

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาศภาพปัจจุบัน

ตอนที่ 2 ผลการออกแบบและพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการศึกษาในห้อง

ตอนที่ 4 ผลการนำรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไปทดลองใช้จริง

ตอนที่ 5 ผลการประเมินรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาศภาพปัจจุบัน

การนำเสนอผลการศึกษาศภาพปัจจุบัน แบ่งการนำเสนอ 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการประเมินตนเองของนักเรียนด้านความสามารถด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและด้านความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินนักเรียนโดยครูผู้สอนในรายวิชาฟิสิกส์ด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและด้านความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

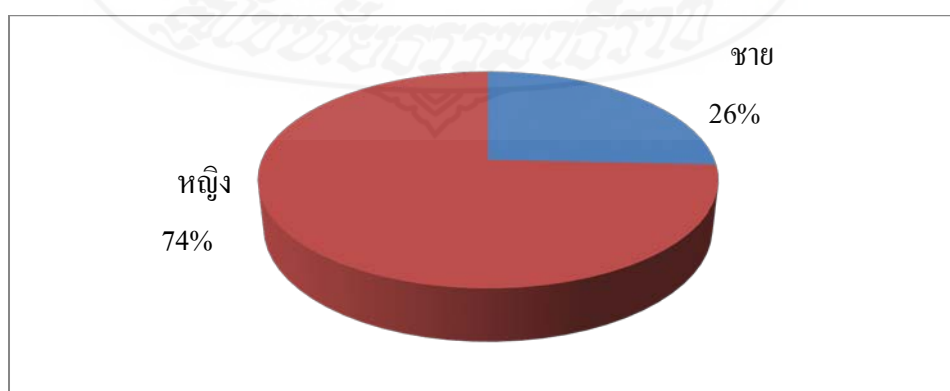
ส่วนที่ 3 ผลการศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผลการศึกษาในแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

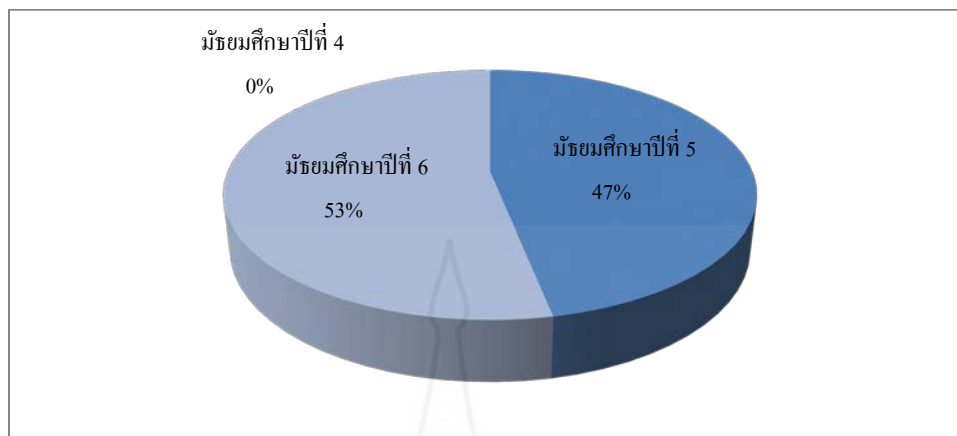
ส่วนที่ 1 ผลการประเมินตนเองของนักเรียนด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและด้านความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

หลังจากตรวจสอบแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืนมาทั้งหมด พบว่า มีแบบสอบถามที่จัดส่งไปยังกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 500 คน ได้รับกลับคืนมาเป็นแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์จำนวน 412 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 84.2 จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

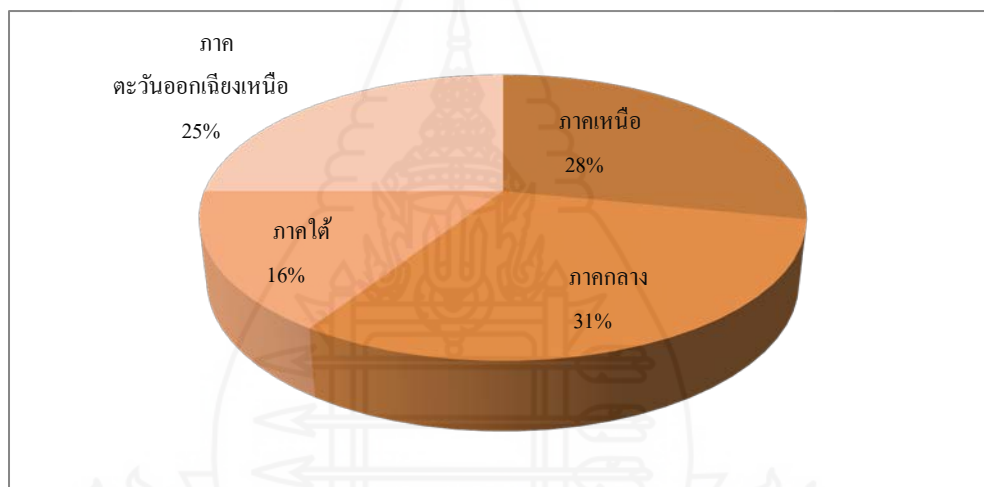
ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานปีการศึกษา 2559 พบว่า มีจำนวนทั้งหมด 412 คน อยู่ในช่วงอายุ 16 – 18 ปี เป็นเพศชาย จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 26 เพศหญิง จำนวน 306 คน คิดเป็นร้อยละ 74 เมื่อวิเคราะห์ระดับชั้นของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 0 คน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 193 คน คิดเป็นร้อยละ 47 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 219 คน คิดเป็นร้อยละ 53 โดยมาจากภาคเหนือ จำนวน 116 คน คิดเป็นร้อยละ 28 ภาคกลาง จำนวน 128 คน คิดเป็นร้อยละ 31 ภาคใต้ จำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 16 และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 25 แผนภูมิแสดงข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามแสดงในภาพที่ 4.1



ก.แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของเพศชายและเพศหญิงของกลุ่มตัวอย่าง



ข.แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นต่างๆ



ค.แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่มาจากภาคต่างๆ

ภาพที่ 4.1 แผนภูมิวงกลมแสดงข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม
ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานปีการศึกษา 2559

ผลการสำรวจ พบว่า นักเรียนประเมินตนเองด้านความสามารถทางฟิสิกส์ มีระดับความสามารถปานกลาง ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีระดับความสามารถ ดี ด้านความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค มีความสามารถระดับดี ดังตารางที่ 4.1(รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวก ข ที่ 1 – 3)

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินตนเองของนักเรียนด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ความสามารถ	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D)	ระดับ
ด้าน ความสามารถทางฟิสิกส์	3.26	0.10	ปานกลาง
ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	3.60	0.24	ดี
ด้านความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค	3.94	0.25	ดี

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินนักเรียนโดยครูผู้สอนในรายวิชาฟิสิกส์ด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและด้านความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

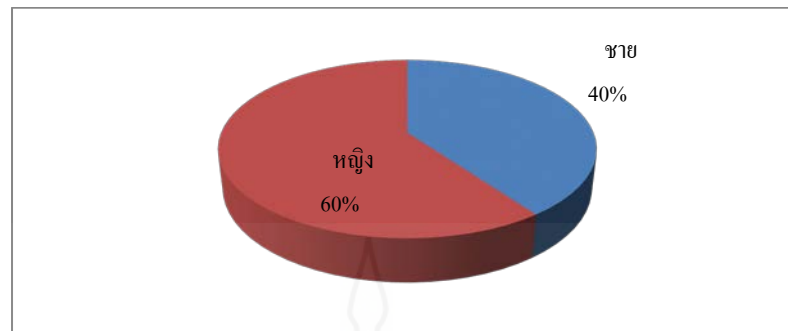
หลังจากตรวจสอบแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืนมาทั้งหมด พบว่า มีแบบสอบถามที่จัดส่งไปยังกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน ได้รับกลับคืนมาเป็นแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์ จำนวน 330 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 82.5 จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2559 พบว่า มีจำนวนทั้งหมด 330 คน โดยแบ่งเป็นเพศชาย จำนวน 132 คน คิดเป็นร้อยละ 40 เพศหญิง จำนวน 198 คน คิดเป็นร้อยละ 60 อยู่ในช่วงอายุ 20 – 24 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 3 ช่วงอายุ 25 – 30 ปี จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ช่วงอายุ 31 – 35 ปี จำนวน 143 คน คิดเป็นร้อยละ 43 ช่วงอายุ 36 – 40 ปี จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ช่วงอายุ 41 - 45 ปี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 7 ช่วงอายุ 46 – 50 ปี จำนวน 0 คน และช่วงอายุ 51 – 55 ปี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 7

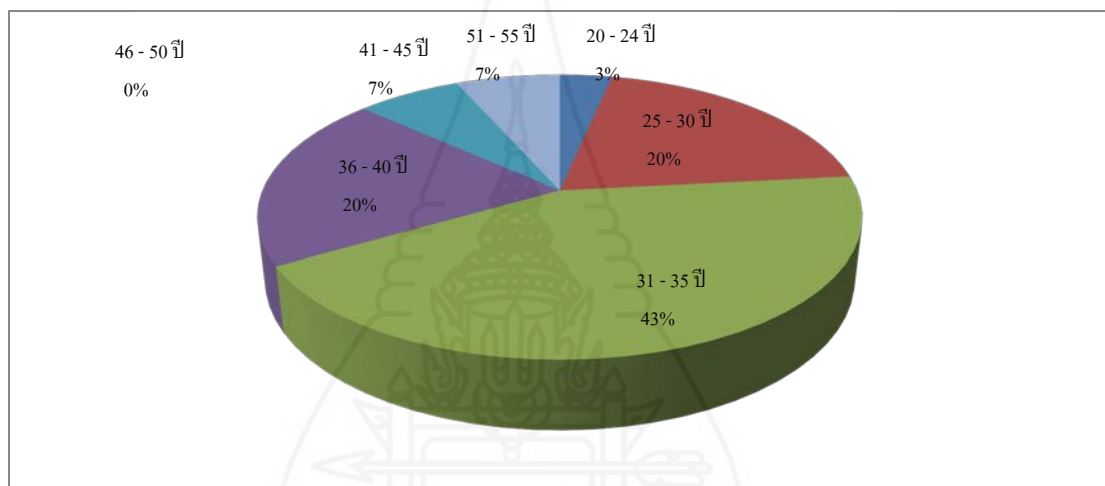
กลุ่มตัวอย่างสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 17 สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 110 คน คิดเป็นร้อยละ 33 สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 99 คน คิดเป็นร้อยละ 30 สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 7 สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 7 สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 7

กลุ่มตัวอย่างมีประสบการณ์ในการทำงาน 0 – 5 ปี จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ประสบการณ์ในการทำงาน 6 – 10 ปี จำนวน 209 คน คิดเป็นร้อยละ 63 ประสบการณ์ในการทำงาน 11 – 15 ปี จำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 13 ประสบการณ์ในการทำงาน 16 – 20 ปี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 7 ประสบการณ์ในการทำงาน 21 – 25 ปี จำนวน 0 คน ประสบการณ์ในการทำงาน 26 – 30 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 3 ประสบการณ์ในการทำงาน 31 – 35 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 3

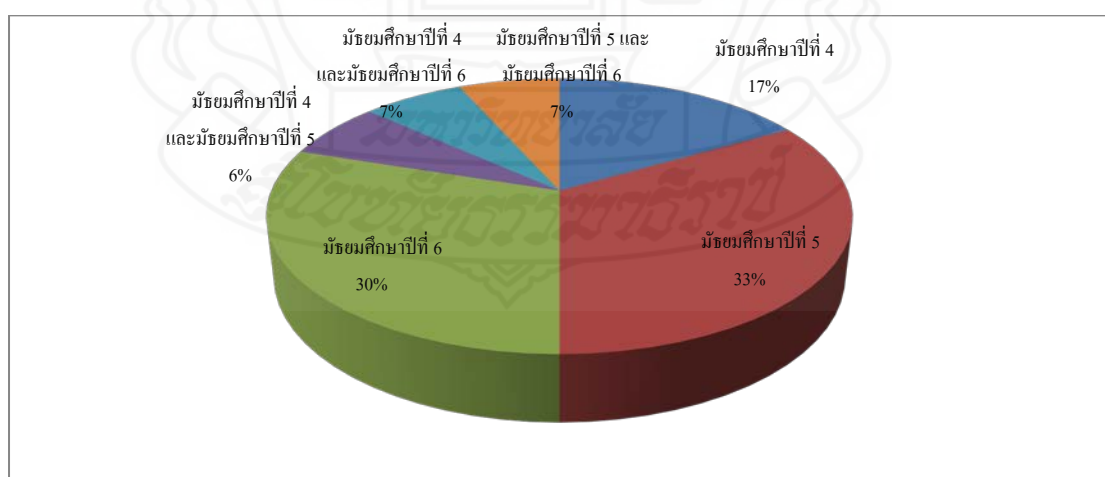
กลุ่มตัวอย่างมาจากภาคเหนือ จำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 27 ภาคกลาง จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 17 ภาคใต้ จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 17 และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 132 คน คิดเป็นร้อยละ 40 แผนภูมิแสดงข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามแสดงในภาพที่ 4.2



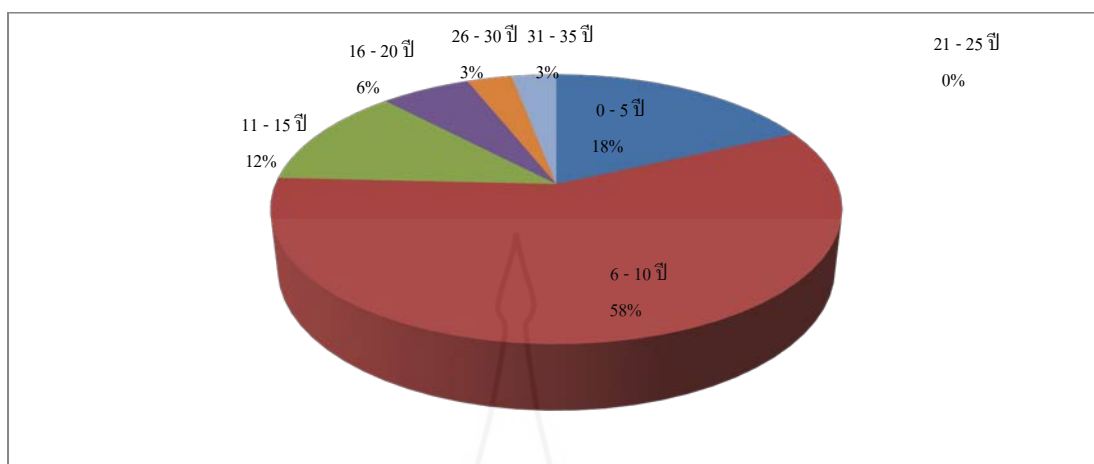
ก.แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของเพศชายและเพศหญิงของกลุ่มตัวอย่าง



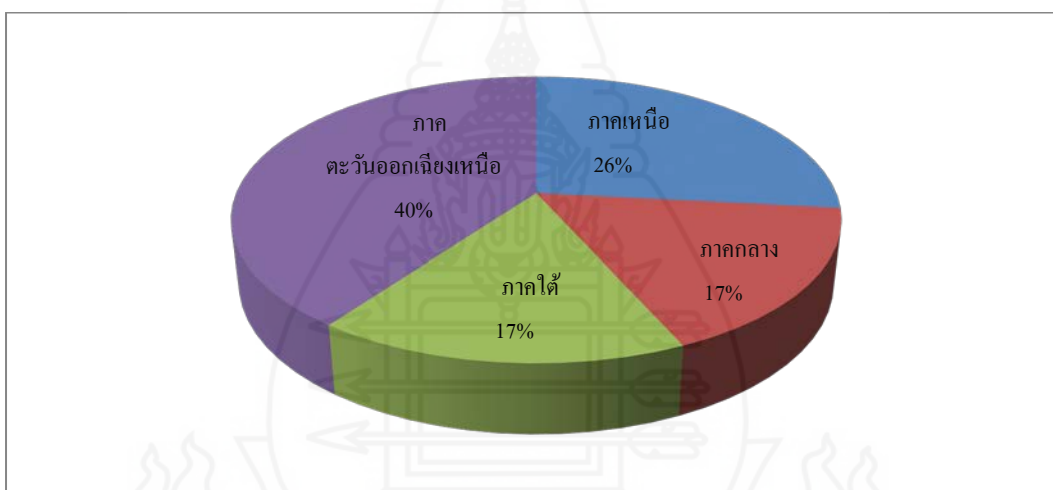
ข.แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของกลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุต่างๆ



ค.แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่สอนในระดับชั้นต่างๆ



จ.แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของกลุ่มตัวอย่างในช่วงประสบการณ์ในการทำงานต่างๆ



จ.แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่มาจากภาคต่างๆ

ภาพที่ 4.2 แผนภูมิวงกลมแสดงข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2559

ผลการสำรวจ พบว่า ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2559 ประเมินนักเรียนด้านความสามารถทางฟิสิกส์ มีระดับความสามารถปานกลาง ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีระดับความสามารถปานกลาง ด้านความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค มีความสามารถระดับปานกลางดังตารางที่ 4.2 (รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวก ข ที่ 4 – 6)

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินนักเรียนด้านความสามารถทางฟิสิกส์ ด้านความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณ ด้านความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
โดยครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์

ความสามารถ	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D)	ระดับ
ด้านความสามารถทางฟิสิกส์	3.14	0.11	ปานกลาง
ด้านความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ	3.29	0.21	ปานกลาง
ด้านความสามารถในการเผชิญ และฝ่าฟันอุปสรรค	3.39	0.09	ปานกลาง

ส่วนที่ 3 ผลการศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการสอบถามครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2559 พบว่า สภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษาในภาพรวมมีความเหมาะสม ร้อยละ 90.27 และมีปัญหาระดับปานกลาง
ร้อยละ 34.43 ดังตารางที่ 4.3 (รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวก ข ที่ 7 – 10)

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิด
สะเต็มศึกษาของครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2559

ข้อ	รายการ	จำนวน	สภาพ		ปัญหา				
			มี / เหมาะสม	ไม่มี / ไม่ เหมาะสม	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
1	ด้านเนื้อหาและกิจกรรม การเรียนการสอนฟิสิกส์ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	ความถี่ ร้อยละ	3,476 87.78	484 12.22	11 0.29	847 22.61	1,166 31.13	1,067 28.48	385 10.28
2	ด้านครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์	ความถี่ ร้อยละ	2,948 89.33	352 10.67	231 7.84	517 17.54	1,067 36.19	847 28.73	286 9.70

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	จำนวน	สภาพ		ปัญหา				
			มี / เหมาะสม	ไม่มี / ไม่ เหมาะสม	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
3	ด้านสถานที่ อุปกรณ์และ สิ่งอำนวยความสะดวกใน การจัดการเรียนการสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	ความถี่ ร้อยละ	2,178 94.3	132 5.7	198 9.09	462 21.2	924 42.4	473 21.7	121 5.56
4	ด้านการวัดและ ประเมินผล	ความถี่ ร้อยละ	2,420 91.67	220 8.33	55 2.27	385 15.91	638 26.36	935 38.64	407 16.82
	รวม	ความถี่ ร้อยละ	11,022 90.27	1,188 9.73	495 4.49	2,211 20.26	3,795 34.43	3,322 30.14	1,199 10.88

**ตอนที่ 2 ผลการออกแบบและพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

การออกแบบและพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแบ่งการนำเสนอ 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการพัฒนาหลักการของรูปแบบการสอน

หลักการของรูปแบบการสอนถูกพัฒนาโดยมีพื้นฐานจากทฤษฎี แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังแสดงในภาพที่ 4.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

การจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีเป้าหมายเพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีและกฏที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ โดยมีแนวทางในการจัดการเรียนการสอน 3 แนวทาง คือ การใช้คำถาม

การทดลอง และการอภิปราย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, online) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการสอดแทรกทั้ง 3 แนวทาง ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science :S) เทคโนโลยี (Technology :T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering :E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics :M) ซึ่งนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) หรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project – Based Learning) มาประยุกต์ใช้ โดยเริ่มจากสถานการณ์ปัญหาหรือคำถามที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและความอยากรู้แนวทางแก้ปัญหาหรือคำตอบของคำถามนั้น จากนั้นนักเรียนจะใช้กระบวนการสืบเสาะ เช่น การทดลอง การค้นคว้าข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นต้น เพื่อสร้างองค์ความรู้และ นำความรู้ที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อกำหนดวิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปผลการดำเนินการ

แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุน ส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ เนื่องจากนักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามลำดับขั้น คือ การทำความเข้าใจ การปรับใช้ การวิเคราะห์ การประเมิน และการสร้างสรรค์ (พิศิษฐ ตัณฑวัฒน์, 2558, น. 13) พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และพยายามแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ดังนั้น หลักการของรูปแบบการสอนจึงประกอบด้วย

1. เน้นการเรียนรู้แบบองค์รวมในรูปแบบ PTEM ซึ่งประกอบด้วย ฟิสิกส์ (Physics :P) เทคโนโลยี (Technology :T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering :E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics :M) โดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงเพื่อนำพานักเรียนไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
2. จัดการเรียนการสอนโดยนักเรียนลงมือกระทำ โดยกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ โดยครูทำหน้าที่สนับสนุน อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน
4. นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค โดยครูจะทำหน้าที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะ เพื่อให้นักเรียนทำงานจนบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ



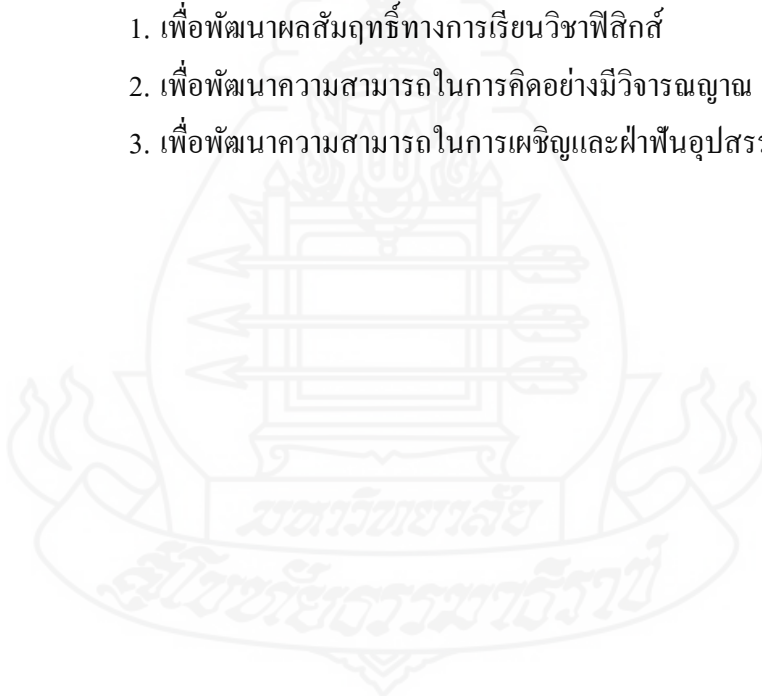
ภาพที่ 4.3 ผลการพัฒนาหลักการของรูปแบบการสอน

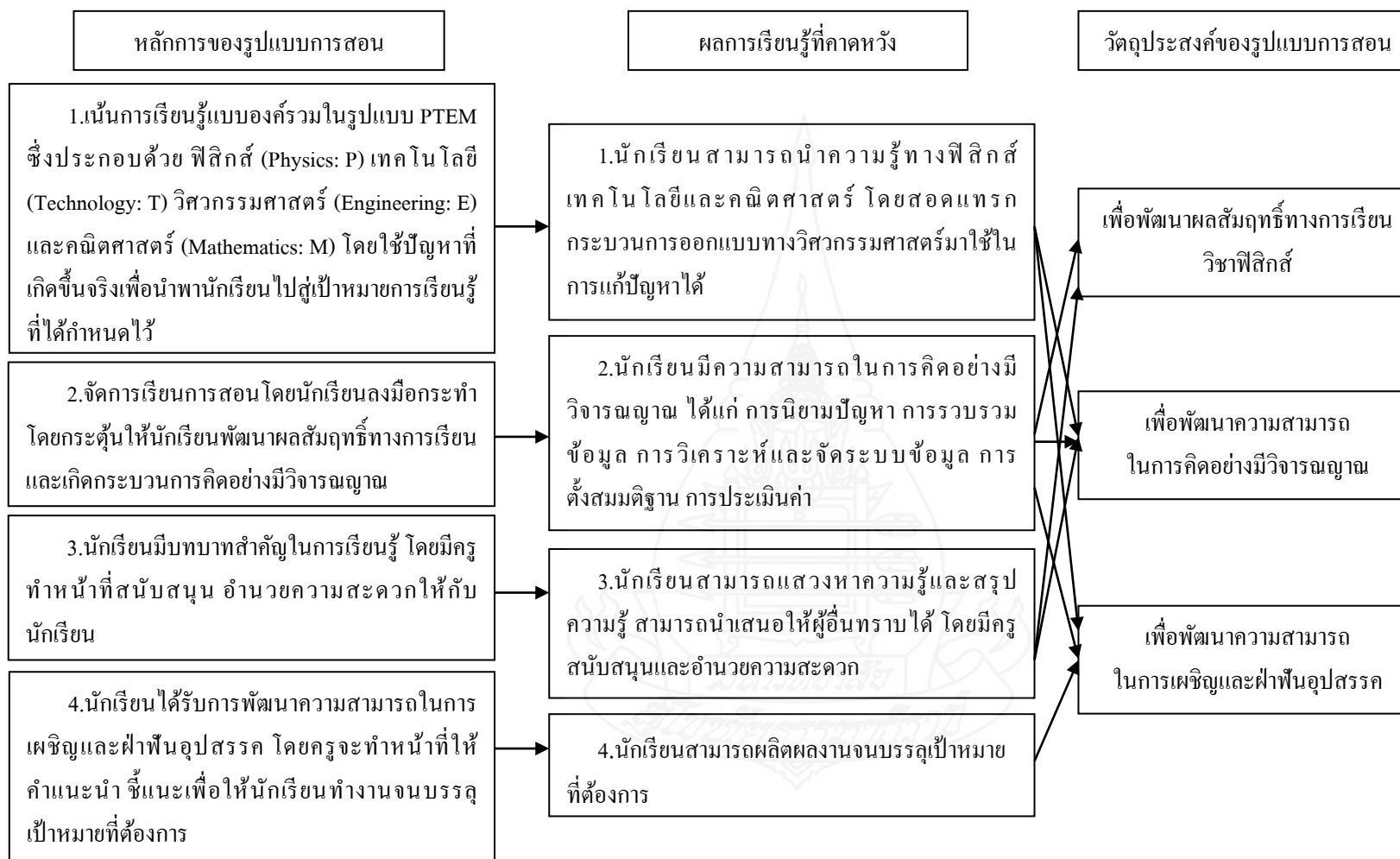
ส่วนที่ 2 ผลการพัฒนาวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน

การพัฒนาวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน โดยนำหลักการของรูปแบบการสอนมาวิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงผลที่คาดว่าจะเกิดกับนักเรียนภายใต้หลักการแต่ละข้อแล้วนำมาพัฒนาเป็นวัตถุประสงค์ของรูปแบบการศึกษาดังภาพที่ 4.4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นตามหลักการของรูปแบบการสอน คือ นักเรียนสามารถนำความรู้ PTEM ซึ่งประกอบด้วย ฟิสิกส์ (Physics :P) เทคโนโลยี (Technology :T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering :E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics :M) มาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดและบรรลุเป้าหมายที่ต้องการได้ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน นักเรียนสามารถนำกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ การนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการประเมินค่ามาประยุกต์ใช้ และสามารถนำเสนอให้ผู้อื่นทราบได้ โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวก ดังนั้น วัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอนจึงประกอบด้วย

1. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. เพื่อพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค





ภาพที่ 4.4 ผลการพัฒนาวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน

ส่วนที่ 3 ผลการพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการสอน

การพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการสอน ได้มาจากการสังเคราะห์กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ผลการสังเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.4 กระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการสอนสามารถแบ่งได้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนการสร้างสถานการณ์ปัญหา

การสร้างสถานการณ์ปัญหาโดยใช้รูปแบบ P – T – PM – E ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

Physics (P) ครูวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ ซึ่งได้แก่ สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สารที่ 5 พลังงานสารที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิเคราะห์จะได้ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้

Technology (T) เลือกเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสาระ/ตัวชี้วัดที่ต้องการสอน โดยเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นผลมาจากกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปสิ่งประดิษฐ์ แบบจำลอง วิธีการแก้ปัญหา เป็นต้น โดยคำนึงถึงบริบทของนักเรียนในแต่ละพื้นที่เพื่อให้สอดคล้องกับชีวิตจริง

Physics and Mathematics (PM) นำเทคโนโลยีที่ต้องการให้นักเรียนศึกษามาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (Physics : P) กับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) ผลการวิเคราะห์นำมาใช้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

Engineering (E) เป็นขั้นตอนการกำหนดสถานการณ์ปัญหาซึ่งจะนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด โดยนักเรียนจะต้องบูรณาการความรู้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (P) เทคโนโลยี (T) และคณิตศาสตร์ (M) มาใช้ในการแก้ไขปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (E)

2) ขั้นตอนการสอน

ขั้นตอนที่ 1 การระบุประเด็นปัญหา เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยครูจะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ออกแบบไว้

ครูจะใช้คำถามกระตุ้นเพื่อดึงความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่จะเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเตรียมพร้อมในการเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ครูสามารถประเมินความรู้เดิมของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ การตอบคำถามของนักเรียน เป็นต้น

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การระบุประเด็นปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจตรวจสอบ เป็นกิจกรรมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา โดยแบ่งได้ 2 กิจกรรม ดังนี้

(1) กิจกรรมในห้องเรียน คือ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลางซึ่งครูจัดขึ้น เช่น กิจกรรมการทดลอง กิจกรรมการสาธิต กิจกรรมการอภิปราย เป็นต้น โดยมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้แกนกลางตามที่หลักสูตรกำหนด หลังจากเสร็จกิจกรรมครูจะให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่ด้วยตัวนักเรียนเองและพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยการส่งเสริมให้นักเรียนจัดระบบข้อมูลด้วยวิธีการอุปนัยหรือนิรนัย

(2) กิจกรรมนอกห้องเรียน คือ กิจกรรมการค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา ครูอาจให้คำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้นักเรียนไปศึกษา ครูจะพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โดยฝึกให้นักเรียนตระหนักถึงข้อมูลที่ได้มามีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาและแหล่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือหรือไม่

องค์ความรู้และข้อมูลที่นักเรียนได้รับถูกจัดอย่างเป็นระบบข้อมูลด้วยวิธีการอุปนัยหรือวิธีการนิรนัย

ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน เป็นกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เก็บรวบรวมและจัดระบบเรียบร้อยแล้วมาใช้ในการกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา ซึ่งครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนตั้งสมมติฐานมากกว่า 1 สมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลเพื่อตัดสินใจเลือกสมมติฐาน เมื่อนักเรียนได้สมมติฐานจากขั้นตอนที่ 4 แล้ว นักเรียนจะอภิปรายร่วมกันเพื่อตัดสินใจเลือกสมมติฐาน โดยนักเรียนร่วมกันกำหนดข้อมูลและเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 5 การผลิตผลงาน นักเรียนนำสมมติฐานที่เลือกมาใช้ในการผลิตผลงาน ซึ่งผลงานของนักเรียนจะมีรูปแบบที่หลากหลายตามบริบทของเนื้อหา เช่น ผลงานสิ่งประดิษฐ์ แนวทางการแก้ปัญหา แบบจำลอง เป็นต้น ถ้าผลงานของนักเรียนไม่บรรลุเป้าหมายที่กำหนด ครูจะต้องแนะนำ ชี้แนะเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค โดยใช้แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ตามขั้นตอน The LEAD Sequence ตามแนวคิดของ พอล จี สตอลท์ซ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงใหม่ ดังนี้

L: Listen to your adversity response หมายถึง ครูจะต้องประเมินการตอบสนองต่ออุปสรรคของนักเรียน กล่าวคือ ถ้านักเรียนไม่มีการตอบสนองต่ออุปสรรคที่เกิดขึ้น หรือนักเรียนไม่มีความพยายามในการผลิตผลงานให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด ครูจะต้องดำเนินการในขั้นตอนถัดไป

E: Explore all origins and your ownership of the result หมายถึง การสำรวจต้นเหตุและความรับผิดชอบต่อผลลัพธ์ โดยครูจะใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนค้นหาสาเหตุของอุปสรรค เช่น อะไรคือสาเหตุที่ทำให้ไม่บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ นักเรียนคิดว่ามีวิธีการใดบ้างที่จะทำให้ดีกว่านี้ เป็นต้น

A: Analyze the evidence หมายถึง การวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขหรือปรับปรุงผลงาน โดยครูจะใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนหาแนวทางแก้ไข เช่น จะแก้ไขสาเหตุของปัญหาได้อย่างไร เป็นต้น

D: Do something หมายถึง การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหา เมื่อนักเรียนมีแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคแล้ว ครูจะต้องสนับสนุนและเสริมแรงเพื่อให้ นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรค

ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผลงาน นักเรียนจะนำเสนอผลงานให้กับเพื่อนในชั้นเรียนทราบ โดยผลงานของนักเรียนจะถูกประเมินโดยครู เพื่อนในห้องเรียนและกลุ่มนักเรียนเอง ข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลงานจะนำไปใช้ในการพัฒนานักเรียนในครั้งต่อไป

ตารางที่ 4.4 การกำหนดกระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการสอน

กระบวนการ ออกแบบ ทาง วิศวกรรมศาสตร์	ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน	กระบวนการคิด อย่างมีวิจารณญาณ	แนวทางการพัฒนา ความสามารถใน การเผชิญและฟันฝ่า อุปสรรค	ขั้นตอนการสอน ของ รูปแบบการสอน
	1.ก า ร ส รั ้ า ง สถานการณ์			1.ก า ร ส รั ้ า ง สถานการณ์
1.การระบุปัญหา	2.นิ ้ า เ ส น อ สถานการณ์ปัญหา	1.นิยามปัญหา		2.การระบุประเด็น ปัญหา
2.การค้นหาแนวคิด ที่เกี่ยวข้อง	3.จัด โ ค ร ง ส รั ้ า ง ข้อมูล			

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

กระบวนการ ออกแบบ ทาง วิศวกรรมศาสตร์	ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน	กระบวนการคิด อย่างมีวิจารณญาณ	แนวทางการพัฒนา ความสามารถใน การเผชิญและฟันฝ่า อุปสรรค	ขั้นตอนการสอน ของ รูปแบบการสอน
3.วางแผน และ พัฒนา	4.ศึกษาค้นคว้า ข้อมูล	2.การรวบรวม ข้อมูล 3.วิเคราะห์และ จัดระบบข้อมูล		3.การสำรวจ ตรวจสอบ
	5.สร้างสมมติฐาน	4.การตั้งสมมติฐาน		4.การตั้งสมมติฐาน
4.ทดสอบ และ ประเมินผล	6.ประเมินเพื่อ ตัดสินใจเลือก สมมติฐาน			5.การประเมินผล เพื่อตัดสินใจเลือก สมมติฐาน
	7.ผลิตผลงาน		Listen to your adversity respond. (L) Explore all origins and ownership of the result. (E) Analyze the Evidence. (A) Do Something (D)	6.การผลิตผลงาน
5.นำเสนอผลลัพธ์	8.ประเมินผลงาน	5.การประเมินค่า		7.การประเมินผล งาน

ส่วนที่ 4 ผลการวิเคราะห์แนวทางในการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผล ดำเนินการ 2 ลักษณะ คือ

1) การวัดและประเมินผลระหว่างการจัดการจัดการเรียนการสอน ใช้การสังเกต การตอบคำถาม การทำกิจกรรม การนำเสนอผลงาน ผลงานของนักเรียน เป็นต้น โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) ที่กำหนดไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2) การวัดและประเมินผลหลังการจัดการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ แบบวัดความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

ส่วนที่ 5 ผลการประเมินรูปแบบการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยนำรูปแบบการสอนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนและข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
1.หลักการของรูปแบบการสอนมีความสอดคล้องกับทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐาน	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2.วัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอนมีความสอดคล้องกับหลักการของรูปแบบการสอน	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.กระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการสอนมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
4.การวัดและประเมินผลของรูปแบบการสอนมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.ขั้นตอนการสร้างสถานการณ์ปัญหาสามารถทำให้ครูกำหนดแผนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาได้	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ ความคิดเห็น
6.ขั้นตอนการสร้างสถานการณ์ปัญหา สามารถทำให้ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหา ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตรได้	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
7.ขั้นตอนการนิยามปัญหาสามารถกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความสนใจในสิ่งที่กำลังจะ เรียนรู้ได้	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
8.ขั้นตอนการนิยามปัญหาสามารถกระตุ้นให้ นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการวิเคราะห์ สถานการณ์ได้	4.20	0.45	เหมาะสม มาก
9.ขั้นตอนการนิยามปัญหาสามารถพัฒนา ความสามารถในการระบุปัญหาของ นักเรียนได้	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
10.ขั้นตอนการนิยามปัญหาส่งเสริมให้ นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งกันและกันได้	4.60	0.55	เหมาะสม มากที่สุด
11.ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ สามารถทำ ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้	4.80	0.45	เหมาะสม มากที่สุด
12.ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ สามารถทำ ให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลโดยอาศัยความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ คณิตศาสตร์ได้	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
13.ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ สามารถทำ ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสาระการ เรียนรู้แกนกลาง ตามตัวชี้วัดของหลักสูตร	4.40	0.55	เหมาะสม มาก

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ ความคิดเห็น
14.ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ สามารถทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการจัดระบบข้อมูลได้	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
15.ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ สามารถพัฒนากระบวนการทางวิศวกรรม ได้แก่ การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องได้	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
16.ขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน สามารถพัฒนากระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ การวางแผนและพัฒนา โดยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ มาใช้ในการออกแบบได้	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
17.ขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน สามารถพัฒนาความสามารถในการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลได้	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
18.ขั้นตอนการประเมินตัดสินใจเลือกสมมติฐาน สามารถพัฒนากระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ การทดสอบและประเมินผลได้	4.20	0.55	เหมาะสมมาก
19.ขั้นตอนการประเมินตัดสินใจเลือกสมมติฐาน สามารถพัฒนาความสามารถในการกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจได้	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
20.ขั้นตอนการประเมินตัดสินใจเลือกสมมติฐาน ช่วยฝึกให้นักเรียนมีความรอบคอบในการตัดสินใจได้	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
21.ขั้นตอนการผลิตผลงาน สามารถพัฒนาทักษะในการบูรณาการความรู้ได้	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ ความคิดเห็น
22.ขั้นตอนการผลิตผลงาน สามารถพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ได้	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
23.ขั้นตอนการผลิตผลงาน สามารถฝึกให้ นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตัวเองและ ยอมรับผลของการตัดสินใจได้	4.40	0.55	เหมาะสม มาก
24.ขั้นตอนการผลิตผลงาน สามารถพัฒนา ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟัน อุปสรรคของได้	4.80	0.45	เหมาะสม มากที่สุด
25.ขั้นตอนการประเมินผลงาน สามารถเป็น ข้อมูลเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอนได้	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
26.การวัดและประเมินผลของรูปแบบการ สอนสอดคล้องกับหลักการของรูปแบบ การสอน	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
27.การวัดและประเมินผลของรูปแบบการ สอนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของ รูปแบบการสอน	5.00	0.00	เหมาะสม มากที่สุด
รวม	4.73	0.27	เหมาะสม มากที่สุด

จากตารางที่ 4.5พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอน โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมมากกว่า 3.5 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นของรูปแบบการสอนและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

1) ควรนิยามความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์ (Science :S) เทคโนโลยี (Technology :T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering :E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics :M) ให้ชัดเจน และครอบคลุม

2) ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ ควรมีการจัดกิจกรรมสืบเสาะความรู้ (Inquiry) เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนพิลึกส์ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญ และฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการศึกษาנָרְוֹנָה

การศึกษานำร่อง ผู้วิจัยได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ จำนวน 3 แผน โดยใช้รูปแบบการสอนพิลึกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญ และฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ได้รับการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งใช้ในการศึกษานำร่อง

แผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
การเคลื่อนที่แบบโค้ง	4.73	0.08	เหมาะสมมากที่สุด
การเคลื่อนที่แบบวงกลม	4.80	0.10	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	4.77	0.10	เหมาะสม มากที่สุด
รวม	4.77	0.03	เหมาะสม มากที่สุด

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมมากกว่า 3.5 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน สามารถใช้ในการศึกษานำร่องได้ผลการศึกษานำร่องมีดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของตัวแปรตามที่ศึกษา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย(\bar{x}) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D)ของคะแนนผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (คะแนนเต็ม 50 คะแนน) และ ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค (คะแนนเต็ม 140 คะแนน) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของตัวแปรตามที่ศึกษาในการศึกษานำร่อง

ตัวแปรตาม	กลุ่มทดลอง (N=40)			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	\bar{x}	S.D	\bar{x}	S.D
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์(Ach)	16.45	3.20	23.38	3.16
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ(Cri)	23.48	5.89	38.45	5.56
ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค(AQ)	114.42	9.81	119.64	8.25

หมายเหตุ

1. Box'M test = 2.652, df = .418, Sig = 0.868
2. Levene's Test : Ach : F = 0.275, Sig = 0.602, Cri : F = 1.812, Sig = 0.182,
AQ : F = .603, Sig = 0.440

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนในกลุ่มทดลอง ดังนี้

สมมติฐาน นักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

การทดสอบสมมติฐานนำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis of Variance: MANOVA) ผลการวิเคราะห์พบว่า เมื่อวิเคราะห์จากค่าสถิติ Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's Trace, Roy's Largest Root แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปรของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองในการศึกษานำร่อง

Multivariate Tests	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's Trace	.823	89.919	3.000	58.000	.000
Wilks' Lambda	.177	89.919	3.000	58.000	.000
Hotelling's Trace	4.651	89.919	3.000	58.000	.000
Roy's Largest Root	4.651	89.919	3.000	58.000	.000

3. ผลการบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่ทำการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนการสอนของรูปแบบการสอนผู้วิจัยได้สังเกตและบันทึกพฤติกรรมนักเรียน ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการสอนของการศึกษานำร่อง

ขั้นตอนการสอน	ผลการสังเกต
ขั้นตอนที่ 1 การระบุประเด็นปัญหา	<p>นักเรียนให้ความสนใจกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับ เกิดความสงสัยในวิธีการแก้ไขปัญหานักเรียนสามารถตอบคำถามที่ครูถามมาได้ มีนักเรียนบางส่วนที่คอยฟังคำตอบจากเพื่อนและเสริมเพื่อให้คำตอบมีความชัดเจนขึ้น</p>
ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจตรวจสอบ	<p>กิจกรรมในห้องเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ครูได้มอบหมายให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองโดยใช้กระบวนการสืบเสาะ พบว่านักเรียนยังไม่สามารถออกแบบการทดลองและกำหนดตัวแปรในการทดลองได้ ครูจะต้องช่วยเหลือ ชี้แนะ</p> <p>กิจกรรมนอกห้องเรียน นักเรียนสามารถใช้กระบวนการสืบเสาะในการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น การเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ การหาข้อมูลประกอบเพื่อแก้ปัญหา เป็นต้น</p>
ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน	<p>นักเรียนในแต่ละกลุ่มจะมีการอภิปรายความรู้ที่ได้รับทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน มีการสรุปความรู้ที่ได้รับจากกิจกรรมการทดลอง</p> <p>สถานการณ์ปัญหาในเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ที่ครูได้ออกแบบขึ้นต้องการให้นักเรียนสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหาดังนั้น นักเรียนจะต้องออกแบบชิ้นงานโดยอาศัยความรู้ที่นักเรียนสำรวจตรวจสอบมา พบว่า นักเรียนออกแบบชิ้นงานที่มีความหลากหลายแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม โดยอาศัยข้อมูลที่ได้สำรวจตรวจสอบมา</p>

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

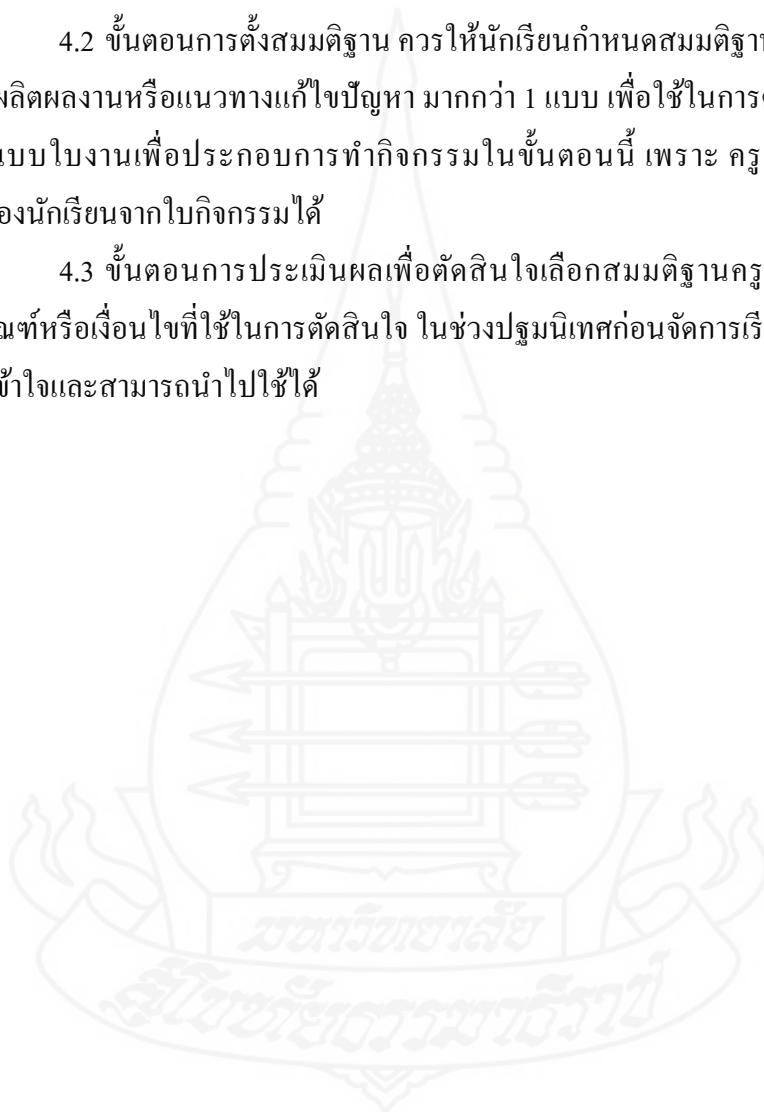
ขั้นตอนการสอน	ผลการสังเกต
	ข้อสังเกตที่พบ คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะออกแบบชิ้นงานเพียง 1 แบบ ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานหลายๆแบบที่มีความแตกต่างกัน
ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลเพื่อตัดสินใจเลือกสมมติฐาน	การตัดสินใจเลือกแบบที่จะนำมาผลิตชิ้นงาน พบว่า นักเรียนจะเลือกจากมติของกลุ่มเป็นหลัก ยังขาดหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกที่ชัดเจนครูจะต้องมีการช่วยเหลือให้นักเรียนกำหนดหลักเกณฑ์หรือเงื่อนไขเพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกแบบที่จะนำมาผลิตชิ้นงาน
ขั้นตอนที่ 5 การผลิตผลงาน	<p>นักเรียนผลิตผลงานด้วยตัวนักเรียนเอง นักเรียนในกลุ่มจะคอยช่วยเหลือกันเมื่อเกิดปัญหาและมีความพยายามในการผลิตผลงานให้สำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้</p> <p>กรณีนักเรียนไม่สามารถผลิตผลงานตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ นักเรียนจะปรึกษากันภายในกลุ่มเพื่อหาแนวทางแก้ไขและผลิตผลงานใหม่เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้</p>
ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผลงาน	<p>นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานได้อย่างคล่องแคล่ว สามารถตอบคำถามของครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนได้</p> <p>นักเรียนทุกกลุ่มยอมรับผลการประเมินของครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน</p>

4. **ข้อปรับปรุงจากผลการศึกษานำร่อง** จากผลการศึกษานำร่อง ได้ข้อสังเกตเพื่อใช้ในการปรับปรุงรูปแบบการสอนเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนี้

4.1 ครูควรตั้งคำถามเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดขึ้น จะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาและกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น

4.2 ขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน ควรให้นักเรียนกำหนดสมมติฐานหรือกำหนดแบบที่ใช้ในการผลิตผลงานหรือแนวทางแก้ไขปัญหามากกว่า 1 แบบ เพื่อใช้ในการตัดสินใจ นอกจากนี้ควรออกแบบใบงานเพื่อประกอบการทำกิจกรรมในขั้นตอนนี้ เพราะ ครูสามารถตรวจสอบความคิดของนักเรียนจากใบกิจกรรมได้

4.3 ขั้นตอนการประเมินผลเพื่อตัดสินใจเลือกสมมติฐานครูควรยกตัวอย่างการกำหนดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่ใช้ในการตัดสินใจ ในช่วงปฐมนิเทศก่อนจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้



**ตอนที่ 4 ผลการนำรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
และความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลายไปทดลองใช้จริงเพื่อประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการสอน**

การทดลองใช้จริง ผู้วิจัยได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน
จำนวน 8 แผน โดยใช้รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน ได้รับการ
ประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งใช้ในการทดลองใช้จริง

แผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
1.รถประหยัคพลังงาน	4.95	0.05	เหมาะสมมากที่สุด
2.จิกจั่นของเล่น	4.92	0.08	เหมาะสมมากที่สุด
3.เรือไวกิ้ง	4.93	0.06	เหมาะสมมากที่สุด
4.แยกขนาดเมล็ดคาแฟ ด้วยแรงโน้มถ่วง	4.68	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
5.อุปกรณ์เตือนไฟฟ้ารั่ว – ไฟฟ้าดูด ช่วงน้ำท่วม	4.88	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
6.ทะเลเทียม	4.95	0.22	เหมาะสมมากที่สุด
7.ระดับความเข้มเสียงในโรงเรียน	4.30	0.53	เหมาะสมมาก
8.ศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้าง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์	4.48	0.68	เหมาะสมมาก
รวม	4.76	0.46	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสม

มากกว่า 3.5 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน สามารถใช้ในการทดลองจริงได้

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการสอนไปทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกระบุรีวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 200 คน เพื่อการประเมินคุณภาพของรูปแบบการสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเลือกโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนกระบุรีวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 40 คน ซึ่งจะได้รับการสอนตามรูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น 2) กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 40 คน ซึ่งจะได้รับการสอนตามรูปแบบการสอนแบบปกติ รูปแบบการสอนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงในตารางที่ 4.11 และเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนการสอนของรูปแบบการสอนทั้งสองแบบในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบรูปแบบการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง	ผลการเปรียบเทียบ
ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยนำเสนอสถานการณ์ แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหา	ขั้นตอนที่ 1 การระบุประเด็นปัญหา ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยนำเสนอสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหา	สถานการณ์ของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น เป็นชนิดที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (ill – structured Problem) ขณะที่สถานการณ์ของรูปแบบการสอนแบบปกติเป็นชนิดที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ (Well – structured Problem)

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง	ผลการเปรียบเทียบ
ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ครูออกแบบกิจกรรมที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติ (Hand – on) สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจ ตรวจสอบ แบ่งเป็น 2 กิจกรรม คือ (1).กิจกรรมในห้องเรียน ครูออกแบบกิจกรรมที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติ (Hand – on)	กิจกรรมในห้องเรียนของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะเดียวกับขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 ของรูปแบบการสอนแบบปกติ กล่าวคือ คำตอบที่ได้จากกระบวนการสืบเสาะจะมีคำตอบเดียว ส่วน
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 มาวิเคราะห์และสรุป	สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผล (2) กิจกรรมนอกห้องเรียน นักเรียนจะค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาในขั้นตอนที่ 1 เพิ่มเติม	ที่แตกต่างของรูปแบบการสอนทั้งสอง คือ กิจกรรมนอกห้องเรียนของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น นักเรียนจะใช้กระบวนการสืบเสาะเพื่อค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา คำตอบที่ได้จะมีความหลากหลาย
ขั้นตอนที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 มาแสดงความคิดเห็น โดยเชื่อมโยงกับความรู้เดิม	ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน นักเรียนจะนำความรู้จากขั้นตอนที่ 2 มากำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาซึ่งนักเรียนจะกำหนดมากกว่า 1 แนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผล เพื่อตัดสินใจเลือกสมมติฐาน นักเรียนจะกำหนดเกณฑ์หรือเงื่อนไข เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการ	รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นสนับสนุนให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากในห้องเรียนและนอกห้องเรียนมาใช้ในการกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหามีเหตุผลและสนับสนุนให้นักเรียนฝึกการกำหนดเกณฑ์หรือเงื่อนไข เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหด้วยตัวนักเรียนเอง ขณะที่รูปแบบ

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง	ผลการเปรียบเทียบ
ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมิน ครู จะประเมินความรู้ของ นักเรียนโดยใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็น หรืออธิบาย	ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนที่ 5 การผลิตผลงาน นักเรียนจะนำแนวทางในการ แก้ปัญหาที่เลือกในขั้นตอนที่ 4 มาผลิตผลงาน จนบรรลุ เป้าหมายที่กำหนดไว้	การสอนแบบปดตินักเรียนจะ ใช้ความรู้ในห้องเรียนเท่านั้น รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น สนับสนุนให้นักเรียนอดทนต่อ อุปสรรค มีความพยายามใน การแก้ปัญหาจนบรรลุ เป้าหมายที่กำหนดไว้
	ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผล งานผลงานของนักเรียนจะถูก ประเมิน โดยครูและเพื่อนร่วม ชั้นเรียน	รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นจะ ประเมินผลงานโดยครูและ เพื่อนร่วมชั้นเรียน ขณะที่ รูปแบบการสอนแบบปกติจะ ประเมินนักเรียนโดยครูเท่านั้น

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนการสอนของรูปแบบการสอนของกลุ่มควบคุม
และรูปแบบการสอนของกลุ่มทดลองในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	กิจกรรมการเรียนการสอน	
	รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง
มาตรฐาน ว 4.2	นักเรียน	นักเรียน
เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ แบบต่างๆ ของวัตถุใน ธรรมชาติ มีกระบวนการ สืบ เสาะหาความรู้และจิตวิทยา ศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้	1 วิเคราะห์ภาพเพื่อจำแนก สถานการณ์ที่วัตถุเคลื่อนที่ แนวตรง 2 เปรียบระยะทาง เวลาและ อัตราเร็วของวัตถุ	1 วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อออกแบบและประดิษฐ์ รถประหยัดพลังงาน 2 ศึกษาการหาปริมาณที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	กิจกรรมการเรียนการสอน	
	รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง
และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์ ตัวชี้วัด	3 ศึกษาการหาปริมาณที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของ วัตถุโดยใช้เครื่องเคาะ สัญญาณเวลา	ของวัตถุโดยใช้เครื่องเคาะ สัญญาณเวลา(กิจกรรมใน ห้องเรียน)
มฐ.ว 4.2/ม.4 – 6/1อธิบายและ ทดลองความสัมพันธ์ระหว่าง การกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ใน แนวตรง	4 ทำการทดลองเพื่อความเร่ง ในการตกอย่างเสรีของถุง ทราย	3 ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ใน การออกแบบรถประหยัด พลังงาน(กิจกรรมนอก ห้องเรียน)
	5 ประเมินผลการเรียนรู้โดย สังเกตจากการตอบคำถาม ของนักเรียน	4 ออกแบบรถประหยัด พลังงานโดยใช้ข้อมูลที่ นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบ จากในห้องเรียนและนอก ห้องเรียน
		5 กำหนดเงื่อนไขในการเลือก แบบรถประหยัดพลังงาน เพื่อประดิษฐ์
		6 ประดิษฐ์รถประหยัดพลังงาน ตามแบบที่เลือกไว้
		7 ครูประเมินผลการเรียนรู้จาก การทำกิจกรรมในแต่ละ ขั้นตอน นักเรียนแต่ละกลุ่ม ประเมินผลงานตนเองและ ของกลุ่มอื่น

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	กิจกรรมการเรียนการสอน	
	รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง
มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะ การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของ วัตถุในธรรมชาติ มี กระบวนการ สืบเสาะหา ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์	นักเรียน 1 สังเกตการเคลื่อนที่แนว วงกลมจากการสาธิตของครู 2 ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง การเคลื่อนที่เป็นวงกลมใน แนวระดับ 3 อธิบายและสรุปผลการ ทดลอง	นักเรียน 1 ระบุประเด็นปัญหาเพื่อ ออกแบบและประดิษฐ์ จักจั่นของเล่น 2 ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง การเคลื่อนที่แนววงกลม เกี่ยวข้องกับแรงอย่างไร และกิจกรรมการทดลอง ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ การออกแบบจักจั่นของเล่น (กิจกรรมในห้องเรียน)
มฐ.ว 4.2/ม.4 – 6/2 สังเกตและ อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจก ไทล์ แบบวงกลม และแบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่าย	4 อภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่แนววงกลม	3 ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ ในการออกแบบจักจั่นของ เล่น(กิจกรรมนอก ห้องเรียน)
มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน กับการดำรงชีวิต การเปลี่ยน รูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสารและพลังงาน ผล ของการใช้พลังงานต่อชีวิตและ สิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่ เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ ประโยชน์	5 ประเมินการเรียนรู้โดย สังเกตจากการตอบคำถาม ของนักเรียน * จัดการเรียนรู้เฉพาะ มฐ.ว 4.2/ม.4 – 6/2	4 ออกแบบจักจั่นของเล่นโดย ใช้ข้อมูลที่นักเรียนได้ สำรวจตรวจสอบจากใน ห้องเรียนและนอก ห้องเรียน 5 กำหนดเงื่อนไขในการเลือก แบบจักจั่นของเล่นเพื่อ ประดิษฐ์ 6 ประดิษฐ์จักจั่นของเล่นตาม
มฐ.ว 5.1/ม.4 – 6/2 อธิบายการ เกิดคลื่นเสียงบีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้ม		

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	กิจกรรมการเรียนการสอน	
	รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง
เสียง การได้ยินเสียง คุณภาพ เสียง และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์		แบบที่เลือกไว้ 7 ครูประเมินผลการเรียนรู้จาก การทำกิจกรรมในแต่ละ ขั้นตอน นักเรียนแต่ละกลุ่ม ประเมินผลงานตนเองและ ของกลุ่มอื่น
มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะ การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของ วัตถุในธรรมชาติ มี กระบวนการ สืบเสาะหา ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์ มฐ.ว 4.2/ม.4 – 6/2 สังเกตและ อธิบายการเคลื่อนที่แบบโปรเจก ไทล์ แบบวงกลม และแบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่าย	นักเรียน 1 สังเกตการเคลื่อนที่แบบฮาร์ มอนิกอย่างง่ายจากการ สาธิตของครู 2 ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง การเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่าย 3 อธิบายและสรุปผลการ ทดลอง 4 อภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่าย 5 ประเมินการเรียนรู้โดย สังเกตจากการตอบคำถาม ของนักเรียน	นักเรียน 1 ระบุประเด็นปัญหาเพื่อ ออกแบบและประดิษฐ์เรือ ไวคิง 2 ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง การเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่าย (กิจกรรมในห้องเรียน) 3 ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ ในการออกแบบเรือไวคิง และสืบค้นความรู้เกี่ยวกับ คลัทช์ปืน(กิจกรรมนอก ห้องเรียน) 4 ออกแบบเรือไวคิงโดยใช้ ข้อมูลที่นักเรียนได้สำรวจ ตรวจสอบจากในห้องเรียน และนอกห้องเรียน 5 กำหนดเงื่อนไขในการเลือก แบบเรือไวคิงเพื่อประดิษฐ์

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	กิจกรรมการเรียนการสอน	
	รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง
		6 ประดิษฐ์เรือไวกิ้งตามแบบ ที่เลือกไว้
		7 ครูประเมินผลการเรียนรู้จาก การทำกิจกรรมในแต่ละ ขั้นตอน นักเรียนแต่ละกลุ่ม ประเมินผลงานตนเองและ ของกลุ่มอื่น
มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติ ของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรง โน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มี กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่าง ถูกต้องและมีคุณธรรม	นักเรียน 1 ตอบคำถามจากการสาธิตเมื่อ ปล่อยวัตถุตกลงสู่พื้น 2 ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง การตกของวัตถุในสนาม โน้มถ่วง 3 อธิบายและสรุปผลการ ทดลอง	นักเรียน 1 ระบุประเด็นปัญหาเพื่อ ออกแบบและประดิษฐ์ อุปกรณ์แยกขนาดเมล็ด กาแฟด้วยแรงโน้มถ่วง 2 ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อ เคลื่อนที่ในสนามโน้มถ่วง และศึกษาเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรีโกณมิติ(กิจกรรมใน ห้องเรียน)
มฐ.ว 4.1/ม.4 – 6/1 ทดลองและ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง กับการเคลื่อนที่ของวัตถุใน สนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไป ใช้ประโยชน์	4 อภิปรายเกี่ยวกับการใช้ ประโยชน์จากแรงโน้มถ่วง 5 ประเมินการเรียนรู้โดย สังเกตจากการตอบคำถาม ของนักเรียน	3 ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ ในการออกแบบอุปกรณ์ แยกขนาดเมล็ดกาแฟด้วย แรงโน้มถ่วง(กิจกรรมนอก ห้องเรียน)

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	กิจกรรมการเรียนการสอน	
	รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง
		<p>4 ออกแบบอุปกรณ์แยกขนาด เมลต์กาแฟด้วยแรงโน้มถ่วง โดยใช้ข้อมูลที่นักเรียนได้ สำรวจตรวจสอบจากใน ห้องเรียนและนอกห้องเรียน</p> <p>5 กำหนดเงื่อนไขในการเลือก แบบอุปกรณ์แยกขนาดเมลต์ กาแฟด้วยแรงโน้มถ่วงเพื่อ ประดิษฐ์</p> <p>6 ประดิษฐ์ตามแบบที่เลือกไว้</p> <p>7 ระบุประเมินผลการเรียนรู้ จากการทำกิจกรรมในแต่ละ ขั้นตอน นักเรียนแต่ละกลุ่ม ประเมินผลงานตนเองและ ของกลุ่มอื่น</p>
มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจ	นักเรียน	นักเรียน
ธรรมชาติของแรง	1 ตอบคำถามจากการ	1 ระบุประเด็นปัญหาเพื่อ
แม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง	วิเคราะห์ภาพของ	ออกแบบและประดิษฐ์
และแรงนิวเคลียร์ มี	สนามไฟฟ้า	อุปกรณ์ตรวจไฟฟ้ารั่วในน้ำ
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้	2 ปฏิบัติกิจกรรมการสาธิต	2 ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ	เส้นสนามไฟฟ้า	เส้นสนามไฟฟ้าและศึกษา
ความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่าง	3 อธิบายและสรุปผลการ	การใช้มัลติมิเตอร์(กิจกรรม
ถูกต้องและมีคุณธรรม	ทดลอง	ในห้องเรียน)

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	กิจกรรมการเรียนการสอน	
	รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง
มฐ.ว 4.2/ม.4 – 6/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้าและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	4 อภิปรายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสนามไฟฟ้า 5 ประเมินการเรียนรู้โดยสังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน	3 ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ตรวจไฟฟ้ารั่วในน้ำ(กิจกรรมนอกห้องเรียน) 4 ออกแบบอุปกรณ์ตรวจไฟฟ้ารั่วในน้ำโดยใช้ข้อมูลที่นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบจากในห้องเรียนและนอกห้องเรียน 5 กำหนดเงื่อนไขในการเลือกแบบอุปกรณ์ตรวจไฟฟ้ารั่วในน้ำเพื่อประดิษฐ์ 6 ประดิษฐ์ตามแบบที่เลือกไว้ 7 ครูประเมินผลการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินผลงานตนเองและของกลุ่มอื่น
มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ	นักเรียน 1 อภิปรายความรู้เดิมเกี่ยวกับแม่เหล็ก 2 ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเส้นสนามแม่เหล็กการทดลองผลของ	นักเรียน 1 ระบุประเด็นปัญหาเพื่อออกแบบและประดิษฐ์ทะเลเทียม 2 ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเส้นสนามแม่เหล็ก

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	กิจกรรมการเรียนการสอน	
	รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง
<p>ความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่าง ถูกต้องและมีคุณธรรม มฐ.ว 4.2/ม.4 – 6/3 ทดลองและ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาค ในสนามแม่เหล็ก และนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์</p> <p>มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน กับการดำรงชีวิต การเปลี่ยน รูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสารและพลังงาน ผล ของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ ไป ใช้ประโยชน์</p> <p>มฐ.ว 5.1/ม.4 – 6/1 ทดลองและอธิบาย สมบัติของคลื่นกล และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น</p>	<p>สนามแม่เหล็กของการ เคลื่อนที่ของตัวนำที่มี กระแสไฟฟ้าผ่าน</p> <p>3 อธิบายและสรุปผลการ ทดลอง</p> <p>4 อภิปรายเกี่ยวกับการใช้ ประโยชน์จาก สนามแม่เหล็ก</p> <p>5 ประเมินการเรียนรู้โดย สังเกตจากการตอบคำถาม ของนักเรียน</p> <p>* จัดการเรียนรู้เฉพาะ มฐ.ว 4.2/ม.4 – 6/3</p>	<p>การผลของสนามแม่เหล็กของ การเคลื่อนที่ของตัวนำที่มี กระแสไฟฟ้าผ่าน การทดลอง ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการ หมุนของมอเตอร์ การสาธิต เกี่ยวกับคลื่นกล (กิจกรรมใน ห้องเรียน)</p> <p>3 ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ใน การออกแบบทะเลเทียม (กิจกรรมนอกห้องเรียน)</p> <p>4 ออกแบบทะเลเทียมโดยใช้ ข้อมูลที่นักเรียนได้สำรวจ ตรวจสอบจากในห้องเรียน และนอกห้องเรียน</p> <p>5 กำหนดเงื่อนไขในการเลือก แบบทะเลเทียมเพื่อประดิษฐ์</p> <p>6 ประดิษฐ์ตามแบบที่เลือกไว้</p> <p>7 ครูประเมินผลการเรียนรู้จาก การทำกิจกรรมในแต่ละ ขั้นตอน นักเรียนแต่ละกลุ่ม ประเมินผลงานตนเองและ ของกลุ่มอื่น</p>

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	กิจกรรมการเรียนการสอน	
	รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง
มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจ	นักเรียน	นักเรียน
ความสัมพันธ์ระหว่าง	1 อภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์	1 ระบุประเด็นปัญหาเพื่อ
พลังงานกับการดำรงชีวิต การ	ที่เกี่ยวข้องกับเสียงและ	วางแผนสำรวจระดับความ
เปลี่ยนรูปพลังงาน	จำแนกว่าสถานการณ์ใดที่	เข้มเสียงในโรงเรียน
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและ	เกิดมลพิษทางเสียง	2 ปฏิบัติกิจกรรมการศึกษา
พลังงาน ผลของการใช้	2 ปฏิบัติกิจกรรมการศึกษา	ค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับ
พลังงานต่อชีวิตและ	ค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับ	ความเข้มเสียง ระดับความ
สิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ	ความเข้มเสียง ระดับความ	เข้มเสียง การนำเสนอ
สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่ง	เข้มเสียง	ข้อมูลทางสถิติ (กิจกรรม
ที่เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้	3 อธิบายและสรุปผลการศึกษา	ในห้องเรียน)
ประโยชน์	ค้นคว้า	3 ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้
มฐ.ว 5.1/ม.4 – 6/3 อภิปรายผล	4 อภิปรายเกี่ยวกับมลพิษทาง	ในการสำรวจระดับความ
การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ	เสียงในบริเวณ โรงเรียนและ	เข้มเสียงในโรงเรียน
มลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพ	ชุมชน	(กิจกรรมนอกห้องเรียน)
ของมนุษย์ และการเสนอวิธี	5 ประเมินการเรียนรู้โดยสังเกต	4 วางแผนเพื่อสำรวจระดับ
ป้องกัน	จากการตอบคำถามของ	ความเข้มเสียงในโรงเรียน
	นักเรียน	โดยใช้ข้อมูลที่นักเรียนได้
		สำรวจตรวจสอบจากใน
		ห้องเรียนและนอก
		ห้องเรียน
		5 กำหนดเงื่อนไขในการเลือก
		แผนการสำรวจระดับความ
		เข้มเสียงในโรงเรียนเพื่อ
		ดำเนินการ

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	กิจกรรมการเรียนการสอน	
	รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง
		6 ดำเนินการตามแผนที่ เลือกไว้
		7 ครูประเมินผลการเรียนรู้ จากการทำกิจกรรมในแต่ละ ขั้นตอน นักเรียนแต่ละ กลุ่มประเมินผลงานตนเอง และของกลุ่มอื่น
มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและ พลังงาน ผลของการใช้ พลังงานต่อชีวิตและ สิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่ เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ ประโยชน์	นักเรียน 1 ชมวิทัศน์เกี่ยวกับ กัมมันตภาพรังสีและ พลังงานนิวเคลียร์ 2 สืบค้นความรู้และจัดทำ รายงานเกี่ยวกับ กัมมันตภาพรังสีและ พลังงานนิวเคลียร์ 3 อธิบายและสรุปผลการศึกษา ค้นคว้า 4 อภิปรายเกี่ยวกับการเกิดและ การสลายตัวของสาร กัมมันตภาพรังสี 5 ประเมินการเรียนรู้โดยสังเกต นักเรียน	นักเรียน 1 ระบุประเด็นปัญหาเพื่อ วางแผนการศึกษาความเป็น ไปได้ (Feasibility Study) ในการสร้างโรงไฟฟ้า นิวเคลียร์ 2 ปฏิบัติกิจกรรมสืบค้น ความรู้และจัดทำรายงาน เกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์ กรอบแนวคิดในการศึกษา ความเป็นไปได้(กิจกรรม ในห้องเรียน) 3 ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ ในการศึกษาความเป็นไป ได้ (Feasibility Study) ใน การสร้างโรงไฟฟ้า
มฐ.ว 5.1/ม.4-6/5 อธิบาย ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิว ชัน และความสัมพันธ์ ระหว่างมวลกับพลังงาน มฐ.ว 5.1/ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับพลังงานที่ได้จาก		

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	กิจกรรมการเรียนการสอน	
	รูปแบบการสอน ของกลุ่มควบคุม	รูปแบบการสอน ของกลุ่มทดลอง
<p>ปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม</p> <p>มฐ.ว 5.1/ม.4 – 6/7อภิปรายผล การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และ นำไปใช้ประโยชน์</p>		<p>นิวเคลียร์ (กิจกรรมนอก ห้องเรียน)</p> <p>4 วางแผนการศึกษาความ เป็นไปได้ (Feasibility Study) ในการสร้าง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยใช้ ข้อมูลที่นักเรียนได้สำรวจ ตรวจสอบจากในห้องเรียน และนอกห้องเรียน</p> <p>5 กำหนดเงื่อนไขในการเลือก แผนการศึกษาความ เป็นไปได้ (Feasibility Study) ในการสร้าง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เพื่อ ดำเนินการ</p> <p>6 ดำเนินการตามแผน ที่เลือกไว้</p> <p>7 ครูประเมินผลการเรียนรู้ จากการทำกิจกรรมในแต่ละ ขั้นตอน นักเรียนแต่ละ กลุ่มประเมินผลงานตนเอง และของกลุ่มอื่น</p>

จากตารางที่ 4.11 และตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่า ขั้นตอนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นกับรูปแบบการสอนแบบปกติ มีความแตกต่างกัน ผลการทดลองมีดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของตัวแปรตามที่ศึกษา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของคะแนนผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (คะแนนเต็ม 50 คะแนน) และความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค (คะแนนเต็ม 140 คะแนน) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นและกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบปกติ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนแสดงดังตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐาน 2 ข้อ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนที่ได้รับการสอนแตกต่างกัน และของนักเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนในกลุ่มทดลอง ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 นักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค สูงกว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมที่ใช้รูปแบบการสอนแบบปกติ

ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis of Variance: MANOVA) ซึ่งเป็นสถิติที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมตริกซ์ความแปรปรวน – แปรปรวนร่วม (Homogeneity of variance – covariance matrices) ของตัวแปรโดยใช้ Box's M test พบว่า เมตริกซ์ความแปรปรวน – แปรปรวนร่วมระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการตรวจสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของตัวแปรแต่ละตัวกับกลุ่มด้วยวิธี Levene's Test พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการทดสอบ Bartlett's Test of Sphericity พบว่า ตัวแปรทั้งสามมีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของตัวแปรตามที่ศึกษาในการทดลองจริง

ตัวแปรตาม	กลุ่มทดลอง (N=40)				กลุ่มควบคุม (N=40)			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	\bar{x}	S.D	\bar{x}	S.D	\bar{x}	S.D	\bar{x}	S.D
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์(Ach)	13.03	3.32	24.70	3.13	12.63	3.77	19.75	3.22
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Cri)	27.60	5.35	42.95	3.81	27.02	4.80	39.25	3.91
ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค (AQ)	120.85	4.69	132.18	3.64	116.73	4.45	124.83	4.26

หมายเหตุ

1. Box'M test = 3.083, df = 44080.302, Sig = 0.815
2. Levene's Test : Ach : F = 0.172, Sig = 0.680, Cri : F = 0.001, Sig = 0.976,
AQ : F = 2.500, Sig = 0.118
3. Bartlett's Likelihood = 0.000, Approx Chi-square = 17.276, df = 5, Sig = 0.004

จากการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis of Variance: MANOVA) พบว่า เป็นไปตามข้อตกลงที่กำหนดไว้ ดังนั้น จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน แสดงผลดังตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์พบว่า เมื่อวิเคราะห์จากค่าสถิติ Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's Trace, Roy's Largest Root แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ 1

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปรของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค จำแนกตามกลุ่มรูปแบบการสอนในการทดลองจริง

Multivariate Tests	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's Trace	.647	46.500	3.000	76.000	.000
Wilks' Lambda	.353	46.500	3.000	76.000	.000
Hotelling's Trace	1.836	46.500	3.000	76.000	.000
Roy's Largest Root	1.836	46.500	3.000	76.000	.000

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
รูปแบบ	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (Ach)	490.050	1	490.050	48.514	0.000
การสอน	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Cri)	273.800	1	273.800	18.357	0.000
	ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค (AQ)	1080.450	1	1080.450	68.765	0.000
Error	Ach	787.900	78	10.101		
	Cri	1163	78	14.915		
	AQ	1225	78	15.712		
Total	Ach	40794.000	80			
	Cri	136574.000	80			
	AQ	1323286.000	80			

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ส่งผลต่อคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวแปรอย่างไร ซึ่งทำการทดสอบด้วย Univariate Test ผลการทดสอบ พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1) คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานที่ 2 นักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

การทดสอบสมมติฐานที่ 2 นำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis of Variance: MANOVA) มาใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ พบว่า เมื่อวิเคราะห์จากค่าสถิติ Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's Trace, Roy's Largest Root แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ 2

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปรของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค จำแนกตามการวัด (ก่อนเรียน – หลังเรียน) ของนักเรียนกลุ่มทดลองในการทดลองจริง

Multivariate Tests		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's Trace		.899	226.717	3.000	76.000	.000
Wilks' Lambda		.101	226.717	3.000	76.000	.000
Hotelling's Trace		8.949	226.717	3.000	76.000	.000
Roy's Largest Root		8.949	226.717	3.000	76.000	.000
Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ก่อนเรียน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (Ach)	2726.113	1	2726.113	261.425	0.000
หลังเรียน	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ (Cri)	4712.450	1	4712.450	218.597	0.000
	ความสามารถในการเผชิญ และฝ่าฟันอุปสรรค (AQ)	2565.113	1	2565.113	145.314	0.000
Error	Ach	813.375	78	10.428		
	Cri	1681.500	78	21.558		
	AQ	1376.875	78	17.652		
Total	Ach	32003.000	80			
	Cri	105940.000	80			
	AQ	1284375.000	80			

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์การวัด (ก่อนเรียน – หลังเรียน) ของกลุ่มทดลอง ส่งผลต่อคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคอย่างไร ซึ่งทำการทดสอบด้วย Univariate Test ผลการวิเคราะห์ พบว่า

1) คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลอง หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 5 ผลการประเมินรูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

**เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

ผลการประเมินรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นแบ่งการนำเสนอเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคะแนนความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ส่วนที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคะแนนความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการประเมินในแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

ส่วนที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคะแนนความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบมีรายละเอียด ดังนี้

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 24.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.13 ขณะที่ของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 19.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.22 ผลการเปรียบเทียบ พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 42.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.81 ขณะที่ของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 39.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.91 ผลการเปรียบเทียบ พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คะแนนความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค หลังเรียนของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 132.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.64 ขณะที่ของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 124.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.26 ผลการเปรียบเทียบ พบว่า คะแนนความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ส่วนที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคะแนนความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบมีรายละเอียด ดังนี้

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนเท่ากับ 13.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.32 ขณะที่หลังเรียนเท่ากับ 24.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.13 ผลการเปรียบเทียบ พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนเท่ากับ 27.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.35 ขณะที่หลังเรียน เท่ากับ 42.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.81 ผลการเปรียบเทียบ พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คะแนนความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนเท่ากับ 120.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.69 ขณะที่หลังเรียน เท่ากับ 132.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.64 ผลการเปรียบเทียบ พบว่า คะแนนความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05