

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เขตพื้นที่การศึกษามุริรัมย์ เขต 3 เป็นการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ และ (3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการวิจัยครอบคลุมหัวข้อ ดังนี้ (1) กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (3) การรวบรวมข้อมูล และ (4) การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เขตพื้นที่การศึกษามุริรัมย์ เขต 3 จำนวน 223 โรงเรียน นักเรียน 7,045 คน ซึ่งนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติปีการศึกษา 2548 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.083 คิดเป็นร้อยละ 42.707

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโคกสว่าง ตำบลโคกสว่าง อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 28 คนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ในปีการศึกษา พ.ศ. 2549 ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจงมีขั้นตอนการได้มาดังนี้

1.2.1 เจาะจงโรงเรียน ได้โรงเรียนบ้านโคกสว่าง ตำบลโคกสว่าง อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์ เหตุผลที่เจาะจงเนื่องจาก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีเพียง 1 ห้องเรียน โรงเรียนบ้านโคกสว่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ อยู่ระหว่างร้อยละ 39.17 เป็นตัวแทนของประชากรได้

1.2.2 จำแนกนักเรียนเพื่อเข้ากลุ่มทดลองในการทดสอบประสิทธิภาพ จำแนกนักเรียนโรงเรียนบ้านโคกสว่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 นักเรียนจำนวน 36 คน โดยนำผลการเรียนของนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 มาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกได้ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มผลการเรียน

ระดับผลการเรียน	จำนวนนักเรียน
กลุ่มเก่ง ระดับคะแนน 80 - 100	8
กลุ่มปานกลาง ระดับคะแนน 60 - 79	15
กลุ่มอ่อน ระดับคะแนน 0 - 59	13

1.2.3 **สุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว** โดยการสุ่มอย่างง่ายจับฉลากในแต่ละกลุ่มของระดับผลการเรียน จำนวน 4 คน ได้นักเรียนที่มีผลการเรียนในกลุ่มเก่ง จำนวน 1 คน นักเรียนที่มีผลการเรียนในกลุ่มปานกลาง จำนวน 2 คน และนักเรียนที่มีผลการเรียนในกลุ่มอ่อน จำนวน 1 คน

1.2.4 **สุ่มเข้ากลุ่มทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม** โดยการสุ่มอย่างง่ายจับฉลากในแต่ละกลุ่มของระดับผลการเรียน จำนวน 8 คน ได้นักเรียนที่มีผลการเรียนในกลุ่มเก่ง จำนวน 2 คน นักเรียนที่มีผลการเรียนในกลุ่มปานกลาง จำนวน 4 คน และนักเรียนที่มีผลการเรียนในกลุ่มอ่อน จำนวน 2 คน

1.2.5 **สุ่มเข้ากลุ่มทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม** โดยการสุ่มอย่างง่ายจับฉลากจากนักเรียนที่เหลือในแต่ละกลุ่มของระดับผลการเรียน จำนวน 16 คน ได้นักเรียนที่มีผลการเรียนในกลุ่มเก่ง จำนวน 4 คน นักเรียนที่มีผลการเรียนในกลุ่มปานกลาง จำนวน 8 คน และนักเรียนที่มีผลการเรียนในกลุ่มอ่อน จำนวน 4 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย (1) ชุดการเรียนทางเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ (3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับชุดการเรียน

2.1 **ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์** ด้วยการสอนแบบศูนย์การเรียน ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการเรียนทางเรียนอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ เป็นต้นแบบชิ้นงาน ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ 3 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับบรรยากาศ หน่วยที่ 2 เมฆ ฝน ลม และพายุ หน่วยที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ทั้ง 3 หน่วย มีขั้นตอนการผลิตตามขั้นตอนการผลิตชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ของศาสตราจารย์ ดร.ชัยขงค์ พรหมวงศ์ โดยมีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาตำราเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการผลิตชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยศึกษาเอกสาร ตำรา และผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ และการจัดกิจกรรมแบบศูนย์การเรียนรู้ ครอบคลุม ชุดการเรียนรู้ ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ กิจกรรมเกม และเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการผลิตชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

ขั้นที่ 2 พัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

1) กำหนดหมู่เนื้อหา และประสบการณ์ เป็นการนำคำอธิบายรายวิชา และวัตถุประสงค์มาจำแนกเป็นหมู่เนื้อหา ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

ตารางที่ 3.2 จำแนกรายชื่อกลุ่มเนื้อหา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มเนื้อหา	รายชื่อ
1	เซลล์ของหน่วยชีวิต
2	สารและสมบัติของสาร
3	งานและพลังงาน
4	บรรยากาศ

2) กำหนดหน่วยการสอน โดยนำหมู่เนื้อหาทั้ง 4 หมู่ มาจัดเป็นหน่วยการสอนได้ทั้งหมด 15 หน่วย ดังนี้

ตารางที่ 3.3 จำแนกหน่วยการเรียนตามกลุ่มเนื้อหา

กลุ่มเนื้อหา	หน่วยเนื้อหา	ประเภทของเนื้อหา
1. เซลล์ของหน่วยชีวิต	1. โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์พืช-สัตว์	พุทธิพิสัย
	2. การสังเคราะห์แสงของพืช	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
	3. การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
2. สารและสมบัติของสาร	4. การจำแนกสาร	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
	5. ประเภทของสาร	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
	6. สมบัติของสาร	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
	7. การแยกสาร	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

กลุ่มเนื้อหา	หน่วยเนื้อหา	ประเภทของเนื้อหา
1. เซลล์ของหน่วยชีวิต	1. โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์พืช-สัตว์	พุทธิพิสัย
	2. การสังเคราะห์แสงของพืช	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
	3. การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
2. สารและสมบัติของสาร	4. การจำแนกสาร	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
	5. ประเภทของสาร	พุทธิพิสัย
	6. สมบัติของสาร	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
	7. การแยกสาร	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
3. งานและพลังงาน	8. งานและพลังงาน	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
	9. การถ่ายโอนความร้อน	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
	10. การดูดกลืนแสงและการคายความร้อน	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
4. บรรยากาศ	11. แนวคิดเกี่ยวกับบรรยากาศ	พุทธิพิสัย
	12. อุณหภูมิของอากาศ	พุทธิพิสัย
	13. ความกดอากาศ	พุทธิพิสัย+ทักษะพิสัย
	14. เมฆ ฝน ลม พายุ	พุทธิพิสัย
	15. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	พุทธิพิสัย

ผู้วิจัยได้เจาะจงเนื้อหาสำหรับการใช้ในการวิจัย จำนวน 3 หน่วย ได้แก่

(1) แนวคิดเกี่ยวกับบรรยากาศ (2) เมฆ ฝน ลม พายุ และ (3) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ซึ่งทั้ง 3 หน่วย เป็นความรู้พื้นฐานที่จะเรียนไปในหน่วยอื่น ๆ และทั้ง 3 หน่วย ประกอบด้วย เนื้อหาที่เป็นพุทธิพิสัย

3) กำหนดหัวเรื่อง ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาในหน่วยการสอนทั้ง 3 หน่วย มาจำแนกเป็นหัวเรื่องย่อย ดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงการจำแนกหัวเรื่องในหน่วยที่ 1, 2 และ 3

หน่วยการเรียน	หัวเรื่อง
1. แนวคิดเกี่ยวกับบรรยากาศ	1. ความสำคัญของบรรยากาศ 2. องค์ประกอบของบรรยากาศ 3. การแบ่งชั้นบรรยากาศ 4. ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดในบรรยากาศ

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

หน่วยการเรียน	หัวเรื่อง
2. เมฆ ฝน ลม พายุ	1. เมฆ 2. ฝน 3. ลม 4. พายุ
3. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	1. ปรากฏการณ์ธรรมชาติต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก 2. มนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก 3. ผลกระทบจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง 4. ภาวะเรือนกระจก

4) กำหนดแนวคิด โดยกำหนดเป็นแนวคิดระดับนำไปใช้ ดังนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงจำนวนแนวคิดระดับนำไปใช้ของหน่วยที่ 1,2 และ 3

หน่วยเนื้อหา	จำนวนแนวคิด (ข้อ)
หน่วยที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับบรรยากาศ	4
หน่วยที่ 2 เมฆ ฝน ลม พายุ	4
หน่วยที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	4

5) กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในแต่ละหน่วยการสอน (รายละเอียดแสดงในบทที่ 5)

หน่วยที่ 1 มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 10 ข้อ

หน่วยที่ 2 มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 10 ข้อ

หน่วยที่ 3 มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 10 ข้อ

6) การกำหนดกิจกรรมการเรียน ในแบบศูนย์การเรียน โดยกิจกรรมส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมในรูปแบบเกม ซึ่งในแต่ละหน่วยประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้ (รายละเอียดแสดงในบทที่ 5)

ตารางที่ 3.6 รายชื่อกิจกรรมในแต่ละศูนย์การเรียนรู้

ศูนย์การเรียนรู้	กิจกรรม
หน่วยที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับบรรยากาศ	(กิจกรรมในรูปแบบ)
ศูนย์ที่ 1 ความสำคัญของบรรยากาศ	กิจกรรม 1 บรรยากาศพาเพลิน
ศูนย์ที่ 2 องค์ประกอบของบรรยากาศ	กิจกรรม 2 ปริศนาทำบรรยากาศ
ศูนย์ที่ 3 การแบ่งชั้นบรรยากาศ	กิจกรรม 3 ใต้บันไดบรรยากาศ
ศูนย์ที่ 4 ปรากฏการณ์ธรรมชาติในบรรยากาศ	กิจกรรม 4 เต็มเต็มด้วยบรรยากาศ
หน่วยที่ 2 เมฆ ฝน ลม พายุ	(กิจกรรมในรูปแบบ)
ศูนย์ที่ 1 เมฆ	กิจกรรม 1 ก้อนเมฆเจ้าปัญหา
ศูนย์ที่ 2 ฝน	กิจกรรม 2 หยาดน้ำฟ้าพา ประสาน
ศูนย์ที่ 3 ลม	กิจกรรม 3 กามเทพลูกศรลม
ศูนย์ที่ 4 พายุ	กิจกรรม 4 สลับร่างสร้างพายุ
หน่วยที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	(กิจกรรมในรูปแบบ)
ศูนย์ที่ 1 ปรากฏการณ์ธรรมชาติต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	กิจกรรม 1 ผจญภัยไปกับภัย ธรรมชาติ
ศูนย์ที่ 2 มนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	กิจกรรม 2 หาคำตอบไปมอบตัว
ศูนย์ที่ 3 ผลกระทบจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป	กิจกรรม 3 ล้อมรอบกรอบ ปรากฏการณ์
ศูนย์ที่ 4 ภาวะเรือนกระจก	กิจกรรม 4 เปิดโลกเปิดใจกับ มหันตภัยเรือนกระจก

7) กำหนดแนวทางการประเมิน โดยกำหนดรูปแบบการประเมิน

2 รูปแบบ คือ (1) ประเมินจากกระบวนการในรูปกิจกรรม คือ เกม และจากคำถามในบัตรคำถาม ซึ่งอยู่ในรูปของแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก ศูนย์ ละ 5 ข้อ และ (2) ประเมินจากผลลัพธ์ โดยการทดสอบหลังเรียนซึ่งในแต่ละหน่วยประกอบด้วย (1) หน่วยที่ 1 แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ (2) หน่วยที่ 2

แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และ (3) หน่วยที่ 3 แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ แต่ละหน่วยมีแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

8) *ผลิตสื่อการเรียน* โดยใช้สื่อในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระในรูปแบบสื่อประสมได้แก่ (1) สื่ออิเล็กทรอนิกส์บนคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ชุดการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียน และ (2) สื่อประเภทสิ่งพิมพ์ ได้แก่ คู่มือการใช้ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนศูนย์การเรียน คู่มือการเรียน และแบบฝึกปฏิบัติ

(1) *สื่ออิเล็กทรอนิกส์บนคอมพิวเตอร์* คือ ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียน เป็นสื่อที่แสดงบนจอคอมพิวเตอร์โดยแบ่งหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แสดงเนื้อหา ส่วนที่ 2 แสดงกิจกรรมการเรียน และ ส่วนที่ 3 แสดงบัตรต่าง ๆ

ส่วนที่ 1 แสดงเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน เป็นพื้นที่แสดงรายละเอียดข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน นำเข้าสู่บทเรียน สรุปบทเรียน ศูนย์ที่ 1 ศูนย์ที่ 2 ศูนย์ที่ 3 ศูนย์ที่ 4 และศูนย์สำรอง สไลด์สรุปบทเรียน และทดสอบหลังเรียน ดังภาพที่ 3.1

<p>ส่วนที่ 2 แสดงชื่อ เมนูหลัก หน่วยการเรียนรู้</p>	<p>ส่วนที่ 1 แสดงเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน ศูนย์ที่ 1 ศูนย์ที่ 2 ศูนย์ที่ 3 ศูนย์ที่ 4 ศูนย์สำรอง</p>
	<p>ส่วนที่ 3 บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม บัตรเฉลย</p>

ภาพที่ 3.1 แสดงหน้าจออิเล็กทรอนิกส์สำหรับศูนย์การเรียน

ส่วนที่ 2 แสดงชื่อเมนูหลัก จะอยู่ด้านข้างของจอภาพคอมพิวเตอร์ซึ่งจะแสดงชื่อ หน้าหลัก หน่วยที่ 1 หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 แบบฝึกปฏิบัติ ข้อมูลครู

ส่วนที่ 3 แสดงเมนูรายการบัตรต่างๆ ประกอบด้วย (1) บัตรคำสั่งเป็นบัตรที่แสดงขั้นตอนการเรียนรู้ภายในศูนย์การเรียนรู้ (2) บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่นำเสนอรายละเอียดข้อมูลและเนื้อหาในแต่ละศูนย์การเรียนรู้ (3) บัตรกิจกรรมเป็นการแนะนำกติกาและคำสั่งให้นักเรียนประกอบกิจกรรม เช่น การเล่นเกมจากสื่อสิ่งพิมพ์ (4) บัตรคำถามเป็นคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือกโดยแต่ละศูนย์การเรียนรู้ละ 5 ข้อ และ (5) บัตรเฉลย เป็นบัตรที่เฉลยคำตอบของคำถามแบบฝึกปฏิบัติในแต่ละศูนย์

(2) สื่อประเภทสิ่งพิมพ์ ประกอบด้วย

ก. คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย คำนำ คำชี้แจง การใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ คำชี้แจงสำหรับครู สิ่งที่คุณสอนและผู้เรียนต้องเตรียม บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ การจัดห้องเรียน แผนการสอนทั้ง 3 หน่วย แสดงรายละเอียดแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และการประเมินการเรียนรู้

ข. คู่มือการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย ส่วนประกอบของศูนย์การเรียนรู้ ขั้นตอนการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้ บทบาทของผู้เรียนในศูนย์การเรียนรู้ และวิธีการใช้คู่มือการเรียนรู้

ค. แบบฝึกปฏิบัติ ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน แผนการสอน แบบฝึกปฏิบัติสำหรับบันทึกสาระสำคัญและที่ว่างสำหรับปฏิบัติกิจกรรมเกม เฉลยแบบฝึกปฏิบัติ และแบบทดสอบหลังเรียน

9) ทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยนำชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศ ไปทดลองใช้เบื้องต้นมี 3 ขั้นตอน คือ ทดลองแบบเดี่ยว ทดลองแบบกลุ่ม และภาคสนาม นำผลที่ได้จากการทดลองแต่ละครั้งมาปรับปรุงให้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพในบทที่ 4)

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศ โดยผู้ทรงคุณวุฒิก่อนการทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นให้ ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 1 คน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดประเมินผลจำนวน 1 คน ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านได้ตรวจสอบคุณภาพของชุดการเรียนรู้ทาง

อิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ด้วยแบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ (แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์อยู่ในภาคผนวก) ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

- 1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เสนอแนะว่าเนื้อหาควรกระชับกว่านี้ ภาพประกอบเนื้อหาไม่ชัด และสื่อความหมายไม่ตรงเนื้อหา
- 2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา เสนอแนะว่าให้ปรับปรุง (1) บทปฐมเทศ เสียงคำบรรยายไม่ตรงกับภาพ (2) สไลด์นำเข้าสู่บทเรียนควรเป็นการสนทนาหรือคำถามที่น่าสนใจ (3) สีของตัวหนังสือตรงเมนูรายการแต่ละส่วนควรใช้สีแตกต่างกันสวยงามและน่าสนใจ และ (4) ควรมีภาพประกอบในบัตรเนื้อหาที่เหมาะสม
- 3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลทางการศึกษา เสนอแนะว่าให้ปรับแก้ส่วนของตัวเลือกในข้อคำถามบางข้อที่ซ้ำกันและไม่สัมพันธ์กันกับคำถาม

ขั้นที่ 4 ปรับปรุงคุณภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงคุณภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ตามข้อเสนอแนะดังนี้

1. ปรับเนื้อหาเรียบเรียงให้สั้นและใช้ภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่ายและตรงประเด็น
2. บันทึกเสียงในบทปฐมเทศคำบรรยายให้ตรงกับภาพ สไลด์นำเข้าสู่บทเรียนเป็นรูปแบบการสนทนาสั้น ๆ สีตัวหนังสือบนเมนูรายการศูนย์การเรียนรู้ในแต่ละส่วนใช้สีต่างกัน และเพิ่มภาพประกอบที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา
3. ปรับแก้ส่วนของตัวเลือกของข้อคำถามที่ซ้ำกันและปรับข้อความในตัวเลือกให้สัมพันธ์กับคำถาม

ขั้นที่ 5 ทดสอบประสิทธิภาพ หลังจากปรับปรุงชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เป็นที่เรียบร้อยแล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม (ผลการทดสอบประสิทธิภาพแสดงในบทที่ 4)

2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยแบบ คู่ขนาน หน่วยละ 10 ข้อ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางวิเคราะห์หัวข้อประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย โดยยึดรูปแบบของจามิน บลูม มี 6 ระดับ คือ ความรู้ ความจำ การ

นำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า แบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น มี 4 ระดับ คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (แสดงในภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3.7 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

หน่วยที่	พุทธิพิสัย					
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
1	1	7	-	2	-	-
2	-	6	4	-	-	-
3	2	3	1	4	-	-

ขั้นที่ 2 ศึกษาตำรา เอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบและเนื้อหาที่ใช้สร้างแบบทดสอบ เพื่อนำมากำหนดรูปแบบของแบบทดสอบและวิธีสร้างแบบทดสอบแบบคู่ขนานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือกและแบบคู่ขนาน

ขั้นที่ 4 การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเป็นแบบคู่ขนานแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก ในแต่ละหน่วยจะแบ่งแบบทดสอบเป็น 2 ชุด ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 จำนวนข้อของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน

หน่วย เนื้อหา	รูปแบบของ แบบทดสอบ	แบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบ หลังเรียน	รวม (ข้อ)
หน่วยที่ 1	1. แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ	20	20	40
หน่วยที่ 2	1. แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ	20	20	40
หน่วยที่ 3	1. แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ	20	20	40

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล และด้านเนื้อหาตรวจสอบด้านความตรงเชิง

เนื้อหา ภาษาที่ใช้และความถูกต้องของแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม พร้อมทั้งประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ (แบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบแสดงในภาคผนวกที่ ฉ)

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ นำแบบทดสอบไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านความถูกต้องเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความถูกต้องของแบบทดสอบ

ตารางที่ 3.9 จำนวนของแบบทดสอบปรนัย และแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

หน่วยการเรียน	แบบทดสอบปรนัย	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
หน่วยที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับบรรยากาศ	10	10
หน่วยที่ 2 เมฆ ฝน ลม พายุ	10	10
หน่วยที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	10	10

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 36 คน (2) และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 27% ของจุงเตห์ฟาน (Chung Teh Fan) เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก และต้องเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง .20-80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20-1.00 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ มีดังนี้

ตารางที่ 3.10 ค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่นำมาใช้แบบข้อสอบ

หน่วยการเรียน	ค่าความยากง่าย (p)		ค่าอำนาจจำแนก (r)	
	ข้อสอบรายข้อ	ข้อสอบรายข้อ	ข้อสอบรายข้อ	ข้อสอบรายข้อ
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
หน่วยที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับบรรยากาศ	0.36-0.60	0.52-0.78	0.40-0.71	0.55-0.81
หน่วยที่ 2 เมฆ ฝน ลม พายุ	0.34-0.60	0.63-0.78	0.35-0.66	0.65-0.80
หน่วยที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	0.36-0.55	0.60-0.73	0.40-0.61	0.65-0.76

หลังจากวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายชื่อ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยพิจารณาความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่ใกล้เคียงกัน ค่าถามในแนวเดียวกันมาปรับเปลี่ยนเป็นข้อสอบคู่ขนาน (ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.11)

ตารางที่ 3.11 จำนวนข้อของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนานที่คัดเลือกมาใช้

หน่วย เนื้อหา	รูปแบบของ แบบทดสอบ	แบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบ หลังเรียน	รวม (ข้อ)
หน่วยที่ 1	1. แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ	10	10	20
หน่วยที่ 2	1. แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ	10	10	20
หน่วยที่ 3	1. แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ	10	10	20

จากนั้นวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ผลการหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ มีดังนี้

ตารางที่ 3.12 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหน่วยที่ 1,2 และ3

หน่วยที่	ค่าความเที่ยง	
	แบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบ หลังเรียน
หน่วยที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับบรรยากาศ	0.61	0.69
หน่วยที่ 2 เมฆ ฝน ลม พายุ	0.67	0.71
หน่วยที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก	0.64	0.75

ขั้นที่ 8 จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ โดยพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปใช้กลุ่มตัวอย่างในการเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนแต่ละหน่วย

2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เป็นแบบสอบถามปลายปิดจำนวน 9 ข้อ และแบบสอบถามปลายเปิดจำนวน 1 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่จะสอบถาม สิ่งที่จะสอบถามมี 3 ด้าน คือ (1) ด้านความรู้ (2) ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และ (3) ด้านอื่น ๆ

ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามครอบคลุมประเภท และหลักของการสร้างแบบสอบถาม

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม มี 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบสอบถามปลายปิดแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับของ ริกเคอร์ (Likert Rating Scale) ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

ขั้นที่ 4 สร้างแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามแบบปลายปิด จำนวน 9 ข้อ และแบบสอบถามปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ ดังนี้ ตอนที่ 1 แบบสอบถามปลายปิดแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ของริกเคอร์ (Likert Rating Scale) ในแต่ละคำถามมีน้ำหนักคะแนนของความคิดเห็น ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับความคิดเห็น 4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
ระดับความคิดเห็น 3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
ระดับความคิดเห็น 2	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
ระดับความคิดเห็น 1	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 เสนอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ และสิ่งที่จะสอบถามมี 3 ด้าน คือ (1) ด้านความรู้ (2) ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และ (3) ด้านอื่น ๆ

1) **ด้านความรู้** ได้แก่ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงได้

2) **ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม** ได้แก่ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ตัดสินใจในการแก้ปัญหา มีโอกาสทำงานกลุ่มร่วมกัน และมีความรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม

3) ด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความชอบ ความภาคภูมิใจ และมีบรรยากาศในการเรียนอย่างมีความสุข

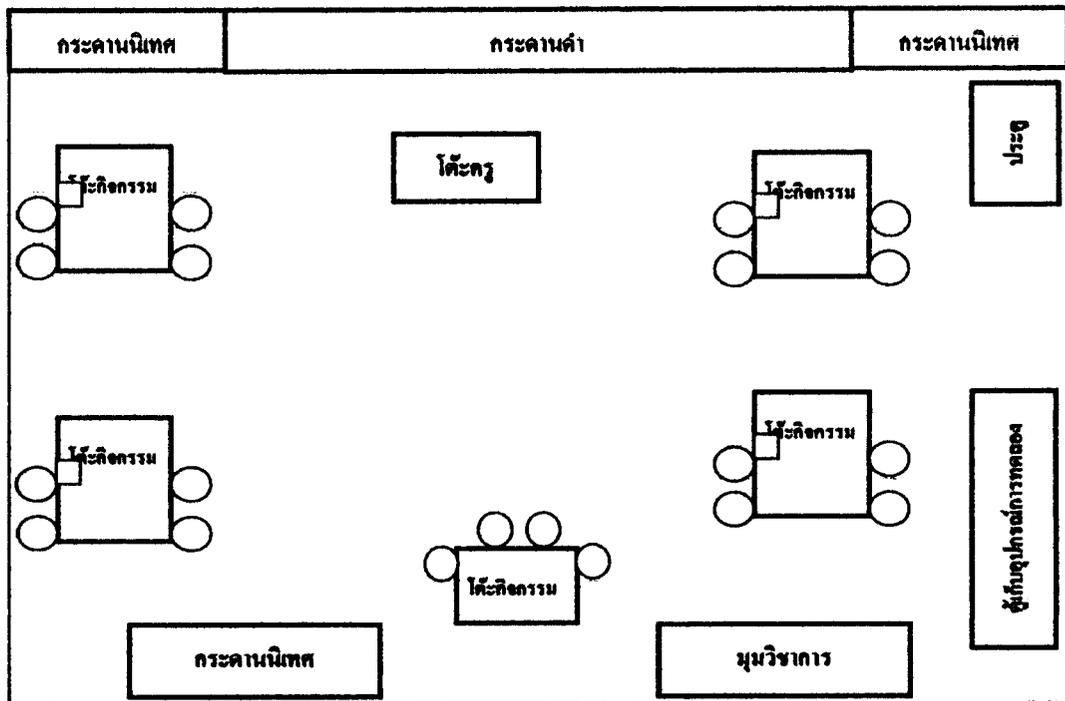
ขั้นที่ 5 ตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และปรับปรุง โดยนำแบบสอบถามความคิดเห็นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ครอบคลุมวัตถุประสงค์ สิ่งที่จะประเมิน ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่า แบบสอบถามความคิดเห็นอยู่ในระดับดี (แบบประเมินคุณภาพแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ข)

ขั้นที่ 6 ทดลองใช้แบบสอบถามและปรับปรุง นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักเรียนในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม จำนวน 8 คน โดยสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ นักเรียนส่วนใหญ่ เห็นว่าเข้าใจในคำถามที่ถามและภาษาที่ใช้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 7 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ โดยพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ด้วย โปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด เพื่อนำแบบสอบถามไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การนำชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำทั้ง 3 หน่วย ไปทดลองสอนด้วยตนเองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโคกสว่าง ภาคเรียนที่ 1/2549 ซึ่งการรวบรวมครอบคลุม (1) การเตรียมสถานที่ (2) วัน เวลาในการทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (3) ขั้นตอนการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ และ (4) การรวบรวมข้อมูล



ภาพที่ 3.2 แสดงการจัดเตรียมสถานที่

3.1 สถานที่ใช้ในการวิจัย คือ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้จัดโต๊ะเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน จำนวน 4 กลุ่ม ในแต่ละกลุ่มจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์กลุ่มละ 1 เครื่อง ในห้องวิทยาศาสตร์ที่ใช้ทดลอง ผู้วิจัยได้จัด

3.1.1 มุมวิชาการ รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่นักเรียนต้องใช้ในการศึกษาเพิ่มเติม

3.1.2 มุมผลงาน ของนักเรียนสำหรับวางผลงานของนักเรียน

3.1.3 กระดานนิเทศ จัดแสดงภาพ และหัวข้อ ที่เกี่ยวกับการเรียน

3.2 วันเวลาที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ไปทดสอบประสิทธิภาพ 3 ชั้นตอน ตามวันและเวลาดังนี้

ตารางที่ 3.13 กำหนดวัน – เวลาในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม

และแบบภาคสนาม

การทดสอบประสิทธิภาพ	วัน/เดือน/ปี	เวลา
แบบเดี่ยว	10,15 และ 20 มิถุนายน 2549	9.00-12.00 น.
แบบกลุ่ม	3,9 และ 15 กรกฎาคม 2549	9.00-12.00 น.
แบบภาคสนาม	1,7 และ 13 สิงหาคม 2549	9.00-12.00 น.

3.3 ขั้นตอนการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

3.3.1 แบ่งกลุ่มนักเรียน ออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 คน ในแต่ละกลุ่มคณะกรรมการ ผลการเรียนรู้มีทั้ง นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนเก่ง จำนวน 1 คน ปานกลางจำนวน 2 คน และ อ่อน จำนวน 1 คน

3.3.2 ปฐมนิเทศ ซึ่งแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัย และแนะวิธีการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ด้วย มัลติมีเดีย

3.3.3 ขั้นตอนการเรียนรู้จากชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบ ศูนย์การเรียนรู้

ตารางที่ 3.14 ขั้นตอนการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

	ขั้นตอนการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์	เก็บรวบรวมข้อมูล
ขั้นที่ 1	ประเมินก่อนเรียน โดยทำแบบทดสอบก่อนเรียน ในกระดาษคำตอบ	แบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อนำมาทดสอบค่าที่
ขั้นที่ 2	นำเข้าสู่บทเรียนเป็นการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน และแนะนำเนื้อหาที่เรียนในศูนย์การเรียนรู้ด้วยมัลติมีเดีย	-
ขั้นที่ 3	ประกอบกิจกรรม เป็นการดำเนินกิจกรรมภายในศูนย์ การเรียนแต่ละศูนย์ โดยเริ่มจากอ่านบัตรคำสั่ง อ่านบัตร เนื้อหา บันทึกสาระสำคัญในแบบฝึกปฏิบัติ อ่านบัตร กิจกรรมและปฏิบัติกิจกรรม อ่านบัตรคำถาม และตอบ คำถามในแบบฝึกปฏิบัติ และตรวจคำตอบจากบัตรเฉลย	การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การทำกิจกรรม และการบันทึกในแบบฝึกปฏิบัติ เพื่อนำมาหาค่า E_1
ขั้นที่ 4	สรุปบทเรียน เป็นการสรุปประเด็นเนื้อหาในแต่ละศูนย์ ด้วยมัลติมีเดีย	-
ขั้นที่ 5	ประเมินหลังการเรียนรู้ โดยทำแบบทดสอบหลังเรียน ในกระดาษคำตอบ	แบบทดสอบหลังเรียน เพื่อนำมาหาค่า E_2

3.4 หลังการทดลองใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.4.1 หลังการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียน 4 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (รายละเอียดแบบสัมภาษณ์อยู่ในภาคผนวก) เพื่อนำผลการสัมภาษณ์มาปรับปรุงคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

3.4.2 หลังการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 8 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเช่นเดียวกันกับที่ใช้สัมภาษณ์นักเรียนในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว เพื่อนำผลการสัมภาษณ์มาปรับปรุงคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

3.4.3 หลังการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ผู้วิจัยได้ส่งแบบสอบถามและเก็บแบบสอบถามกับนักเรียนจำนวน 28 คน ด้วยตนเองได้เก็บแบบสอบถามกลับคืนจำนวน 28 ฉบับ คิดเป็น 100% นำมาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ดังนี้ (1) การวิเคราะห์หา ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ได้แก่ คะแนนการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละศูนย์ การตอบคำถามแต่ละศูนย์ (2) การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ(3) การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็น โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เป็นเรื่องมีอดันแบบชิ้นงานที่ผู้วิจัยได้ทดลองหาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโคกสว่าง ตำบลโคกสว่าง อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 28 คน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ โดยการนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบกิจกรรมระหว่างเรียนและคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยและค่าร้อยละแล้วนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E) และ

ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ (E_2) ของชุดการเรียนตามเกณฑ์ E_1/E_2 ตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 โดยยอมรับความคลาดเคลื่อน $\pm 2.5\%$

การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุคา สีนสกุล 2520 : 136-137)

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
 A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
 N คือ จำนวนนักเรียน

การหาประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ ใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุคา สีนสกุล 2520 : 136-137)

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์
 $\sum F$ คือ คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน
 B คือ คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน
 N คือ จำนวนนักเรียน

4.2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียน เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (William Sealy Gosset และ David Wechsler อ้างใน Glass, Gene V. และ Hopkins, Kenneth D. ,1984 : 217-220 และ 240-242)

$$t \equiv \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad \text{เมื่อ } Df = n-1$$

- D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
 N คือ จำนวนนักเรียน
 $\sum D^2$ คือ ผลรวมของ D แต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum D)^2$ คือ ผลรวมของ D ทั้งหมดยกกำลังสอง

4.3 การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียน การวิเคราะห์ที่ใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

การหาค่าคะแนนเฉลี่ย $\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$

- เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ คือ ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
 N คือ จำนวนผู้ตอบแต่ละข้อคำถาม

การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียน กำหนดช่วงของค่าเฉลี่ย ตามแนวคิดของ จอห์น คีบบลิว เบสท์ และ เจมส์ วี คาห์น (John W. Best and James V.Kahn) ดังนี้ (Best, John W. and Kahn, James V. 1986 : 181-182)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 – 5.00	= เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.50 – 4.49	= เห็นด้วย
2.50 – 3.49	= ไม่แน่ใจ
1.50 – 2.49	= ไม่เห็นด้วย
1.00 – 1.49	= ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4.4 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Lafferty, Peter and Rowe, Julian, 1995 : 561-562)

$$\text{S.D.} = \sqrt{\frac{N \sum fX^2 - (\sum fX)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	S.D.	คือ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$N \sum fX^2$	คือ	ผลรวมยกกำลังสองของคะแนนทุกจำนวน
	$(\sum fX)^2$	คือ	ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง
	N	คือ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด