

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยแบ่งการวิจัยเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้การจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยการศึกษานำร่อง

ขั้นตอนที่ 4 การนำรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไปทดลองใช้จริง

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบัน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถทางฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค โดยเอกสารที่เกี่ยวข้องได้แก่ ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O – NET)

ปีการศึกษา 2554 – 2559 ผลการทดสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment :PISA) ในด้านการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ในช่วงปี 2543 – 2558 และเก็บข้อมูลเพิ่มเติมโดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้น มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค เพื่อกำหนดนิยามของตัวแปรดังกล่าว และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการบูรณาการสะเต็มศึกษา เพื่อกำหนดขอบเขตของคำถามเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2. สร้างแบบสอบถามจำนวน 3 ฉบับ ได้แก่

2.1 ฉบับที่ 1 แบบประเมินตนเองของนักเรียน ด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

2.2 ฉบับที่ 2 แบบประเมินนักเรียน โดยครู ด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

2.3 ฉบับที่ 3 แบบสอบถามครู เรื่อง สภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แบบสอบถามทั้ง 3 ฉบับ แบ่งได้ 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ของแบบสอบถามทั้ง 3 ฉบับ สอบถามเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ของแบบสอบถามฉบับที่ 1 สอบถามเกี่ยวกับการประเมินตนเองของนักเรียน ด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ตอนที่ 2 ของแบบสอบถามฉบับที่ 2 สอบถามเกี่ยวกับการประเมินนักเรียนโดยครู ด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ตอนที่ 2 ของแบบสอบถามฉบับที่ 3 สอบถามครู เรื่อง สภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

โดยที่ตอนที่ 2 ของแบบสอบถามทั้ง 3 ฉบับ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	ระดับ มากที่สุด
4	หมายถึง	ระดับ มาก
3	หมายถึง	ระดับ ปานกลาง
2	หมายถึง	ระดับ น้อย
1	หมายถึง	ระดับ น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ของแบบสอบถามทั้ง 3 ฉบับ สอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

3. นำแบบสอบถามทั้ง 3 ฉบับ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ ด้านหลักสูตรและการสอน 3 ท่านประเมินโดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามและนิยามที่กำหนด แบบสอบถามฉบับที่ 3 ประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถาม ความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ซึ่งผลการประเมินพบว่า ฉบับที่ 1 ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1 ฉบับที่ 2 ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1 และฉบับที่ 3 ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1 จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขแบบสอบถามทั้ง 3 ฉบับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามที่ได้รับการแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามแต่ละฉบับ โดยดำเนินการ ดังนี้

ฉบับที่ 1 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ผลการวิเคราะห์เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

ฉบับที่ 2 และ ฉบับที่ 3 นำไปทดลองใช้กับครูที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ผลการวิเคราะห์เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 และ 0.99 ตามลำดับ

4. กลุ่มประชากรที่ใช้เพื่อเก็บข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1,073,869 คนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน

ซึ่งได้มาจากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากตารางสำเร็จรูปของ TARO YAMANE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi – stage sampling) จากโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศ ได้กลุ่มตัวอย่างจากภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้

กลุ่มประชากรที่ใช้เพื่อเก็บข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและประเมินความสามารถทางฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2559 โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 322 คน จากครูผู้สอนในรายวิชาฟิสิกส์ทั่วประเทศ การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการคำนวณกรณีไม่ทราบจำนวนประชากร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 38) โดยมีสมการ ดังนี้

$$n = \frac{p(1-p)z^2}{e^2}$$

เมื่อกำหนดให้

n	คือ	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
p	คือ	สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยจะสุ่ม
z	คือ	ระดับความมั่นใจที่ผู้วิจัยกำหนดไว้
e	คือ	สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi – stage sampling) จากโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศ ได้กลุ่มตัวอย่างจากภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้

5. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามทั้ง 3 ฉบับ ดังนี้

5.1 ฉบับที่ 1 แบบประเมินตนเองของนักเรียน ด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม มาแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละและนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง

ตอนที่ 2 ผลการประเมินตนเองของนักเรียน ด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค วิเคราะห์โดยแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ หาค่าเฉลี่ยและนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ นำมาสรุปในรูปของความเรียง

5.2 ฉบับที่ 2 แบบประเมินนักเรียน โดยครู ด้านความสามารถทางฟิสิกส์
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคตอนที่ 1
ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม มาแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ หาค่าเฉลี่ยและนำเสนอใน
รูปแบบตารางประกอบความเรียง

ตอนที่ 2 ผลการประเมินนักเรียน โดยครู ด้านความสามารถทางฟิสิกส์
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค วิเคราะห์
โดยแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ หาค่าเฉลี่ยและนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ นำมาสรุปในรูปของความเรียง

5.3 ฉบับที่ 3 แบบสอบถามครู เรื่อง สภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอน
ฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม มาแจกแจงความถี่
หาค่าร้อยละและนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง

ตอนที่ 2 สภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิด
สะเต็มศึกษาวิเคราะห์โดยแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ หาค่าเฉลี่ยและนำเสนอในรูปแบบตาราง
ประกอบความเรียง

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ นำมาสรุปในรูปของความเรียง

6. ตอนที่ 2 ของแบบสอบถามทั้ง 3 ฉบับ การประเมินการให้คะแนนความหมายของ
ค่าเฉลี่ย ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับ ปานกลาง

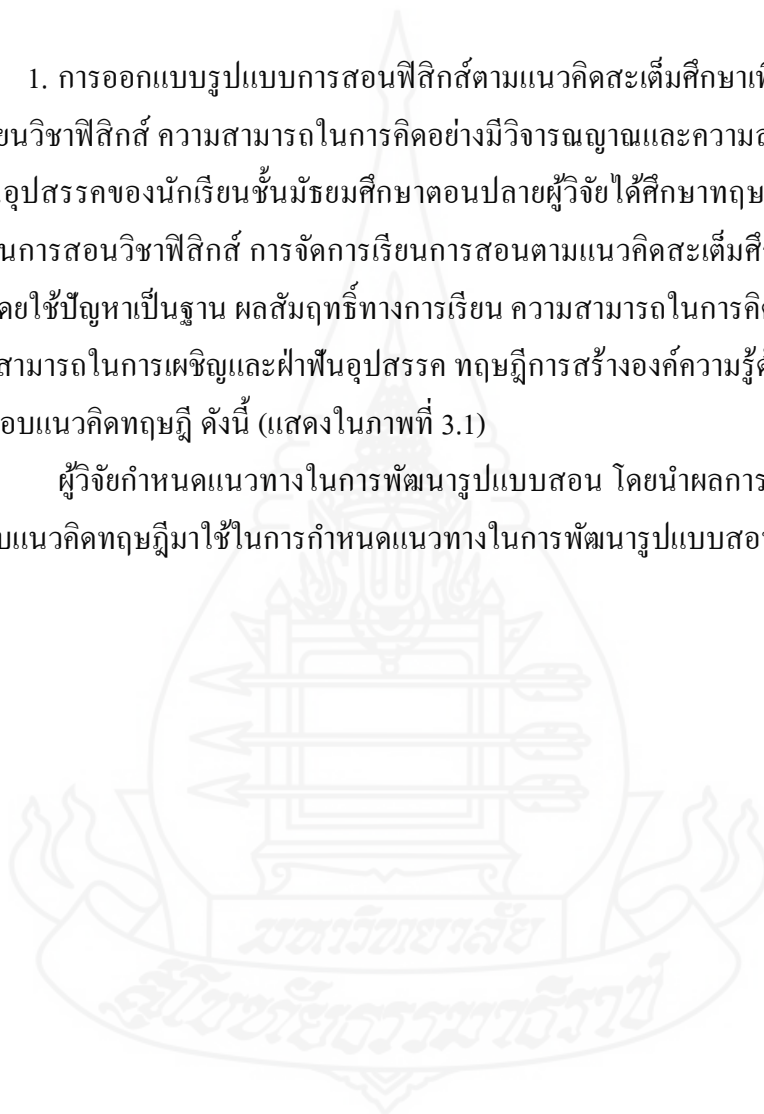
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง ระดับ น้อยที่สุด

**ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญ
และฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

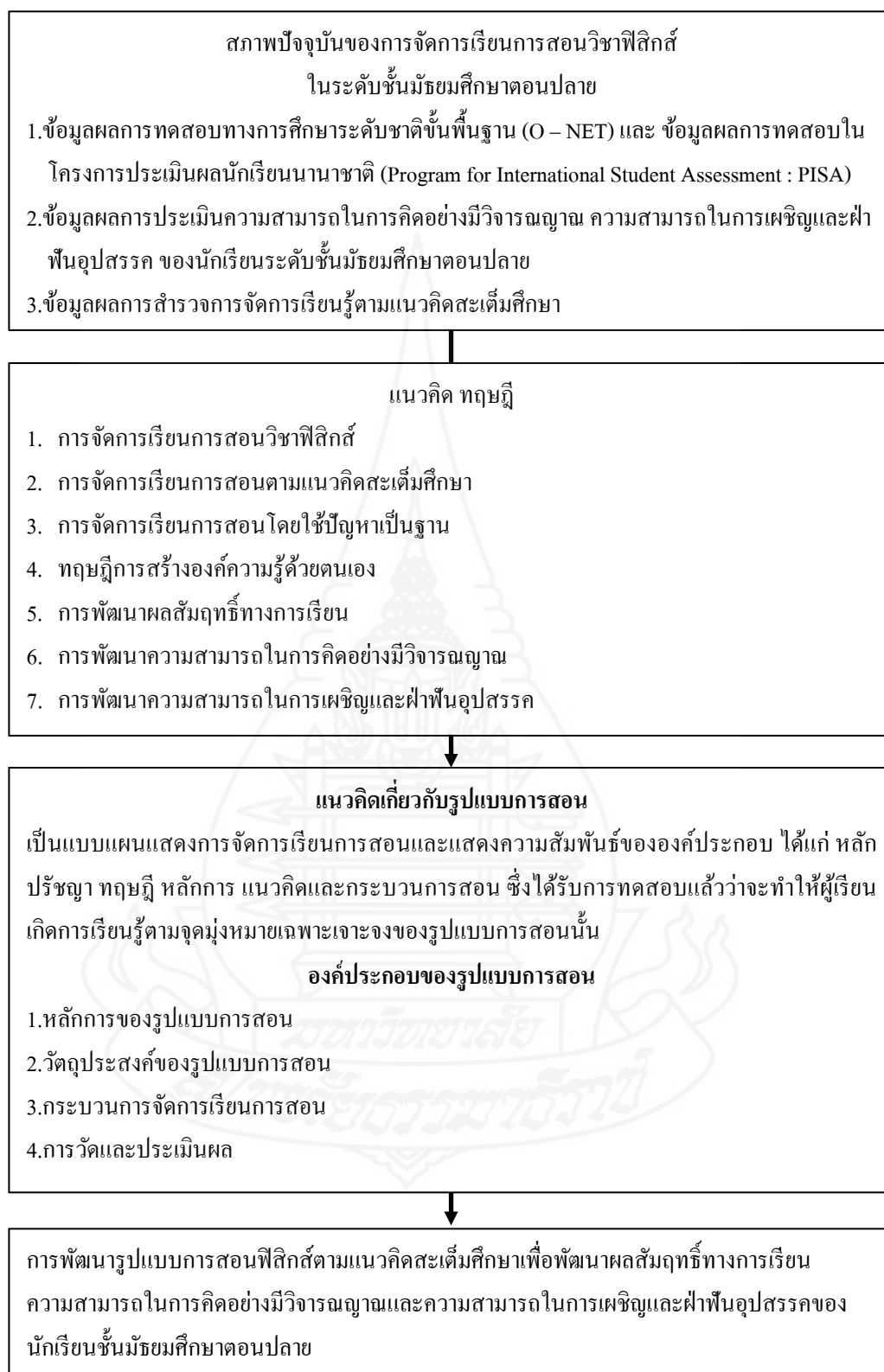
1. การออกแบบรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดทฤษฎี ดังนี้ (แสดงในภาพที่ 3.1)

ผู้วิจัยกำหนดแนวทางในการพัฒนารูปแบบสอน โดยนำผลการศึกษาจากขั้นตอนที่ 1 และกรอบแนวคิดทฤษฎีมาใช้ในการกำหนดแนวทางในการพัฒนารูปแบบสอน ดังภาพที่ 3.2



การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ การจัดการเรียนวิชาฟิสิกส์มีเป้าหมาย คือ นักเรียนเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ นักเรียนสามารถใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อ แก้ปัญหา นักเรียนสามารถนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ นักเรียนสามารถ สื่อสารข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีจิตวิทยาศาสตร์	การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยมุ่งเน้นการ แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิตสามารถเชื่อมโยง ความรู้กับชีวิตจริง
การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงเป็นเครื่องมือในการนำพานักเรียนไปสู่ เป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด โดยนักเรียนเป็นผู้ศึกษาหาความรู้และแก้ปัญหาที่ครูกำหนดด้วยตัว นักเรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน	ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูลซึ่งเป็นกระบวนการทางสติปัญญา ควบคู่ไปกับกระบวนการทางสังคม
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบรรลุตามเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้ จะต้องยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนในแต่ละวัย	การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนักเรียนลงมือกระทำ (Active Learning) สามารถพัฒนา ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้โดยมีตัวแปรที่สำคัญ ได้แก่การจัด สภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยมีนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ (Constructivist Learning Environment) กลยุทธ์ทางความคิด (Cognitive Strategies) และกระบวนการตั้งเป้าหมาย (Goal Orientation)
การพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ต้องใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยมีเป้าหมายร่วมกันในการวางแผนแก้ไขปัญหาผ่าน กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและดำเนินการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้	

ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดทฤษฎี (Theoretical Framework)

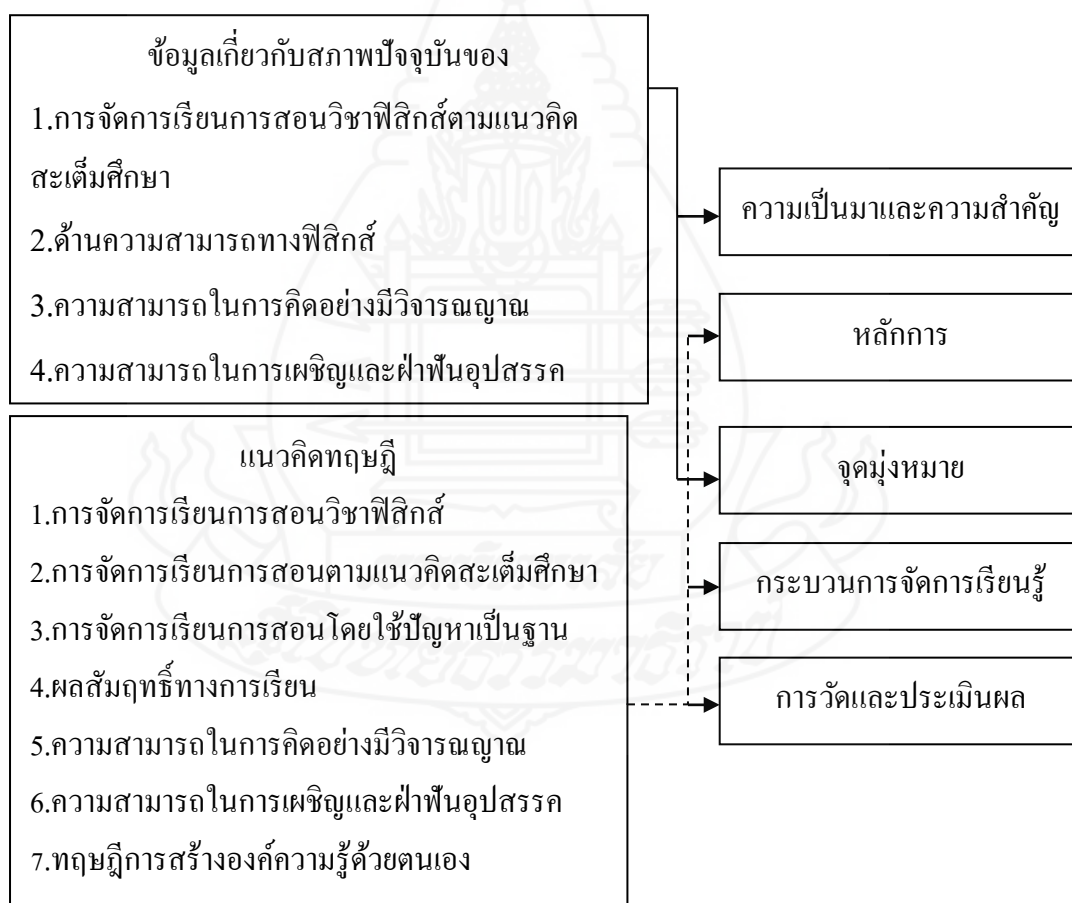


ภาพที่ 3.2 แนวทางในการพัฒนารูปแบบสอน

2. การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการสอน ผู้วิจัยนำกรอบแนวคิดการวิจัยที่ได้ผนวกกับแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการสอนของนักการศึกษา จากนั้นนำแนวคิดที่สอดคล้องกันมากำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบการสอน ประกอบด้วย

- 2.1 หลักการของรูปแบบการสอน
- 2.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน
- 2.3 กระบวนการจัดการเรียนการสอน
- 2.4 การวัดและประเมินผล

นำมาจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบการสอนกับแนวทางในการพัฒนารูปแบบสอน ดังภาพที่ 3.3 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ภาพที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพปัจจุบันของการสอนฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในด้านต่างๆ แนวคิด ทฤษฎีและองค์ประกอบของรูปแบบการสอน

3. การพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

3.1 การกำหนดหลักการของรูปแบบการสอน ผู้วิจัยนำผลการศึกษาเอกสารหนังสือ งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นพื้นฐานในการกำหนดหลักการของรูปแบบการสอน

3.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน โดยนำหลักการของรูปแบบการสอนมาวิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงผลที่คาดว่าจะเกิดกับนักเรียนภายใต้หลักการแต่ละข้อแล้วนำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน

3.3 การกำหนดกระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการสอน ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค เพื่อกำหนดกระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการสอน

3.4 การกำหนดเครื่องมือและวิธีการประเมินผล ผู้วิจัยใช้การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การวัดและประเมินผลประกอบด้วย

3.4.1 ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำการทดสอบนักเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

3.4.2 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยวัดและประเมินผลจากภาระงานที่กำหนดให้นักเรียนปฏิบัติ

3.4.3 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำการทดสอบนักเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคโดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่

4. ประเมินรูปแบบการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ เป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ในการสอนวิชาฟิสิกส์ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือวุฒิการศึกษาระดับคุณวุฒิปริญญาตรีในสาขาวิชาฟิสิกส์หรือหลักสูตรและการสอน

4.1 พัฒนาเครื่องมือในการประเมินรูปแบบการสอน ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือในการประเมิน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสม/สอดคล้อง มากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสม/สอดคล้อง มาก
- 3 หมายถึง เหมาะสม/สอดคล้อง ปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสม/สอดคล้อง น้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสม/สอดคล้อง น้อยที่สุด

ส่วนที่ 2 เป็นแบบปลายเปิดเพื่อให้ผู้ประเมินให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4.2 นำเครื่องมือประเมินที่สร้างขึ้นพิจารณาความครอบคลุมของประเด็นในการประเมินและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้โดยคณะกรรมการที่ปรึกษาคุศุณิพนธ์

4.3 ปรับปรุงเครื่องมือในการประเมินตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาคุศุณิพนธ์

4.4 นำรูปแบบการสอนพร้อมแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

4.5 นำเครื่องมือในการประเมินที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยส่วนที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า นำมาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา การให้คะแนนความหมายผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้อง มากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้อง มาก
- ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้อง ปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้อง น้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้อง น้อยที่สุด

4.6 ปรับปรุงรูปแบบการสอนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนฟิสิกส์

ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญ

และฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

โดยการศึกษานำร่อง

1. รูปแบบการสอนถูกปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความเป็นไปได้ของรูปแบบการสอนในสภาพการสอนจริง โดยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ตามรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อใช้ในการศึกษานำร่อง

2. กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษานำร่องได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกระบุรีวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 200 คน โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนกระบุรีวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 31 คน ใช้การทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest – Posttest Design) โดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เวลาในการสอนสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง จำนวน 3 สัปดาห์ รวม 9 ชั่วโมง

3. ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อใช้ในการศึกษานำร่อง ดังนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ จำนวน 3 แผน เพื่อใช้ในการศึกษานำร่อง มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.1.1 ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้แกนกลาง มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ในช่วงชั้นที่ 4 ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการเคลื่อนที่แบบต่างๆ

3.1.2 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.1.3 ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ เป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ในการสอนวิชาฟิสิกส์ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือวุฒิการศึกษาระดับคุณวุฒิปบัณฑิตในสาขาวิชาฟิสิกส์หรือหลักสูตรและการสอน

3.1.4 พัฒนาเครื่องมือในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือในการประเมิน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสม/สอดคล้อง มากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสม/สอดคล้อง มาก
- 3 หมายถึง เหมาะสม/สอดคล้อง ปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสม/สอดคล้อง น้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสม/สอดคล้อง น้อยที่สุด

ส่วนที่ 2 เป็นแบบปลายเปิดเพื่อให้ผู้ประเมินให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.1.5 นำเครื่องมือประเมินที่สร้างขึ้นพิจารณาความครอบคลุมของประเด็นในการประเมินและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้โดยคณะกรรมการที่ปรึกษาคุณินพนธ์

3.1.6 ปรับปรุงเครื่องมือในการประเมินตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาคุณินพนธ์

3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้พร้อมแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

3.1.8 นำเครื่องมือในการประเมินที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยส่วนที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า นำมาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา การให้คะแนนความหมายผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้อง มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้อง มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้อง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้อง น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้อง น้อยที่สุด

3.1.9 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้ในการศึกษานำร่อง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.2.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้แกนกลาง มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.2.2 กำหนดเนื้อหาในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

3.2.3 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และภาษาที่ใช้ โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 3 คน โดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) แบบทดสอบฉบับที่ 1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 - 1 จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.2.4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเพื่อใช้ในการศึกษานำร่อง ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 35 คน โรงเรียนกระบุรีวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นระดับชั้นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการศึกษานำร่อง

จากนั้นนำแบบทดสอบมาหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ คัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ สามารถนำมาใช้ในการทดสอบนักเรียนได้

3.2.5 นำคะแนนของแบบทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ หาโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ลิวัน สายยศและอังคณา สายยศ 2536: 197 – 198) ผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเพื่อใช้ในการศึกษานำร่องได้ค่าความเชื่อมั่น 0.87

3.3 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษานำร่องและใช้ในการทดลองจริง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ

3.3.2 กำหนดเนื้อหาความสามารถที่ต้องการวัด ลักษณะการวัด (ข้อคำถาม)และ
น้ำหนักของเนื้อหาแต่ละด้านของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งแสดงใน
ตารางที่ 3.1



ตารางที่ 3.1 เนื้อหาความสามารถที่ต้องการวัด ลักษณะการวัด (ข้อคำถาม)และน้ำหนักของเนื้อหา
แต่ละด้านของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ความสามารถ ที่ต้องการวัด	ลักษณะการวัด (ข้อคำถาม)	น้ำหนักเนื้อหา (ร้อยละ)	จำนวน (ข้อ)
ด้านการระบุ ประเด็นปัญหา	เป็นการวัดความสามารถในการตั้ง คำถามหรือระบุประเด็นของปัญหาได้ ชัดเจน ความสามารถในการระบุ สาระสำคัญของข้อมูลได้ชัดเจน	20	10
ด้านการรวบรวมข้อมูล	เป็นการวัดความสามารถในการเก็บ ข้อมูลและพิจารณาข้อมูลที่เก็บรวบรวม มาได้ว่าเป็นข้อมูลจากแหล่งใด ข้อมูลใด เป็นจริง ข้อมูลใดเป็นความคิดเห็นมี ความเกี่ยวข้องหรือจำเป็นมากเพียงใด	20	10
ด้านการวิเคราะห์ และจัดข้อมูล	เป็นการวัดความสามารถในการจำแนก แยกแยะข้อมูลและสรุปข้อมูลโดยให้ เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผล แบบนิรนัย	20	10
ด้านการตั้งสมมติฐาน	เป็นการวัดความสามารถในการเสนอ คำตอบหรือทางเลือกที่สมเหตุสมผล	20	10
ด้านการประเมินค่า	เป็นการวัดความสามารถในการ ตัดสินใจเลือกทางเลือกได้อย่าง สมเหตุสมผล	20	10
รวม		100	50

3.3.3 นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน
ความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และภาษาที่ใช้ โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญหลักสูตรและการสอน
จำนวน 3 คน โดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC)

ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 - 1 จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.4 นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 35 คน โรงเรียนกระบือวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นระดับชั้นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการศึกษานำร่องและทดลองจริง

จากนั้นนำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกโดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ คัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.75 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.52 – 0.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถนำมาใช้ในการทดสอบนักเรียนได้

3.3.5 นำคะแนนของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเตอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ถ้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2536: 197 – 198) โดยได้ค่าความเชื่อมั่น 0.98

3.4 แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ใน การศึกษานำร่องและทดลองจริง ผู้วิจัยใช้ของ กรรณิกา สุขสมัย(2549) ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 – 0.53 จำแนกตามองค์ประกอบ ได้ดังนี้ ด้านการควบคุมสถานการณ์ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.33 – 0.52 ด้านการรับรู้ต้นเหตุและรับผิดชอบต่อปัญหา มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.28 – 0.48 ด้านการเข้าถึงปัญหา มีค่าอำนาจการจำแนกตั้งแต่ 0.27 – 0.53 ด้านการอดทนต่อปัญหา มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.28 – 0.52

แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคมีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในตามวิธีของครอนบราคเท่ากับ 0.89 จำแนกตามองค์ประกอบ ได้ดังนี้ ด้านการควบคุมสถานการณ์ มีค่าความเที่ยง 0.70 ด้านการรับรู้ต้นเหตุและรับผิดชอบต่อปัญหา มีค่าความเที่ยง 0.62 ด้านการเข้าถึงปัญหา มีค่าความเที่ยง 0.71 ด้านการอดทนต่อปัญหา มีค่าความเที่ยง 0.70

4 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษานำร่อง

4.1 ผู้วิจัยจัดกิจกรรมปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อชี้แจงเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.2 ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

4.3 ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ซึ่งพัฒนาโดยใช้รูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ขณะที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนการสอน จำนวน 6 ขั้นตอนของรูปแบบการสอนข้างต้น จากนั้นจดบันทึกลงในแบบบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน

4.4 ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

4.5 วิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

4.5.1 การวิเคราะห์ผลการทดสอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ค่าสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis of Variance: MANOVA)

4.5.2 การวิเคราะห์แบบบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

4.5.3 สรุปและประเมินผลการศึกษานำร่อง (Pilot Study) และนำผลการศึกษามาใช้ในการปรับปรุงรูปแบบการสอนก่อนการทดลองจริง

**ขั้นตอนที่ 4 การนำรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไปทดลองใช้จริง**

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้จากการปรับปรุงจากการศึกษานำร่องไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 แบบแผนการทดลอง

แบบแผนการทดลองที่นำมาใช้เพื่อทดลองรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ การทดลองแบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Pretest – Posttest Control Group Design) ดังภาพที่ 3.4

E	T1	X	T2
C	T3	Y	T4

E	คือ	กลุ่มทดลอง
C	คือ	กลุ่มควบคุม
T1 T3	คือ	ผลที่วัดได้จากระยะก่อนการทดลอง
T2 T4	คือ	ผลที่วัดได้จากระยะหลังการทดลอง
X	คือ	ตัวแปรจัดกระทำ(รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น)
Y	คือ	ตัวแปรจัดกระทำ (รูปแบบการสอนแบบ 5 Es)

ภาพที่ 3.4 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วัดผลก่อน
และหลังการทดลอง (Pretest – Posttest Control Group Design)

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

4.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ มีเนื้อหาประกอบด้วย 1) สนามของแรง 2) การเคลื่อนที่ 3) คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และ 4) กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งพัฒนาโดยใช้รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาซึ่งได้ปรับปรุงหลังจากการศึกษานำร่องแล้ว โดยใช้กระบวนการพัฒนาเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ซึ่งใช้ในการศึกษานำร่อง ดังหัวข้อที่ 3.3.1

4.2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งได้รับการพัฒนาและหาประสิทธิภาพเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 3.3.2 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.34 – 0.77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37 – 0.68 ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเตอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) โดยได้ค่าความเชื่อมั่น 0.92

4.2.3 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งได้รับการพัฒนาและหาประสิทธิภาพจากขั้นตอนที่ 3.3.3 ของการวิจัย และแบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ตามขั้นตอนที่ 3.3.4

4.3 ขอบเขตของการทดลอง

4.3.1 ประชากรที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกระบุรีวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 200 คน

4.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนกระบุรีวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 40 คน และ 2) กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 40 คน

4.4 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

4.4.1 ก่อนทำการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

4.4.2 ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนรายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 แก่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะเวลา 15 สัปดาห์ โดยทำการปฐมมนิเทศนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเกี่ยวกับ วัตถุประสงค์ การจัดการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล บทบาทของนักเรียน บทบาทของครู

การดำเนินการสอนในกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยมีกระบวนการจัดการเรียนการสอน ดังนี้ (ก).ขั้นตอนการสร้างสถานการณ์ปัญหา โดยใช้รูปแบบ P – T – PM – E (ข).ขั้นตอนการสอน ขั้นที่ 1.การระบุประเด็นปัญหา ขั้นที่ 2. การสำรวจตรวจสอบ ขั้นที่ 3.การตั้งสมมติฐาน ขั้นที่ 4.การประเมินผลเพื่อตัดสินใจเลือกสมมติฐาน ขั้นที่ 5.การผลิตผลงาน ขั้นที่ 6.การประเมินผลงาน

การดำเนินการสอนในกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. มีขั้นตอนการสอน ดังนี้ ขั้นที่ 1.ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁) ขั้นที่ 2.ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration : E₄) ขั้นที่ 5 (Evaluation : E₅)

4.4.3 หลังการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเช่นเดียวกับก่อนทดลอง จากนั้นนำคะแนนจากการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติ

4.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

4.5.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ มีดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ใช้สูตร ดังนี้ (ส่วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, น.73)

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

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร ดังนี้ (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.79)

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$(\sum x)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3) ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยใช้สูตร ดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, น.208 - 209)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4) ค่าความยากง่าย ใช้สูตร ดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, น.209 - 211)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อนั้น

5) ค่าอำนาจจำแนกใช้สูตร ดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, น.209 - 211)

$$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_u	แทน	จำนวนคนกลุ่มเก่งที่ตอบข้อนั้นถูก
	R_L	แทน	จำนวนคนกลุ่มอ่อนที่ตอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

6) ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน
(Kuder Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.197 - 198)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้นๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้นๆ
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

4.5.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีสมมติฐาน คือ รูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่งผลให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคะแนนความสามารถในการฝ่าฟันอุปสรรคของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุมโดยสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis of Variance: MANOVA) สถิติที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย

1) Pillai – Bartlett Trace (V) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$V = \sum_{i=1}^s \frac{\lambda_i}{1 + \lambda_i}$$

เมื่อ			
	V	แทน	ผลรวมของสัดส่วนของความแปรปรวนอธิบายบน
ฟังก์ชันการจำแนก			
	λ_i	แทน	ค่าไอเกนสำหรับตัวแปรจำแนกประเภทแต่ละตัว
	S	แทน	จำนวนตัวแปร

2) Hotelling's T^2 เป็นสูตรของ Hotelling–Lawlet trace เป็นผลรวมของค่าไอเกนสำหรับแต่ละตัวแปรโดยใช้สูตร ดังนี้

$$T = \sum_{i=1}^s \lambda_i$$

เมื่อ

T	แทน	ผลรวมของค่าไอเกนสำหรับแต่ละตัวแปร
λ_i	แทน	ค่าไอเกนสำหรับตัวแปรจำแนกประเภทแต่ละตัว

3) Wilks's Lambda (λ) แลเมด้าของ Wilks จะเป็นผลผลิตของความแปรปรวนที่ไม่สามารถอธิบายได้ ในแต่ละตัวแปร สัญลักษณ์ Π หมายถึงผลคูณแลเมด้าของ wild's จะแสดงอัตราส่วนของความแปรปรวนคลาดเคลื่อนกับความแปรปรวนรวม (SS_e/SS_t) สำหรับแต่ละตัวแปรโดยมีสูตร ดังนี้

$$\Lambda = \prod_{i=1}^s \frac{1}{1+\lambda_i}$$

เมื่อ

Λ	แทน	Wilks's Lambda
λ_i	แทน	ค่าไอเกนสำหรับตัวแปรจำแนกประเภทแต่ละตัว
Π	แทน	ผลคูณ λ ของ wild's

(4) Roy's Largest Root

$$\text{Largest root} = \lambda_{\text{Largest}}$$

เมื่อ

λ_{Largest}	แทน	ค่าไอเกนสำหรับตัวแปรแรกเป็นค่าที่มากที่สุด
----------------------------	-----	--

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การประเมินผลรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคะแนนความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคะแนนความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคะแนนความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนและหลังเรียน

