรื่องสมดุลของสารและการขยายตัวของสาร	1. อธิบายหลักการสมดุลความร้อน การขยายตัวของสาร 2. ระบุตัวอย่างกิจกรรมหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับเรื่องสมดุลของสารและการขยายตัวของสาร	1. สมดุล ความร้อนและการขยายตัวของสาร การนำไปใช้ประโยชน์	2 ชม.

ตาราง 7 (ต่อ)

แผนที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.1	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา
6	แสง	1. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ	1. อธิบายหลักการเกี่ยวกับการดูดกลืนแสง และการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ	1. การดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ การนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ	2 ชม.
		2. สำรวจ ตรวจสอบเกี่ยวกับการดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ	2. สังเกตและจัดการทดลองเกี่ยวกับการดูดกลืนแสงและการคายความร้อน	2. กิจกรรมการทดลองเกี่ยวกับการดูดกลืนแสงและการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ	
		3. ยกตัวอย่างเกี่ยวกับการดูดกลืนแสง และการคายความร้อนไปใช้ในชีวิตประจำวัน	3. ระบุตัวอย่างเกี่ยวกับการดูดกลืนแสง และการคายความร้อนไปใช้ในชีวิตประจำวัน		

ตาราง 7 (ต่อ)

แผนที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ม.1	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา
7	ปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงาน	1. มีความรู้ ความเข้าใจ สาเหตุของปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงาน และผลกระทบจากการใช้พลังงานสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 2. มีความรู้ ความเข้าใจ แนวทางการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	1. สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากพลังงาน 2. คาดเดาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากผลกระทบของการใช้พลังงานต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 3. อธิบายแนวทางในการเลือกใช้พลังงานอย่างประหยัด 4. อธิบายวิธีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	1. ปัญหาของการใช้พลังงาน 2. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	2 ชม.

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน และครูผู้สอนที่มีประสบการณ์การสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ภาคผนวก ก) ตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน ตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินแผนจัดการเรียนรู้ (ภาคผนวก ข) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 100) จำนวน 7 ข้อ ดังนี้

1) ดร.ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

2) นายมนัส ขำอ่อน ศึกษานิเทศก์ 9 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพิษณุโลก เขต 1

3) อาจารย์ประพาพรรณ คำรังสี ครู คศ. 3 (ชำนาญการพิเศษ) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก

จากการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ จากแบบประเมินแผนจัดการเรียนรู้พบว่า โดยภาพรวม มีระดับความเหมาะสมต่อแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า ด้านสาระสำคัญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยสาระสำคัญครอบคลุมสาระการเรียนรู้ เขียนสาระสำคัญได้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และเขียนสาระสำคัญได้กระชับ สื่อความหมายได้ชัดเจน มีคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ยมากทุกข้อ ด้านผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและมาตรฐานสาระ เขียนได้ถูกต้องตามลักษณะการเขียนผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมีคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ยมากทุกข้อ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และจุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ ด้านสาระการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และมาตรฐานสาระ มีคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ และระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนมีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ด้านสื่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยสื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย และเร้าความสนใจของผู้เรียนมีคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยเกณฑ์การประเมินผลเหมาะสมกับผู้เรียน มีคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (ภาคผนวก ค)

1.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.8 นำแผนจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองพระพิทยา อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อพัฒนาให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้จริง

1.9 นำผลการทดลองใช้ (Try Out) แผนจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงให้เป็นแผนจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

แผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนเรื่องพลังงาน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาแนวทางการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อประมวลเนื้อหาในการจัดทำแผนการเรียนรู้ให้เหมาะสม และสอดคล้องกับการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.4 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เหมือนกับวิธีการจัดทำแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ ดังตารางที่ 2

2.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงาน จำนวน 7 แผน รวม 17 ชั่วโมง ตามขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนหลัก คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมินผล ซึ่งใช้วิธีการเดียวกับการสอนตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ ดังตาราง 3

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน และครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ การสอนกลุ่ม

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ภาคผนวก ก) ตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินแผนจัดการเรียนรู้ (ภาคผนวก ง) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 100) จำนวน 7 ข้อ ดังนี้

1) ดร.ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

2) นายมนัส ขำอ่อน ศึกษานิเทศก์ 9 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพิษณุโลก เขต 1

3) อาจารย์ประพาพรรณ คำรังสี ครู คศ. 3 (ชำนาญการพิเศษ) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนครบางยางพิทยาคม อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก

จากการวิเคราะห์ ค่าความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากแบบประเมินแผนจัดการเรียนรู้พบว่า โดยภาพรวม มีระดับความเหมาะสมต่อแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับ มาก และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า ด้านสาระสำคัญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยสาระสำคัญครอบคลุมสาระการเรียนรู้ เขียนสาระสำคัญได้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และเขียนสาระสำคัญได้กระชับ สื่อความหมายได้ชัดเจน มีคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ยมากทุกข้อ ด้านผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและมาตรฐานสาระ เขียนได้ถูกต้องตามลักษณะการเขียนผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ยมากทุกข้อ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และจุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ ด้านสาระการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและมาตรฐานสาระ มีคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ และระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนมีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ด้านสื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยสื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย และเร้าความสนใจของผู้เรียนมีคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

โดยเกณฑ์การประเมินผลเหมาะสมกับผู้เรียน มีคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (ภาคผนวก จ)

2.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.8 นำแผนจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองพระพิทยา อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่ใช่กลุ่มทดลอง (Try Out)กับแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟ จำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อพัฒนาให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้จริง

2.9 นำผลการทดลองใช้ (Try Out) แผนจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงให้เป็นแผนจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบวัดความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

วิจัยสร้างแบบวัดความรู้ ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล วิธีการสร้างแบบวัด และการเขียนข้อสอบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัย (อิงเกณฑ์) แบบวัดนี้ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากแบบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ของรุ่งนภา ปัดปอภาร (2545)

3.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ จากหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.3 สร้างตารางกำหนดลักษณะข้อสอบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ดังนี้

ตาราง 8 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้				จำนวนที่ออก	จำนวนที่ต้องการจริง
	เข้าใจมโนมติหลักการกฎทฤษฎี	ทักษะที่จำเป็นต่อการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
		ทักษะการคำนวณ	ทักษะการสังเกตและการจัดการ	ทักษะการสื่อสาร		
เรื่อง งานและพลังงาน						
1. อธิบายความหมายของงานและพลังงานในรูปต่างๆได้	✓				6	3
2. คำนวณเกี่ยวกับงานตามโจทย์ที่กำหนดให้		✓			8	4
3. สื่อสารเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้เรื่องงานและพลังงานได้				✓	6	3
4. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานการนำไปใช้ประโยชน์	✓				6	3

Pibulsongkram Rajabhat University

ตาราง 8 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้				จำนวนที่ออก	จำนวนที่ต้องการจริง
	เข้าใจมโนมติหลักการกฎทฤษฎี	ทักษะที่จำเป็นต่อการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
		ทักษะการคำนวณ	ทักษะการสังเกตและการจัดการ	ทักษะการสื่อสาร		
เรื่อง อุณหภูมิและการวัด						
1. สังเกต และจัดการทดลองเกี่ยวกับอุณหภูมิ			✓		6	3
2. คำนวณและวัดอุณหภูมิของสิ่งต่างๆ		✓			6	3
3. สื่อสารเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้เรื่องอุณหภูมิและการวัดได้				✓	6	3
เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน						
1. อธิบายหลักการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำ การพาและการแผ่รังสี	✓				6	3
2. สังเกตและจัดการ ทดลองเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำ การพา การแผ่รังสี			✓		6	3
3. สื่อสารเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนได้				✓	6	3
เรื่อง สมดุลความร้อน						
อธิบายหลักการสมดุลความร้อน การขยายตัวของสาร	✓				6	3

ตาราง 8 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้				จำนวนที่ออก	จำนวนที่ต้องการจริง
	เข้าใจมโนมติ หลักการ กฎ ทฤษฎี	ทักษะที่จำเป็นต่อการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
		ทักษะการคำนวณ	ทักษะการสังเกตและการจัดการ	ทักษะการสื่อสาร		
เรื่อง แสง						
1. อธิบายหลักการเกี่ยวกับการดูดกลืนแสง และการคายความร้อนของวัตถุต่างๆ	✓				6	3
2. สังเกตและจัดการ ทดลองเกี่ยวกับการดูดกลืนแสงและการคายความร้อน			✓		6	3
รวม					80	40

3.4 สร้างแบบวัดความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนเรื่อง พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ

1) ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ และเทคนิคการเขียนข้อสอบ รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้

3) กำหนดพฤติกรรมย่อยหรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง และสร้างเกินไว้เพื่อสำหรับตัดข้อที่ไม่เข้าเกณฑ์ออก

4) สร้างแบบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (แบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนน คือตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน) เรื่อง พลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ภาคผนวก ฎ)

ตัวอย่างแบบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง แบบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับตัวอักษร ก ข ค ง ซึ่งตรงกับตัวเลือก ในแต่ละข้อคำถามในกระดาษคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

เข้าใจมโนมติ หลักการ กฎ ทฤษฎี

0. การทำกับข้าวในกระทะเหล็กที่ตั้งอยู่เหนือเตาไฟ เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนแบบใด

ก. การแผ่รังสีความร้อน

ข. การนำความร้อน

ค. การพาความร้อน

ง. ถูกทุกข้อ

ทักษะการคำนวณและการประมาณค่า

00.นายทองคำออกแรง 500 N ลากวัตถุไปได้ระยะทาง 12 เมตร จะเกิดงานกี่จูล

ก. 500 จูล

ข. 1,200 จูล

ค. 6,000 จูล

ง. 7,200 จูล

ทักษะการจัดการ

000.ถ้านักเรียนต้องการวัดอุณหภูมิ ควรเลือกใช้อุปกรณ์ใด

ก. แอมมิเตอร์

ข. เทอร์มอมิเตอร์

ค. โอห์มมิเตอร์

ง. โวลต์มิเตอร์

3.5 นำแบบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทางด้านการวัด และประเมินผลการเรียนตรวจพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมหรือไม่ มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาหรือไม่ (Content Validity) รวมทั้งพิจารณาข้อคำถามและตัวเลือกว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

1) รศ.วิราพร พงศ์อาจารย์ อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

2) ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

3) ดร.สุขแก้ว คำสอน อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีข้อคำถามตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ หรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ไว้ 40 ข้อ พบว่า ข้อสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 (ภาคผนวก ฉ)

3.7 นำแบบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ที่ปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองพระพิทยา อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

1) นำผลการสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ หาค่าดัชนีอำนาจจำแนก (B) โดยใช้วิธีของเบรนนอน (Brennan) (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539 : 210)

2) เลือกข้อที่มีดัชนีอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ จาก 80 ข้อ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์เป็นรายข้อ ได้ข้อสอบที่มีดัชนีอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.68 โดยให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้ตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ

3) นำข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ 40 ข้อ ไปวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett) (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539 : 199) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.86 (ภาคผนวก ฌ)

3.8 เป็นแบบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์

ในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ และการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ แบบวัดนี้ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของระพินทร์ คร้ามมี (2544)

4.2 ศึกษาเนื้อหาของหลักสูตรและจุดมุ่งหมายตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.3 รวบรวมเหตุการณ์ ลักษณะข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไปสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ โดยข้อคำถามเป็นสถานการณ์

4.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ทั้ง 2 รูปแบบ คือ การวิเคราะห์คำอธิบาย (AX) และเหตุผลเชิงตรรก (LR) ตามความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ทักษะ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยสร้างแบบวัด เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ (ภาคผนวก ฌ) ในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว คำตอบถูกในแต่ละข้อได้ 1 คะแนน ถ้าคำตอบผิดในแต่ละข้อให้ 0 คะแนน ดังตารางที่ 9

ตาราง 9 ตารางวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์					จำนวนข้อที่ออก	จำนวนต้องการจริง
	เหตุผลเชิงตรรก			เหตุผลคำอธิบาย			
	ความสามารถในการสร้าง และใช้ความคิด รวบยอด	ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ และโยงความสัมพันธ์	ความสามารถใช้เกณฑ์ในการพิจารณา	ความสามารถในการสร้างข้อสรุป	ความสามารถในการตัดสินประเมินปัญหา		
เรื่อง งานและพลังงาน							
1. จำแนกชนิดและประเภทของพลังงาน		✓				6	3
2. สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับงานและพลังงานได้				✓		4	2

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์					จำนวนข้อที่ออก	จำนวนต้องการจริง
	เหตุผลเชิงตรรก			เหตุผลคำอธิบาย			
	ความสามารถในการสร้าง และใช้ความคิด รวบยอด	ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ และโยงความสัมพันธ์	ความสามารถใช้เกณฑ์ในการพิจารณา	ความสามารถในการสร้างข้อสรุป	ความสามารถในการตัดสินประเมินปัญหา		
เรื่อง ชีวิตและพลังงาน							
1. ยกตัวอย่างกิจกรรมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตได้	✓					6	3
2. ยกตัวอย่างกิจกรรมที่เปลี่ยนพลังงานรูปหนึ่งไปเป็นพลังงานรูปอื่นและการสูญเสียพลังงานในรูปที่ไม่ต้องการได้	✓					6	3
3. สร้างข้อสรุปจากการค้นหาคำตอบจากความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต				✓		4	2

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์					จำนวนข้อที่ออก	จำนวนต้องการจริง
	เหตุผลเชิงตรรก			เหตุผลคำอธิบาย			
	ความสามารถในการสร้าง และใช้ความคิด รวบยอด	ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ และโยงความสัมพันธ์	ความสามารถใช้เกณฑ์ในการพิจารณา	ความสามารถในการสร้างข้อสรุป	ความสามารถในการตัดสินประเมินปัญหา		
เรื่อง อุณหภูมิและการวัด							
1. ลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการดำรงชีวิต				✓		6	3
2. ระบุหน่วยวัดและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	✓					4	2
เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน							
1. ระบุตัวอย่างการถ่ายโอนความร้อนในรูปของการนำ การพา การแผ่รังสี	✓					4	2
2. อธิบายหลักเกณฑ์ในการพิจารณาการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำ การพา การแผ่รังสี ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ			✓			4	2

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์					จำนวนข้อที่ออก	จำนวนต้องการจริง
	เหตุผลเชิงตรรก			เหตุผลคำอธิบาย			
	ความสามารถในการสร้าง และใช้ความคิด รวบยอด	ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ และโยงความสัมพันธ์	ความสามารถใช้เกณฑ์ในการพิจารณา	ความสามารถในการสร้างข้อสรุป	ความสามารถในการตัดสินประเมินปัญหา		
เรื่อง สมดุลความร้อน ระบุตัวอย่างกิจกรรมหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับเรื่องสมดุลของสารและการขยายตัวของสาร	✓			✓		4	2
เรื่อง แสง ระบุตัวอย่างเกี่ยวกับการดูดกลืนแสง และการคายความร้อนไปใช้ในชีวิตประจำวัน	✓					4	2

ลิขสิทธิ์@มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตาราง 9 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์					จำนวนข้อที่ออก	จำนวนต้องการจริง
	เหตุผลเชิงตรรก			เหตุผลคำอธิบาย			
	ความสามารถในการสร้าง และใช้ความคิด รวบยอด	ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ และโยงความสัมพันธ์	ความสามารถใช้เกณฑ์ในการพิจารณา	ความสามารถในการสร้างข้อสรุป	ความสามารถในการตัดสินประเมินปัญหา		
เรื่อง ปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงาน							
1. สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากพลังงาน				✓		8	4
2. คาดเดาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากผลกระทบของการใช้พลังงานต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม		✓				8	4
3. อธิบายแนวทางในการเลือกใช้พลังงานอย่างประหยัด					✓	6	3
4. อธิบายวิธีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ			✓			6	3
รวม						80	40

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์

คำชี้แจง แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ เป็นแบบวัดชนิด 4 ตัวเลือก มีคำตอบที่ถูกต้องให้เลือกเพียงคำตอบเดียว รูปแบบชนิดของคำถามมี 2 รูปแบบ คือ

การวิเคราะห์คำอธิบาย (Analysis of Explanation : X) เป็นแบบวัดที่กำหนดสถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีการอธิบายผล มีข้อคำถาม 1 คำถาม

เหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning : LR) เป็นแบบวัดที่กำหนดเป็นข้อความ ข้อคำถาม 1 คำถาม

ในฤดูหนาวท้องฟ้ามืดมิด ลมสงบและปลอดโปร่ง พระจันทร์เต็มดวงฉายแสงลงมากระทบรั้วไม้ และหลังคา

0. จากสถานการณ์ดังกล่าว มีพลังงานใดเข้ามาเกี่ยวข้อง

ก. พลังงานความร้อน

ข. พลังงานแสง

ค. พลังงานกล

ง. พลังงานไฟฟ้า

ผลไม้บางชนิดแก่จัด จะมีน้ำหนักมาก เช่นทุเรียน ส้มโอ การมีน้ำหนักมากทำให้กิ่งที่อยู่ติดกับก้านของผลหัก หรือฉีกขาด ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อผลผลิตของเกษตรกร

00. จากสถานการณ์ดังกล่าว มีพลังงานใดเข้ามาเกี่ยวข้อง

ก. พลังงานจลน์

ข. พลังงานแสง

ค. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วง

ประเทศไทย ประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำนา เพื่อใช้เป็นอาหาร โดยมีขั้นตอนการทำนา ดังนี้ ไถนา → ดำนา → ข้าวออกรวง → นวดข้าว → หุงข้าว → เป็นอาหาร

000. จากสถานการณ์ดังกล่าว ขั้นตอนใดที่จำเป็นต้องใช้พลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุด

ก. ไถนา → ดำนา

ข. ดำนา → ข้าวออกรวง

ค. นวดข้าว → หุงข้าว

ง. หุงข้าว → เป็นอาหาร

4.5 นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงาน นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลประเมินผลและด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือกความถูกต้องด้านการใช้ภาษา ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ดังนี้

1) รศ. วิราพร พงษ์อาจารย์ อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

2) ดร. เอื้อมพร หลินเจริญ อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

3) ดร. สุขแก้ว คำสอน อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

4.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีข้อคำถามตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ หรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ให้ได้ 40 ข้อ พบว่าข้อสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 (ภาคผนวก ซ)

4.7 นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองพระพิทยา อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน

1) นำผลการสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ หาค่าดัชนีอำนาจจำแนก (B) โดยใช้วิธีของเบรนนอน (Brennan) (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539 : 210)

2) เลือกข้อที่มีดัชนีอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ จาก 80 ข้อ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์เป็นรายข้อที่มีดัชนีอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.25-0.65 โดยให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้ตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ

3) นำข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ 40 ข้อ ไปวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett) (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539 : 199) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.89 (ภาคผนวก ฌ)

4.8 จัดพิมพ์เป็นแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน(Pretest)ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบวัดความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

2. ดำเนินการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แผนจัดการเรียนรู้ที่สอนตามแนวคิดคอนสตรักติวิสต์แบบอินเตอร์แอกทีฟและแผนจัดการเรียนรู้ที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง พลังงาน ระยะเวลาที่ใช้สอน คือ เวลาเรียนปกติ ใช้เวลาในการทดลองแผนจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 17 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมดังตาราง 10

ตาราง 10 กำหนดการสอน เรื่อง พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาที่ 1

สัปดาห์ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่		เรื่อง	เวลา/ช.ม.	วัน/เดือน/ปี	ชั่วโมงที่	
	คอนสตรักติวิสต์ฯ	สืบเสาะฯ				คอนสตรักติวิสต์ฯ	สืบเสาะ
1	1	1	งานและพลังงาน	4	21 ส.ค. 2549 23 ส.ค. 2549 24 ส.ค. 2549	1-2 - 1-2	5-6 1-2 -
2	2,3	2,3	ชีวิตและพลังงาน และอุณหภูมิและการวัด	4	28 ส.ค. 2549 30 ส.ค. 2549 31 ส.ค. 2549	1-2 - 1-2	5-6 1-2
3	3,4	3,4	อุณหภูมิและการวัดและการถ่ายโอนความร้อน	4	4 ก.ย. 2549 6 ก.ย. 2549 7 ก.ย. 2549	1-2 - 1-2	5-6 1-2
4	5,6	5,6	สมดุลความร้อนและแสง	4	11 ก.ย. 2549 13 ก.ย. 2549 14 ก.ย. 2549	1-2 - 1-2	5-6 1-2
5	6,7	6,6	แสงและปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงาน	4	18 ก.ย. 2549 20 ก.ย. 2549 21 ก.ย. 2549	1-2 - 1-2	5-6 1-2

3. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) ทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อวัดความรู้ความสามารถวิทยาศาสตร์ และวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดิมกับการทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนโดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1.1 นำผลจากแบบวัดความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มาตรวจโดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด

1.2 นำคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์มาตรวจ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด

2. นำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 นำคะแนนความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้คอมพิวเตอร์

2.2 นำคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้คอมพิวเตอร์

3. นำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบ ดังนี้

3.1 เปรียบเทียบความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบที แบบสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน (Independent Sample t-test)

3.2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบที แบบสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน (Independent Sample t-test)