

การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์
เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา

ฉันทน์ พลเยี่ยม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สิงหาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ชันชรัตน์ พลเยี่ยม ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

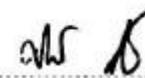
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


 อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.สรัตย์ กิบาลชนม์)

 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อารมภ์ เพชรชิน)

 กรรมการ
(ดร.สรัตย์ กิบาลชนม์)

 กรรมการ
(ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา)

 กรรมการ
(ดร.สมพงษ์ ปิ่นหูน)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 18 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณี เพชรชื่น ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้อง ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวัชรินทร์ อาจารย์พงษ์ศักดิ์ ของจดี อาจารย์สมวงศ์ จงกลาง และอาจารย์โอภาส สติชัยเสถียร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนแสนสุข ตลอดจนคณะครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่ออดิศักดิ์ พลเยี่ยม และคุณแม่สุพรรณิ พลเยี่ยม ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบเป็นกตัญญูคุณเวทิตาแค้น บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาตราบนับทุกวันนี้

ธันยรัตน์ พลเยี่ยม

58910198: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้/ เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา/
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พด.ม. การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา (THE STUDY OF PHYSICS PROBLEM SOLVING ABILITY AND PHYSICS ACHIEVEMENT ON MOMENTUM AND COLLISIONS OF TENTH GRADE STUDENTS BY USING THE INQUIRY METHOD INCORPORATED WITH POLYA'S PROBLEM SOLVING TECHNIQUE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ศรีฉวี ภิบาลชนม์, ปร.ด., กิตติมา พันธุ์พุกญา, กศ.ด. 175 หน้า, ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี จำนวน 41 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว และการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

58910198: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: INQUIRY METHOD/ POLYA'S PROBLEM SOLVING TECHNIQUE/
PHYSICS PROBLEM SOLVING ABILITY/ PHYSICS ACHIEVEMENT

THANYARAT PHONYIAM: THE STUDY OF PHYSICS PROBLEM SOLVING
ABILITY AND PHYSICS ACHIEVEMENT ON MOMENTUM AND COLLISIONS OF
TENTH GRADE STUDENTS BY USING THE INQUIRY METHOD INCORPORATED WITH
POLYA'S PROBLEM SOLVING TECHNIQUE. ADVISORY COMMITTEE: SARUN
PHIBRANCHON, Ph.D., KITTIMA PANPRUEKSA, Ed.D. 175 P. 2017.

The purposes of this research were to study physics problem solving ability and physics achievement on momentum and collisions of tenth grade students by using the inquiry method incorporated with Polya's problem solving technique. The participants of this research were of 41 tenth grade students in the second semester of academic year 2016 at Saensuk School, Chonburi Province. They were selected through the cluster random sampling. The research instruments were lesson plans using the inquiry method incorporated with Polya's problem solving technique, physics problem solving ability test, and physics achievement test. The data were analyzed by using mean, standard deviation, one sample t-test, and dependent sample t-test.

The results of this research showed that the physics problem solving ability and physics achievement of the tenth grade students after using the inquiry method incorporated with Polya's problem solving technique were exceeded 70 percent with statistically significant difference at .05 and the posttest scores of physics achievement were statistically significant higher than the pretest scores at the .05 level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
สมมติฐานของการวิจัย	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนแสนสุข กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	11
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	13
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา.....	28
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา ...	41
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
3 วิธีดำเนินการวิจัย	57
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	57
รูปแบบการวิจัย	58
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	58
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	58
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	71

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล	71
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
4 ผลการวิจัย.....	78
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	78
5 สรุปและอภิปรายผล	83
สรุปผลการวิจัย.....	83
อภิปรายผลการวิจัย.....	84
ข้อเสนอแนะ	87
บรรณานุกรม	89
ภาคผนวก	95
ภาคผนวก ก	96
ภาคผนวก ข	101
ภาคผนวก ค	126
ประวัติย่อของผู้วิจัย	175

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน	12
2-2 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	22
2-3 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	28
2-4 การให้คะแนนแบบภาพรวมของทักษะการแก้ปัญหา	38
2-5 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา	39
2-6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์	40
3-1 แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design	58
3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน	59
3-3 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์	63
3-4 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	67
4-1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70	79
4-2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา ก่อนเรียนและหลังเรียน	80
4-3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ตามรายจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา ก่อนเรียนและหลังเรียน	81
4-4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70	82
ข-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม	102
ข-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การคล	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงคล	106
ข-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม.....	108
ข-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่น	110
ข-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การชนใน 1 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่น	112
ข-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้.....	114
ข-8 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน.....	115
ข-9 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน.....	116
ข-10 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน	117
ข-11 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน	119
ข-12 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียน	120
ข-13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	122
ข-14 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหา ของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบที่ แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test).....	123
ข-15 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบที่แบบสองกลุ่ม ที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test).....	124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-16 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One sample t-test).....	125

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 92) โดยในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ก็ได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหา โดยกำหนดให้เป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่จะเผชิญได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 6) นอกจากนี้การแก้ปัญหายังช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, หน้า 6)

ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน โดยปกติจะพบได้ในวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ก็ปรากฏทักษะนี้ในรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นศาสตร์อีกสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษากฎต่าง ๆ เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553, หน้า 11) เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ก็จะ เป็นลักษณะ โจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาคือสิ่งที่สำคัญและจำเป็นที่ผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้ เข้าใจ สามารถคิดเป็น แก้ปัญหาได้ เพื่อที่จะได้นำกระบวนการนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหในการสอนนักเรียนให้รู้จักแก้ปัญหาเพื่อจะช่วยเหลือส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน

มีระเบียบแบบแผนและรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง (สิริพร ทิพย์คง, 2544, หน้า 4) ดังนั้น จุดมุ่งหมายหนึ่งในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ก็คือ นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งปัญหาที่กล่าวถึงนี้มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูเป็นผู้เตรียมให้ มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพกับนักเรียน และต้องดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหาและความสามารถของนักเรียนด้วย

จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแสนสุข พบว่า เมื่อครูให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ นักเรียนส่วนใหญ่จะวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ ไม่รู้ว่าข้อมูลที่โจทย์ให้มาเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ให้หา มีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันอย่างไร หรือถ้าได้ตัวแปรมาแล้ว นักเรียนก็จะพยายามหาสูตรแล้วแทนค่าตัวแปรจากที่โจทย์ให้มาทันที ซึ่งส่วนใหญ่ในการทำโจทย์ฟิสิกส์ สถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ให้มาก็ไม่ได้ให้ตัวแปรที่จะให้นำไปใช้ในการแทนค่าได้เลย ต้องหาจากข้อมูลที่โจทย์ให้มาอีกรอบก่อน นอกจากนี้เวลาที่ครูสอนครูส่วนใหญ่มักจะคำนึงถึงแต่เนื้อหาว่าจะสอนทันเวลาหรือไม่ ทำให้ครูเลือกที่จะใช้วิธีการสอนแบบบรรยายแทนวิธีการสอนที่จะให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมเอง ซึ่งทำให้นักเรียนขาดความสนใจอยากจะเรียน (พงษ์ศักดิ์ ของจดี, สัมภาษณ์, 15 กุมภาพันธ์ 2559) จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่ดีเท่าที่ควร

ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2556-2558 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศร้อยละ 30.48, 32.54 และ 31.62 ตามลำดับ และสำหรับโรงเรียนแสนสุขมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 28.25, 27.74 และ 28.71 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้งประเทศในทุกปีการศึกษา และเมื่อนำผล O-NET ในรายวิชาวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ ก็พบว่า มาตรฐาน ว 4.2 ซึ่งเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ที่ผู้เรียนนั้นต้องเข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 116) มีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศ โดยพบว่า ในปีการศึกษา 2556-2558 มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 มีคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศร้อยละ 23.77, 18.06 และ 30.72 ตามลำดับ และโรงเรียนแสนสุขมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 20.11, 17.86 และ 26.36 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) ดังนั้น สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติจึงได้ให้ข้อเสนอแนะว่าโรงเรียนควรเร่งพัฒนามาตรฐาน ว 4.2 และเมื่อวิเคราะห์มาตรฐาน ว 4.2 ก็พบว่า มีเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องของลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ซึ่งในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้น มาตรฐาน ว 4.2 จะครอบคลุมเนื้อหาในเรื่องของโมเมนตัมและการชน การเคลื่อนที่ในแนวตรง

การเคลื่อนที่แบบหมุน การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยเนื้อหาดังกล่าวนี้จะเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ในเรื่องของกลศาสตร์ต่อไป

ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนจากแบบฝึกหัดที่นักเรียนเคยทำในห้องเรียนก็พบว่าในส่วนของ การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนนั้น นักเรียนยังไม่มีขั้นตอนในการคิดแก้โจทย์ปัญหาว่าควรจะเริ่มจากตรงไหนก่อน และยังเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ กับหลักการทางฟิสิกส์ยังไม่ค่อยได้นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนของครูเองยังเน้นวิธีการสอนแบบบรรยาย ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายที่จะเรียน สอดคล้องกับแนวความคิดของอรนุช ลิมตศิริ (2556, หน้า 174) ที่กล่าวว่าการเรียนการสอนยังมุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาวิชามากกว่าการเรียนรู้จากสภาพที่เป็นจริง ขาดการเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาการคิด วิเคราะห์ วิจารณ์ สังเคราะห์ ประเมินค่า การแสดงความคิดเห็น และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และครูควรส่งเสริมให้เด็กแสวงหาความรู้และเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา และศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 169) ยังได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถเผชิญกับสถานการณ์ของปัญหาที่แตกต่างกันออกไป โดยผู้สอนควรใช้เทคนิคการเรียนรู้และวิธีการสอนที่มีความหลากหลาย ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ครูควรสอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาเข้าไปสู่กระบวนการเรียนการสอนทุกครั้ง

กระบวนการแก้ปัญหานั้นมีหลากหลายรูปแบบและหลากหลายขั้นตอน แต่กระบวนการที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา (Polya, 1957, pp. 16-17) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยระบุว่าข้อมูลมีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นนี้เป็นขั้นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในปัญหากับสิ่งที่ต้องการทราบ 3) ขั้นปฏิบัติตามแผน ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วางเอาไว้ และ 4) ขั้นตรวจสอบ ขั้นนี้เป็นขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ โดยการมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาว่ามีข้อผิดพลาดตรงไหนหรือไม่ โดยขั้นตอนการแก้ปัญหากลับทั้ง 4 ขั้นตอนของโพลยาจะเป็นรูปแบบที่มีความต่อเนื่องและเกี่ยวเนื่องกันในทุกขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ มีการวางแผนและกำกับการทำงานได้อย่างต่อเนื่อง (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 41) ดังเห็นได้จากผลการวิจัยของไพริน ขุนเพชร (2554, หน้า 60) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามวิธีการของโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของอริษา อินทอง (2557, หน้า 106)

พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคของ โพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับ ผลการวิจัยของปริยาภรณ์ เกลาเกลี้ยง (2556, หน้า 70) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุด การสอนที่เน้นยุทธวิธีการแก้ปัญหามารูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมไปถึง ผลการวิจัยของวิวรรธน์ สีมา (2555, หน้า 167) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคลร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการแก้ปัญหของโพลยาสามารถพัฒนา ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

นอกจากใช้กระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวแล้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2551, หน้า 14) ได้ให้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิธีค้นหาคำตอบและแก้ปัญหาด้วยตนเองว่าควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 73) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้จะทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้นานขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อให้ นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและสนุกสนานไปกับ การเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรูแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เป็น กระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบหา ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่าง ๆ จนทำให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย และสามารถสร้างองค์ความรู้ ของนักเรียนเอง

ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรูแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้าง คำถาม 2) ขั้นสำรวจ เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือ ปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการนำข้อมูลที่ได้อธิบาย เปรียบผล สรุปผล และนำเสนอผล ที่ได้ 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น และ 5) ขั้นประเมิน เป็น การประเมินการเรียนรูด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อย เพียงใด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ม.ป.ป., หน้า 14) จากขั้นตอน

ทั้ง 5 ชั้นของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) จะพบว่าในแต่ละขั้นตอนสามารถที่จะสร้างองค์ความรู้ให้กับผู้เรียนให้เข้าใจในเนื้อหา หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี และยังสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ ดังเห็นได้จากผลการวิจัยของประทุมพร บุญมาวงษา (2558, หน้า 122) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของสมปอง เรืองสมสมัย (2556, หน้า 79-80) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พบว่าทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของฐาปนีย์ อัยวรรณ (2555, หน้า 52) ที่พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

จากแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) และเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนได้มีบทบาทในกิจกรรมการเรียนการสอน และยังเปิด โอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ นักเรียนยังได้ฝึกการวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนด้วยเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยามาใช้เป็นแนวทาง ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนต์และการชน ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อที่จะพัฒนา ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนต์และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนต์และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาก่อนเรียนและหลังเรียน

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่มีการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับอื่น ๆ
2. ผู้เรียนสามารถนำวิธีการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้
3. ได้แนวทางสำหรับครูคนอื่นเอาไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น ๆ

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 81 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบลดความสามารถของผู้เรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) รวม 41 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา

2.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนแสนสุข ประกอบด้วย

3.1 โมเมนตัม

3.2 การดล

3.3 แรงดล

3.4 กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

3.5 การชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่น

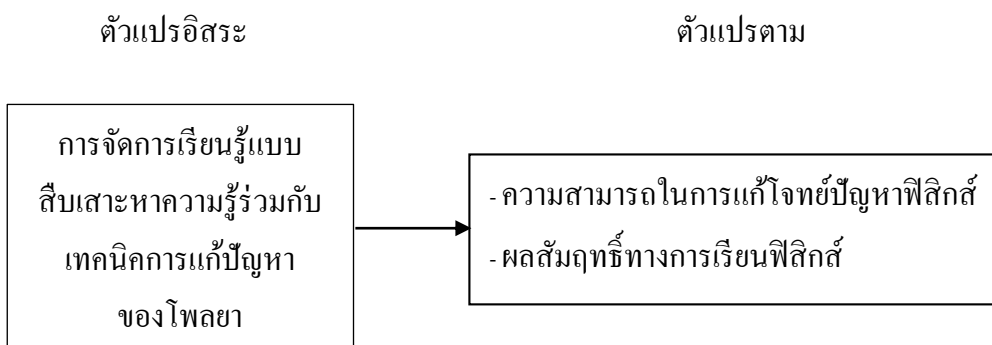
3.6 การชนใน 1 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่น

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

กรอบแนวคิด

จากการที่นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาโดยไม่มีลำดับขั้นตอนและไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่จะนำมาใช้แก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ว่าส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนเป็นอย่างไร ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดกรอบความคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา

หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้น สำรวจ ตรวจสอบเพื่อค้นหาคำตอบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และนำองค์ความรู้ที่สร้างนั้นมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาเป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือท้าทาย ทำให้นักเรียนสนใจสงสัย อยากรู้ อยากเห็นเกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ
- 2) ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนทุกคนร่วมกันศึกษาและทำการทดลอง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูล สืบค้น สำรวจเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ
- 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อนักเรียนมีข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจและค้นหาแล้ว นักเรียนนำข้อมูลมาอธิบายความคิดรวบยอดและสรุปผล
- 4) ขั้นขยายความรู้ ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ โดยให้นักเรียนทำใบงานที่เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นของปัญหาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร และโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนเชื่อมโยงความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการทราบ โดยการอธิบายให้อยู่ในรูปของสมการที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติตามแผน นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่สอง โดยการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสมการเพื่อหาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการทราบ

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ โดยการตรวจสอบคำตอบที่ได้ย้อนหลัง

5) ขั้นประเมิน ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากแบบฝึกหัดท้ายบทในแต่ละเรื่อง

2. โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความรู้ความเข้าใจรวมถึงทักษะการคำนวณที่เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่อง โมเมนตัมและการชน

3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการต่าง ๆ และประสบการณ์เดิม เพื่อหาคำตอบของปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหาคือ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นของปัญหาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร และโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหาคือ นักเรียนเชื่อมโยงความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการทราบ โดยการอธิบายให้อยู่ในรูปของสมการที่เกี่ยวข้องกับ โจทย์ปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติตามแผน นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่สอง โดยการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสมการเพื่อหาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการทราบ

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ โดยการตรวจสอบคำตอบที่ได้ย้อนหลัง

ซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์นี้วัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ในด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า โดยพิจารณาให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่อง โมเมนตัมและการชน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีลิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพีลิกส์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนมาเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งเป็นเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยเกณฑ์ดังกล่าวอยู่ในระดับดีขึ้นไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของ โพลยา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนแสนสุข กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของ โพลยา
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนแสนสุข กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา ว 30201 แผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ (โรงเรียนแสนสุข)

ศึกษาหลักการของกลศาสตร์ในเรื่อง งาน พลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานจลน์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน กำลัง เครื่องกลอย่างง่ายและประสิทธิภาพของเครื่องกล โมเมนต์ัม การชนกันของวัตถุและกฎการอนุรักษ์โมเมนต์ัม การเคลื่อนที่แบบหมุน ทอร์กและผลของทอร์กที่มีต่อสภาพการหมุน สภาพสมดุลและเงื่อนไขที่ทำให้เกิดสมดุล สภาพยืดหยุ่นของวัตถุและโมดูลัส โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด มีความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายงานและวิเคราะห์งานของแรงต่าง ๆ
2. อธิบายพลังงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ และความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงาน
3. อธิบายและใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกลวิเคราะห์การเคลื่อนที่ในสถานการณ์ต่าง ๆ
4. อธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย

5. อธิบายโมเมนต์และความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนต์ที่เปลี่ยนไป
6. อธิบายการชนของวัตถุ กฎการอนุรักษ์โมเมนต์ และวิเคราะห์การชนกันของวัตถุ
7. อธิบายการเคลื่อนที่แบบหมุนและความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการหมุน
8. อธิบายทอร์ก โมเมนต์ความเฉื่อย และความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กกับโมเมนต์ความเฉื่อย
9. อธิบายโมเมนต์เชิงมุม และกฎการอนุรักษ์โมเมนต์เชิงมุม
10. อธิบายพลังงานจลน์ของการหมุนของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่แบบหมุน
11. อธิบายสภาพสมดุลของวัตถุ และวิเคราะห์สภาพสมดุลตามเงื่อนไขของสมดุล
12. อธิบายผลของแรงคู่ควบ โมเมนต์ของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ
13. อธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุและผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุมีความเกี่ยวข้องกับศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางของวัตถุ
14. อธิบายการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย
15. อธิบายสภาพยืดหยุ่นของของแข็งและมอดูลัสของยัง

ตารางที่ 2-1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนต์และการชน

ผลการเรียนรู้	โมเมนต์และการชน
1. อธิบายโมเมนต์ และความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนต์ที่เปลี่ยนไป	1. โมเมนต์ 2. การคล
2. อธิบายการชนของวัตถุ กฎการอนุรักษ์โมเมนต์ และวิเคราะห์การชนกันของวัตถุ	3. แรงคล 4. กฎการอนุรักษ์โมเมนต์ 5. การชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่น 6. การชนใน 1 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ของสถานศึกษา โดยใช้เนื้อหาในเรื่อง โมเมนต์และการชน ซึ่งประกอบไปด้วย 1) โมเมนต์ 2) การคล 3) แรงคล 4) กฎการอนุรักษ์โมเมนต์ 5) การชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่น และ 6) การชนใน 1 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่น โดยลักษณะของปัญหาในการวิจัยครั้งนี้จะหมายถึงโจทย์ปัญหาซึ่งเป็นสถานการณ์ โจทย์ทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และยังช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ด้วย

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. ความเป็นมาและแนวคิดพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

สุรางค์ โคว์ตระกูล (2553, หน้า 210-211) กล่าวว่า ทฤษฎี Constructivism มีหลักการที่สำคัญว่าในการเรียนรู้นั้นผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำและสร้างความรู้ แต่ในกลุ่มนักจิตวิทยา Constructivists มีความเห็นแตกต่างกันในเรื่องการเรียนรู้หรือการสร้างความรู้ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร ทั้งนี้เนื่องจากความเชื่อพื้นฐานของ Constructivism ซึ่งมีรากฐานมาจาก 2 แหล่ง คือจากทฤษฎีพัฒนาการของพือาเจต์และวิก็อทสกี ทฤษฎี Constructivism จึงแบ่งออกเป็น 2 แนวคิด

1. Cognitive constructivism หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของพือาเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญาขึ้น เป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่จนกระทั่งเกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญา หรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น (Fowler, 1994; Greens et al., 1996 อ้างถึงใน สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2553, หน้า 210)

2. Social constructivism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิก็อทสกีซึ่งถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (ผู้ใหญ่หรือเพื่อน) ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองาน ในสภาวะสังคมซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น (Bruning et al., 1999 อ้างถึงใน สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2553, หน้า 210)

แม้ว่านักจิตวิทยา Cognitive constructivists และ Social constructivists จะมีความเห็นแตกต่างกันในเรื่องการอธิบายว่าผู้เรียนสร้างความรู้ได้อย่างไร แต่ทุกคนต่างก็เห็นร่วมกันในคุณลักษณะของ Constructivism ดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
2. การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นกับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน
3. การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้
4. การจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

อย่างมีความหมาย

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 15-16) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ มีความเชื่อพื้นฐานว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยการอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับเพื่อค้นหา

ความจริง โดยมีรากฐานจากทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาที่หลากหลาย ซึ่งนักทฤษฎีได้ประยุกต์ทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาดังกล่าวในรูปแบบและมุมมองใหม่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. กลุ่มที่เน้นกระบวนการรู้คิดในส่วนบุคคล (Radical constructivism or personal constructivism or cognitive oriented constructivist theories) เป็นกลุ่มที่เน้นการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นรายบุคคล โดยมีความเชื่อว่ามนุษย์แต่ละคนรู้วิธีเรียนและรู้วิธีคิดเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
2. กลุ่มที่เน้นการสร้างความรู้โดยอาศัยปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social constructivism or socially oriented constructivist theories) เป็นกลุ่มที่เน้นว่าความรู้ คือผลผลิตทางสังคม โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นสองประการ คือ ความรู้ต้องสัมพันธ์กับชุมชน และปัจจัยทางวัฒนธรรมสังคม และประวัติศาสตร์มีผลต่อการเรียนรู้ ดังนั้นครูจึงมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่พัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการของ皮อาเจต์และวิกอ์ทสกี ซึ่งมีความเชื่อพื้นฐานว่าผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำและสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยประสบการณ์ที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 38) ยังได้กล่าวถึงการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนไว้หลายประการดังนี้

1. ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ผู้สอนจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น และผู้เรียนก็ต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วย
2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้
3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มตัว ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่า ผู้เรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่เป็นการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียน

สามารถจัดกระทำศึกษา สํารวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดการจัดกระทำกับข้อมูลมิใช่เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น

4. ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรมให้เกิดขึ้น โดยผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ผู้สอนจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้อันเปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจากการให้ความรู้ไปเป็นการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ แล้วบทบาทของผู้สอนก็คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้ไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นผู้สอนยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้นการประเมินผลจึงควรมีลักษณะที่ยืดหยุ่นไปในแต่ละบุคคล โดยใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย นอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีความเชื่อพื้นฐานว่าผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำและสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง รวมไปถึงการนำทฤษฎีนี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา

ความรู้มาใช้ เพื่อจะทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ โดยครูผู้สอนจะเปลี่ยนหน้าที่จากผู้ถ่ายทอดความรู้ไปเป็นผู้อำนวยความสะดวกแทน และจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

1.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 123) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง วิธีการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

ทิตินา เขมมณี (2553, หน้า 141) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 133) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ การวิเคราะห์เป็นการแยกปัญหาเป็นส่วนๆ แล้วศึกษาอย่างเป็นระบบ เป็นการศึกษาปัญหาอย่างมีวิธีการ และต้องทำทีละขั้น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548, หน้า 74) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง วิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นเพียงผู้แนะนำ ผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

ศศิธร เวียงวาลย์ (2556, หน้า 147) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง การจัดการกระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนค้นหาความจริงโดยการแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบ เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์เรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 16) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง การใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนด เน้นให้นักเรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง และครูมีบทบาทในการให้ความกระจ่างและเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนค้นพบข้อมูลและจัดระบบความหมายของตนเอง ครูต้องฝึกทักษะและกระบวนการสืบค้นให้กับนักเรียนก่อนให้สืบค้น ข้อความรู้ประเด็นปัญหาที่ครูเลือกให้นักเรียนศึกษา ควรสัมพันธ์กับหลักสูตรและสอดคล้องกับ

พัฒนาการของนักเรียน ครูจะต้องตระหนักเสมอว่าต้องเน้นที่กระบวนการมากกว่าผลที่ได้จากกระบวนการ และครูต้องตรวจสอบว่าได้จัดสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนอย่างเพียงพอ รวมทั้งมีสื่อและแหล่งวิทยาการที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 331) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อน จนสามารถออกแบบทดลองและทดสอบสมมติฐานได้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, หน้า 136) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการ ในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ค้นหาความจริงด้วยตนเอง และใช้คำถามที่มีความหมายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนด เน้นการให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้

1.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 152-153) กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (SEs) ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอน และเป้าหมาย
2. การสำรวจ ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตัวเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลด้วยตนเอง ถึงแนวความคิดที่สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไป ทั้งนี้รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551, หน้า 39-42) กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนอาจสนใจในวัตถุสิ่งของ ปัญหา เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ กิจกรรมของขั้นนี้ควรจะเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่ได้เรียนแล้วกับกิจกรรมที่จะเรียนต่อไป

2. ขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจแล้ว นักเรียนจะใช้เวลาในการสำรวจและค้นหาแนวคิดของตน

3. ขั้นอธิบาย เป็นกระบวนการหรือการกระทำที่ทำให้เกิดความเข้าใจและความกระจ่างเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ กระบวนการอธิบายจะให้นักเรียนและครูได้ใช้คำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. ขั้นขยายความรู้ เมื่อนักเรียนได้อธิบายสิ่งที่ตนเองเรียนรู้แล้ว นักเรียนควรได้มีโอกาสในการประยุกต์หรือขยายแนวคิด กระบวนการ ทักษะของตน นักเรียนบางคนอาจจะยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือเข้าใจแนวคิดที่ตนเองเรียนรู้อย่างเดียว ขั้นขยายความรู้นี้จึงเป็นขั้นที่ช่วยให้นักเรียนได้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน การประเมินอย่างไม่เป็นทางการจะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาในทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับการประเมินอย่างเป็นทางการ ครูสามารถทำได้หลังจากขั้นขยาย

ความรู้ ครูควรที่จะวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยอาจจะให้ทำแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และที่สำคัญคือทำให้ผู้เรียนมีโอกาสประเมินความเข้าใจของตนเองด้วย

วัชรวิทย์ เล่าเรียนดี (2544, หน้า 106) กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจให้นักเรียน โดยการตั้งคำถามให้คิด จุดประกายความคิดด้วยภาพด้วยข่าวหรือเหตุการณ์สำคัญ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา โดยการให้นักเรียนร่วมกันค้นหาปัญหาและประเด็นสำคัญ

3. ขั้นอธิบาย เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด ความคิด การอ้างอิงเหตุผลต่าง ๆ

4. ขั้นขยายความรู้ เป็นการจัดโอกาสให้นำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

5. ขั้นประเมินผล โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมประเมินผลการเรียนของตนเองและเพื่อน

เวชฤทธิ์ อังคนะภักทรขจร (2555 ก, หน้า 95-96) กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ ในขั้นนี้ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในความสนใจของนักเรียน หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน จากนั้นกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ เกิดความอยากรู้อยากเห็น ชั่วๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า ในขั้นนี้ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น ทดลอง ค้นหา รวบรวมข้อมูล และใช้วิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาตรวจสอบวิเคราะห์ แผลผล หาข้อสรุป และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นพร้อมทั้งนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภาพ กราฟ

ขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ ในขั้นนี้ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์ใหม่ โดยใช้ความรู้ในขั้นที่ 3 มาใช้ในการอภิปรายเพื่อหาคำตอบ เพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 การประเมิน เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219-220) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มมาจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่ม เรื่องที่นำเสนออาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป
3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ
4. **ขั้นขยายความรู้** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น
5. **ขั้นประเมิน** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้ ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยกิจกรรมอาจจะเป็นการซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิมเพื่อสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา** เป็นขั้นลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล เช่น ทำการทดลอง หรือจะเป็นการศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ
3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล
4. **ขั้นขยายความรู้** นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

5. ชั้นประเมิน เป็นการประเมินว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

1.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, หน้า 141-142) กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ คิดปัญหา วางแผน และแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน มีเหตุผลด้วยตนเอง

2. กระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา

3. เสริมแรงหรือให้กำลังใจแก่ผู้เรียน

4. ช่วยเหลือ แนะนำ กำกับอย่างใกล้ชิดตลอดจนเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย

5. จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญให้แก่ผู้เรียน

6. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งข้อดีและข้อบกพร่องแก่ผู้เรียน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548, หน้า 74-75) กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ครู: ครูมีบทบาทสำคัญดังต่อไปนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยกำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบเอง หรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและวางแผนหาคำตอบเอง

2. เป็นผู้ให้การเสริมแรง โดยการให้รางวัลหรือกล่าวชม เพื่อให้กำลังใจ และเพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยการบอกข้อดี ข้อบกพร่องแก่นักเรียน

4. เป็นผู้แนะนำและกำกับ เป็นผู้แนะนำเพื่อให้เกิดความคิด และกำกับควบคุมมิให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง

5. เป็นผู้จัดระเบียบ เป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์สื่อการสอนแก่นักเรียน

นักเรียน: นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียน เป็นผู้ลงมือปฏิบัติการทดลองหรือวางแผนการทดลองเพื่อหาคำตอบ หรือกำหนดปัญหาและวางแผนการทดลองเพื่อหาคำตอบ การค้นหาคำตอบกระทำด้วยตัวเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สกล มูลแสง (2554, หน้า 113-117) กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามให้นักเรียนคิด - ตั้งคำถามหรือแนวคิดที่ยังไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ - เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม - ตอบคำถาม - แสดงความคิดเห็น - กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน - แสดงความสนใจ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน - ให้ความแก่นักเรียนคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระภายในขอบเขตของกิจกรรม - ตั้งสมมติฐาน - พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย - ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอนถูกต้อง - บันทึกการสังเกต และการให้ข้อคิดเห็น

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบาย - ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล - อธิบายโดยมีเหตุผลหรือหลักฐานประกอบ - อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย
4. ชั้นขยายความรู้	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอภิปรายอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถาม - ถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบายหรือทักษะจากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - นำข้อมูลจากการสังเกตไปสร้างความรู้ใหม่ - นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน - ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน ๆ

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ชั้นประเมิน	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอด และทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

จากคำกล่าวของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สรุปบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจะสรุปเป็น 5 ชั้นดังนี้

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. ชั้นการสร้างความสนใจ ครูต้องสร้างความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด โดยไม่บอกความรู้กับนักเรียนโดยตรง
2. ชั้นการสำรวจและค้นหา ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน เกิดการซักถามเพื่อสำรวจตรวจสอบ และเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก ควรให้เวลานักเรียนในการคิดหาคำตอบด้วยตัวนักเรียนเอง เพื่อก่อให้เกิดการนำไปสู่การแก้ปัญหาด้วยตนเอง
3. ชั้นการอธิบายและลงข้อสรุป ครูส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง โดยใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิดหรือความคิดรวบยอด
4. ชั้นการขยายความรู้ ครูส่งเสริมให้นักเรียนขยายความรู้ เพื่อนำไปสู่สถานการณ์ใหม่ ๆ
5. ชั้นการประเมินผล ครูประเมินความรู้และทักษะนักเรียน และใช้คำถามปลายเปิดเพื่อซักถามการประมวลองค์ความรู้ของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ นักเรียนพยายามถามคำถาม โดยอาจถามครู ถามเพื่อนหรือถามตัวเอง เพื่อสร้างความสนใจในปัญหานั้น
2. ขั้นการสำรวจและค้นหา นักเรียนคิดอย่างเป็นอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของคำถามหรือปัญหา พยายามคาดคะเนและตั้งสมมติฐาน และอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับเพื่อน ๆ
3. ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ พร้อมทั้งรับฟังคำอธิบายของคนอื่น ๆ และสามารถใช้อุปกรณ์ที่ได้มาอธิบายได้
4. ขั้นการขยายความรู้ นักเรียนสามารถนำทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ
5. ขั้นการประเมินผล นักเรียนตอบคำถามปลายเปิดได้ แสดงออกถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ โดยอาจใช้การวัดผลโดยแบบทดสอบ หรือถามปากเปล่าโดยครู

1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีทั้งข้อดีและข้อจำกัด โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 73) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์และนักจัดระเบียบ
2. การค้นพบด้วยตัวเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ
3. ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ แก้ไขปัญหาด้วยตัวเอง
4. ช่วยให้อึดจำความรู้ได้นานและสามารถถ่ายโอนความรู้ได้
5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนมีความหมายเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา
6. ช่วยพัฒนาอึดมั่นโน้ตศน์แก่ผู้เรียน
7. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตัวเองสามารถคิดและแก้ไขปัญหาด้วยตัวเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
8. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อหาไม่ครบตามที่กำหนดไว้

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตามจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่
อยากเรียน
 3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วย
วิธีการสอนแบบนี้ได้
 4. เป็นการลงทุนสูงซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
 5. ถ้านักเรียนไม่รู้จักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้องอาจทำให้นักเรียนหลีกเลี่ยงงานซึ่งไม่เกิด
การเรียนรู้
 6. ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ซึ่งมีผลต่อ
บรรยากาศในห้องเรียน
 7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญาอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีการสอน
แบบนี้
- ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 156-157) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมี
ความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบ
ความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้
กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนคติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย
และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป
จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถ
ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอดอปคำถามได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, หน้า 142) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ

1. ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ความรู้ที่ได้คุณค่ามีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวาและทำให้สนุกสนานกับการเรียนรู้

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ

1. ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้
2. ถ้าแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เข้าใจหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน
3. เป็นวิธีการที่มีการลงทุนสูง ซึ่งบางครั้งอาจไม่ได้ผลคุ้มค่ากับการลงทุน
4. ผู้สอนต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก

จากคำกล่าวของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. ผู้เรียนได้มีโอกาสได้พัฒนาความคิดของตนเองอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา	1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง ทำให้บางครั้งอาจได้เนื้อหาไม่ครบตามที่กำหนดไว้
2. การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนจดจำได้นานขึ้น สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	2. ผู้สอนใช้เวลาในการวางแผนมาก 3. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัยหรือไม่ชวนติดตามจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและไม่อยากเรียน
3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวาและทำให้ผู้เรียนสนุกสนานไปกับการเรียน	4. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญาอาจทำให้ผู้เรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบนี้

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็น การเรียนที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ได้เรียนรู้วิธีค้นคว้าและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียน เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีอิสระในการเรียนรู้ มีชีวิตชีวาทำให้ผู้เรียนสนุกสนานไปกับการเรียนรู้ อีกทั้งผู้เรียนยังได้จัดระบบความคิดด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทนและจดจำได้ยาวนานขึ้น ซึ่ง สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ ส่วนข้อจำกัด ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามที่ได้กล่าวมานั้น ครูผู้สอนต้องเอาใจใส่ดูแล คอย กระตุ้นอยู่เสมอและใช้เวลากับผู้เรียนมากเป็นพิเศษ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการค้นหาความรู้และ วิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลง ข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมิน

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

1. ความหมายของปัญหา

ราชบัณฑิตยสถาน (2525, หน้า 527) ให้ความหมายของปัญหา ว่าหมายถึง ข้อสงสัย ความสงสัย สิ่งที่น่าสนใจ สิ่งที่ไม่รู้หรือคำถาม อันได้แก่ โจทย์ในแบบฝึกหัดหรือข้อสอบเพื่อ ประเมินผล

รศนา อชชะกิจ (2539, หน้า 2) ให้ความหมายของปัญหา ว่าหมายถึง เหตุการณ์ที่ยุ่งยากที่ จะต้องแก้ไขหรือสภาวะการณ์ที่ไม่พึงประสงค์หรือเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ตรงตามคาดหวังโดยไม่ทราบสาเหตุ รวมถึงการที่มนุษย์ไม่รู้จักรวิธีทำอะไรจึงจะบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดและ เหตุการณ์ในอนาคตที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นไปไม่ตรงตามประสงค์

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, หน้า 89) ให้ความหมายของปัญหา ว่าหมายถึง สถานการณ์ที่ต้องคิดการแก้ไขปัญหาที่ได้มาจากการสังเคราะห์ความรู้ที่เคยเรียนรู้มาก่อน ซึ่ง เกี่ยวข้องกับ 3 สิ่ง คือ การยอมรับว่าเป็นปัญหาหรืออุปสรรคของจุดมุ่งหมาย อุปสรรคของปัญหา หรืออุปสรรคของจุดมุ่งหมาย และการแก้ปัญหาที่จะบรรลุจุดมุ่งหมาย

จากความหมายของปัญหา สรุปได้ว่า ปัญหา คือ สถานการณ์ที่ทำให้เกิดอุปสรรคใน การดำเนินงาน ซึ่งมาขัดขวางไม่ให้อุปสรรคเป้าหมาย และสำหรับปัญหาในงานวิจัยครั้งนี้จะหมายถึง โจทย์ปัญหาซึ่งเป็นสถานการณ์โจทย์ทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในวิชา ฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ความหมายของการแก้ปัญหา

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 332) กล่าวว่า การมองเห็นปัญหาและการหาทางที่จะ แก้ปัญหาประกอบด้วยความสามารถย่อย ๆ คือ การยอมรับและมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐานและการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับ ทดสอบสมมติฐาน

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 112) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ใช้ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ และในการแก้ปัญหานั้นจะต้องมีการวางแผนการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ การกำหนดสารสนเทศที่ต้องการเพิ่มเติม มีการแสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางวิธีการ แก้ปัญหาที่หลากหลาย และทดสอบการแก้ปัญหานั้นที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปการแก้ปัญหานั้น เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, หน้า 54) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหานั้น เป็นกระบวนการทำงานที่สลับซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ ความชำนาญ รูปแบบ พฤติกรรมต่าง ๆ ประสบการณ์เดิมทั้งจากทางตรง (มีผู้ อบรมสั่งสอน) และทางอ้อม (เรียนรู้ด้วยตนเอง) มโนคติ กฎเกณฑ์ ข้อสรุป การพิจารณา การสังเกต และการใช้กลยุทธ์ทางสติปัญญาที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความรู้ความเข้าใจต่าง ๆ อย่างมี วิจารณญาณ มีเหตุผลและจินตนาการเพื่อหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป

จากความหมายของการแก้ปัญหานั้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหานั้นเป็นกระบวนการที่ใช้เพื่อให้ ได้มาซึ่งคำตอบ โดยต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจรวมถึงสติปัญญาและการคิด เพื่อทำให้ปัญหานั้น

หมดไป สำหรับการแก้ปัญหาในงานวิจัยครั้งนี้จะหมายถึง การแก้โจทย์ปัญหาซึ่งเป็นสถานการณ์ โจทย์ทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4

3. ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหานั้น ผู้สอนควรฝึกทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนให้เป็นระบบขั้นตอน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาดังนี้

Heller and Heller (2000 อ้างถึงใน เอกวิทย์ ดวงแก้ว, 2558, หน้า 39) ได้นำเสนอกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นพิจารณาปัญหา (Focus the problem)

เป็นขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาให้ชัดเจน โดยการสร้างภาพขึ้นในใจเกี่ยวกับลำดับของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหา พร้อมกับแสดงรายละเอียดของโจทย์ปัญหาที่บอกข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้อย่างหยาบ ๆ และเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ (Describe the physics)

เป็นขั้นตอนที่ต้องแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ โดยการสร้างแผนภาพและเขียนตัวแปรต่าง ๆ ทั้งที่ทราบค่าและไม่ทราบค่า ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักการทางฟิสิกส์

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Plan the solution)

เป็นขั้นตอนที่ต้องนำความสัมพันธ์จากการอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ในขั้นที่ 2 ไปสร้างเป็นสมการที่จะนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบค่า

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (Execute the plan)

ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการหาคำตอบตามสมการที่ได้วางแผนเอาไว้ในขั้นที่ 3 โดยการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ทั้งที่ทราบค่าและไม่ทราบค่า

ขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Evaluate the answer)

ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ และคำตอบที่ได้นั้นจะต้องมีความถูกต้องตรงตามสิ่งที่โจทย์ถาม

Polya (1957, pp. 16-17) ได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาไว้ในหนังสือ “How to solve it” ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวปัญหา โดยพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรบ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ใน

รูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ ช่วย เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด จะแก้อย่างไร ปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ซึ่งขั้นวางแผนแก้ปัญหานี้เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาคำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นการปฏิบัติตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน มีการเพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปที่ย้อนตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา โดยมีการพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมีวิธีการแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่ และพิจารณาปรับปรุงการแก้ปัญหาให้กะทัดรัดและชัดเจนเหมาะสมขึ้นกว่าเดิม

Krulik and Rudnick (1993, pp. 39-57) กล่าวถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการอ่านและคิด เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้อ่านข้อปัญหา ตีความจากภาษา สร้างความสัมพันธ์และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่รวมกันอาจทำให้เกิดการไขว้เขวได้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกสิ่งที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการ และกล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้
2. ขั้นสำรวจและวางแผน ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาวเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่สร้างเป็นแผนภาพหรือรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ
3. ขั้นการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหามองเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป และในการแก้ปัญหานี้ปัญหาอาจจะมี การนำเอาหลาย ๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้น ได้แก่ การค้นหาแบบรูป การทำย้อนกลับ การคาดเดาและตรวจสอบ การแสดงบทบาทสมมติหรือการทดลอง การสรุป รวบรวม หรือการขยายความ การแจกแจงกรณีอย่างเป็นระบบ การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

4. การค้นหาคำตอบ เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีในการแก้ปัญหาได้แล้ว ผู้เรียนควรจะประมาณคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้ผู้เรียนควรลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะต้องอาศัยการประมาณค่า การใช้ทักษะการคิดคำนวณ การใช้ทักษะทางพีชคณิต และ การใช้ทักษะทางเรขาคณิต

5. การมองย้อนและขยายผล ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการ ก็ต้องย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่ และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นต่อไป ในขั้นนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นพบทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 97) กล่าวถึงกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหาหรือการวิเคราะห์ปัญหา ผู้เรียนต้องแยกแยะว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไร หรือโจทย์ถามอะไร หรือโจทย์ต้องการให้พิสูจน์อะไร

2. การวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ กฎ สูตร หรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้วมาใช้ เช่น การเขียนตารางแผนภาพช่วยในการแก้ปัญหา บางครั้งในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่าการคาดเดาคำตอบมาประกอบด้วย

3. การดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งอาจใช้ทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

4. การตรวจสอบหรือการมองย้อนกลับ เป็นการตรวจสอบว่ามีวิธีการอื่นในการหาคำตอบอีกหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 8-10) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปเข้ามา พิจารณาในหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองก็ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวแปรที่ไม่ทราบค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และสุดท้ายเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนจะต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นมองย้อนกลับ ในขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่ สำหรับผู้เรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดาและคำตอบจริงในขั้นนี้ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นสามารถมีได้หลายรูปแบบ แต่พอจะสรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้อย่างคร่าว ๆ ดังนี้ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนแก้ปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ตรวจสอบ สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการแก้ปัญหามาใช้ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ โจทย์ปัญหา และแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งเทคนิคการแก้ปัญหานั้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนพิจารณาและบอกว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ และโจทย์ต้องการทราบอะไร
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนเชื่อมโยงความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้กับสิ่งที่ต้องการทราบ โดยการอธิบายให้อยู่ในรูปของสมการหรือสูตรที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ
3. ขั้นปฏิบัติตามแผน นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่สอง โดยการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสมการเพื่อหาคำตอบ
4. ขั้นตรวจสอบ นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

4. การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหา

4.1 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา

เวชฤทธิ์ อังคนะภักทรจจร (2555 ข, หน้า 109-110) กล่าวว่า การประเมินทักษะและกระบวนการโดยใช้การทดสอบ เป็นการประเมินโดยใช้ข้อสอบ และข้อสอบที่ใช้ในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ข้อสอบแบบปรนัย เป็นข้อสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้สอบต้องตัดสินใจเลือกคำตอบที่ถูกต้องหรือพิจารณาข้อความที่ให้ว่าถูกหรือผิด ซึ่งการวัดและประเมินผลโดยใช้ข้อสอบแบบปรนัยนั้นมุ่งวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็สามารถนำมาใช้ในการวัดทักษะและกระบวนการได้ โดยขึ้นอยู่กับคำถามหรือปัญหาที่ถาม ข้อสอบประเภทนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทดังนี้

1.1 ข้อสอบแบบถูก-ผิด เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก โดยมีข้อความให้ผู้เรียนเลือกตอบว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จริงหรือเท็จ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย เป็นต้น

1.2 ข้อสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น ๆ เป็นข้อสอบที่ให้ผู้เรียนเติมคำหรือข้อความสั้น ๆ ลงในช่องว่าง

1.3 ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยข้อความเรียงกันเป็นแถว โดยทั่วไปจะให้ข้อความทางซ้ายมือเป็นคำถามหรือตัวนำเรื่อง และข้อความทางขวามือเป็นคำตอบหรือข้อเลือก ผู้เรียนจะต้องเลือกข้อความทางขวามือที่สอดคล้องหรือจับคู่กับข้อความทางซ้ายมือ โดยนำเอาตัวเลขหรือตัวอักษรหน้าข้อความทางขวามือมาใส่ไว้หน้าข้อความทางซ้ายมือที่มีความสอดคล้องกัน

1.4 ข้อสอบแบบจัดลำดับ เป็นข้อสอบที่มีคำถามถึงขั้นตอนหรือลำดับของการพิสูจน์หรือการพิจารณาว่าการแก้โจทย์ปัญหาต้องทำอะไรก่อนหรือหลัง

1.5 ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบแบบปรนัยที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการทดสอบของผู้สอนหรือในการทดสอบที่เป็นมาตรฐาน เป็นข้อสอบที่คำถามแต่ละข้อมีตัวเลือกหลายตัวเลือกให้เลือก แต่ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเดียว

2. ข้อสอบแบบอัตนัย เป็นข้อสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามมาให้ แล้วให้ผู้ตอบแสดงความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตั้งแต่กว้างจนถึงแคบที่สุด หรือเฉพาะเจาะจงตามที่โจทย์กำหนด การใช้ภาษาในการเขียนตอบขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบแบบอัตนัยสามารถวัดความสามารถของผู้เรียนได้หลายด้านทั้งในด้านความรู้ และด้านทักษะและกระบวนการ การใช้ข้อสอบแบบอัตนัยจะช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนได้หลากหลายทักษะและหลากหลายมุมมอง เนื่องจากการเขียนของผู้เรียนนอกจากจะสะท้อนความสามารถในการนำความรู้

ไปใช้แล้ว ยังสะท้อนความรู้ วิธีคิด มโนทัศน์ และความสามารถในการสื่อสารอีกด้วย แต่ไม่สามารถถ่ายทอดออกมาได้ ดังนั้นผู้สอนควรประเมินแยกกันระหว่างความสามารถในการเขียนกับทักษะและกระบวนการ

การใช้ข้อสอบแบบอัตนัยจะสามารถประเมินทักษะและกระบวนการได้มากกว่าการใช้ข้อสอบแบบปรนัย เนื่องจากผู้สอนสามารถถามในพฤติกรรมนั้นได้โดยตรง เช่น ถ้าต้องการถามเกี่ยวกับการให้เหตุผล อาจถามว่า “เพราะเหตุใด” “ทำไมจึงเป็นเช่นนี้” หรือถ้าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงอาจถามว่า “เราเคยเห็นคำถามแบบนี้ที่ไหนหรือไม่” “แนวคิดเหล่านี้สัมพันธ์กันอย่างไร” แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนควรมีการคิดแนวทางของคำตอบไว้ล่วงหน้าและมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนสำหรับการประเมินคำตอบของผู้เรียน

กนกนิดา เกษนิยม และสุวิมล จรุงโสตร์ (2553, หน้า 21) กล่าวว่า ควรใช้คำถามที่มีใช้ถามความจำ ความเข้าใจหรือคำถามที่มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น แต่ควรเป็นคำถามแบบปลายเปิดที่นักเรียนต้องคิดกว้างและหลากหลายใช้ความคิดระดับสูงในการตอบ มีการนำข้อมูลความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ พัฒนาแนวคิดใหม่ประเมินความเหมาะสมและคิดสร้างสิ่งใหม่

จากเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สรุปได้ว่าแบบทดสอบที่นำมาใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหานั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) แบบทดสอบปรนัย และ 2) แบบทดสอบอัตนัย ซึ่งการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ส่วนใหญ่จะวัดและประเมินผลตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีข้อบกพร่องส่วนใดและจะได้แก้ไขได้ถูกต้อง สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์เป็นแบบอัตนัย เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ทางฟิสิกส์ตามเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาอย่างไรบ้าง และมีข้อบกพร่องในส่วนใดบ้าง

4.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

รีส์ ซุยเดม และลินควิสต์ (Reys, Suydam & Lindquist, 1995, p. 313) ได้กำหนดรูปрикของความสามารถในการแก้ปัญหาโดยที่แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา จะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน ตามรายละเอียดดังนี้

1. ด้านความเข้าใจ

- 0 หมายถึง ไม่เข้าใจในปัญหาเลย
- 1 หมายถึง เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน
- 2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์

2. ด้านวางแผนการแก้ปัญหา

- 0 หมายถึง ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด
- 1 หมายถึง วางแผนได้ถูกต้องบางส่วน
- 2 หมายถึง วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

3. ด้านคำตอบ

- 0 หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม
- 1 หมายถึง กัดลอกคิดพลาด คำนวณผิดพลาด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ
- 2 หมายถึง ตอบได้ถูกต้องและใช้ภาษาได้ถูกต้อง

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 113-114) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคงจะมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง และได้เสนอเกณฑ์การประเมินในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา

- 2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมาก หรือไม่เข้าใจเลย

2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

- 2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง
- 1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

- 2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหบางส่วนไปใช้ได้ถูก
- 0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

4. การตอบ

- 2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์
- 1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
- 0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

อัมพร ม้าคอง (2546, หน้า 92) กล่าวถึง การให้คะแนนแต่ละขั้นตอนของ กระบวนการแก้ปัญหาว่า ผู้สอนต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าว่าจะให้ผู้เรียนทำกี่ขั้นตอน และแต่ละ ขั้นตอนจะให้คะแนนอย่างไร ดังนี้

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	0	ไม่เข้าใจปัญหาเลย
	1	เข้าใจปัญหาเป็นบางส่วน
	2	เข้าใจปัญหาทั้งหมด
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	0	วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
	1	ใช้ข้อมูลจากปัญหาวางแผนการแก้ปัญหา ถูกต้องเป็นบางส่วน
	2	แผนที่วางไว้จะได้คำตอบที่ถูกต้องได้ถ้า ดำเนินการถูกต้อง

ชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles & Lester, 1982, pp. 11-12) ได้เสนอรูปแบบการวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ โดยพิจารณาถึงความสามารถ 3 ประการดังนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

- 0 หมายถึง แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง
- 1 หมายถึง แปลความหมายผิดบางส่วน
- 2 หมายถึง แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง

2. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีวิธีการให้คะแนนดังนี้

- 0 หมายถึง ไม่ลงมือทำ หรือทำผิดโดยสิ้นเชิง
- 1 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน
- 2 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)

3. การคำตอบปัญหา เป็นการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับทักษะ การคำนวณ มีวิธีการให้คะแนนดังนี้

- 0 หมายถึง ตอบผิด และกระบวนการแก้ปัญหาผิด
- 1 หมายถึง ตอบถูกเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)
- 2 หมายถึง การคำนวณถูกต้อง

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555 ข, หน้า 115-118) กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนน เป็น เครื่องมือที่ช่วยประเมินเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความรู้และการปฏิบัติงานของผู้เรียน ซึ่งสามารถ แยกแยะความสำเร็จในการเรียนหรือคุณภาพการปฏิบัติงานของผู้เรียน โดยต้องมีการกำหนด

มาตรวัดและรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละระดับ/กลุ่มในมาตรวัดไว้อย่างชัดเจน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนอาจจะใช้วิธีการที่เรียกว่า รูบริก (Rubric)

รูบริก (Rubric) คือ ข้อความที่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์คุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนจากระดับที่ยอดเยี่ยม ไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา โดยทั่วไปการให้คะแนนแบบรูบริกมี 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic score) คือ การให้คะแนนผ่านชิ้นงาน โดยดูภาพรวมหรือองค์รวมของชิ้นงานนั้น ตัวอย่างการให้คะแนนแบบภาพรวมทักษะการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 การให้คะแนนแบบภาพรวมของทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะ/ กระบวนการ	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การแก้ปัญหา	4 (ดีมาก)	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมดและอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
	3 (ดี)	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมด แต่อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้บางส่วน ยังไม่ชัดเจน
	2 (พอใช้)	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วนและพยายามอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวแต่ไม่ถูกต้อง
	1 (ปรับปรุง)	- มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาได้บางส่วน แต่ไม่มีการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าว
	0 (ไม่พยายาม)	- ไม่มีร่องรอยการแก้ปัญหา หรือมีร่องรอยการแก้ปัญหาแต่ไม่ถูกต้อง

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) เป็นการวิเคราะห์งานออกเป็นองค์ประกอบย่อยและกำหนดคะแนนสำหรับแต่ละองค์ประกอบรวม ตัวอย่างของการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็นการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการสรุปและตรวจคำตอบ ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน
	1 (ปรับปรุง)	- ไม่เข้าใจปัญหา
การวางแผนการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน
	2 (พอใช้)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	1 (ปรับปรุง)	- วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
การดำเนินการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ปรับปรุง)	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การสรุปและตรวจคำตอบ	3 (ดี)	- มีการสรุปและตรวจคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- มีการสรุปคำตอบ แต่ไม่มีการตรวจคำตอบ
	1 (ปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุป และไม่มีการตรวจคำตอบ

จากเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวมา สรุปได้ว่า มีเกณฑ์การให้คะแนน 2 แบบ คือ 1) การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic score) และ 2) การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นแบบอัตนัย โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score rubric) ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์เกณฑ์การให้คะแนนของริสส์ ชูยแดม และลินควิสต์ (Reys, Suydam & Lindquist, 1995, p. 79) สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 113-114) อัมพร ม้าคอง (2546, หน้า 92-93) ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

สิ่งที่ประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	2	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องและครบถ้วนทั้งหมด
	1	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องและครบถ้วนแต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้องหรือไม่บอก/บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนและบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่บอก/บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้องแต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบได้ถูกต้อง
	0	ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	2	เมื่อระบุนสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	เมื่อระบุนสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
	0	เมื่อระบุนสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน	2	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน
	1	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องแต่คำตอบผิด/แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วนและหาคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง/ไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา แต่ได้เฉพาะคำตอบ
	0	เมื่อไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและไม่ได้คำตอบ
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ	1	ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง (ตัวเลขและหน่วย)
	0	ไม่มีการตรวจสอบคำตอบ/ ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยและแบบปรนัย ซึ่งแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบจะเป็นการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน เพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินการคิดแก้ปัญหาตามวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นปฏิบัติตามแผน และ 4) ขั้นตรวจสอบ ซึ่งเป็นแบบทดสอบจำนวนทั้งหมด 4 ข้อ เพื่อให้สอดคล้องและครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยามาแทรกไว้ในขั้นที่ 4 ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้น สำนวจ ตรวจสอบเพื่อค้นหาคำตอบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และนำองค์ความรู้ที่สร้างนั้นมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนสนใจสงสัย อยากรู้ อยากเห็นเกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนทุกคนร่วมกันศึกษาและทำการทดลอง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูล สืบค้น สำนวจเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อนักเรียนมีข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำวจและค้นหาแล้ว นักเรียนนำข้อมูลมาอธิบายความคิดรวบยอดและสรุปผล
4. ขั้นขยายความรู้ ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ โดยให้นักเรียนทำใบงานที่เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นของปัญหาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร และโจทย์ให้ข้อมูลอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนเชื่อมโยงความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการทราบ โดยการอธิบายให้อยู่ในรูปของสมการที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติตามแผน นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่สอง โดยการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสมการเพื่อหาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการทราบ

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ โดยการตรวจสอบคำตอบที่ได้ย้อนหลัง

5. ขั้นประเมิน ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากแบบฝึกหัดท้ายบทในแต่ละเรื่อง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, หน้า 166) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา

ชนินทร์ชัย อินทிரากรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยภรณ์ (2548, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความสามารถ ความรู้และทักษะ หรือผลของการเรียนการสอน หรือผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ

ราชบัณฑิตยสถาน (2555, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่วัดหรือเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสมประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะหมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Bloom (1956 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบุลย์, 2542, หน้า 97-99) ได้จำแนกประเภทของ วัดอุปสงค์ทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านเจตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

1. พุทธิพิสัย เป็นวัดอุปสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด เป็นการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบ่งเป็น 6 ชั้น ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูงดังนี้

1.1 ความรู้ เป็นความสามารถในการรับรู้และจำเรื่องต่าง ๆ อาจจำแนกย่อยได้เป็น ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์หรือเทอมเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผนข้อตกลง ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ

1.2 ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุป อ้างอิง อธิบาย บรรยายในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ

1.3 การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้ในการ แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

1.4 การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหา องค์ประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ และหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้น และหาหลักการของความรู้นั้นได้

1.5 การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราว เดียวกัน การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นแผนงานหรือกิจกรรมที่จะปฏิบัติ การสังเคราะห์เป็นนามธรรม หรือการสร้างหลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ

1.6 การประเมินค่า เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของ การกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป โดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลัก

2. เจตพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ คุณธรรม หรือ ค่านิยม ความซาบซึ้ง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ทางด้านความรู้สึก การเรียนรู้ด้านเจตพิสัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูงดังนี้

2.1 การรับรู้สิ่งเร้า คือ การที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ แล้ว เกิดความสนใจและรับรู้สิ่งแวดล้อมนั้น โดยที่ผู้เรียนมีความรู้ตัว ตั้งใจ รับรู้ หรือตั้งใจที่ถูกควบคุม ให้รับรู้

2.2 การตอบสนอง เมื่อผู้เรียนได้รับรู้สิ่งแวดล้อม ผู้เรียนเริ่มมีปฏิกิริยาโต้ตอบกับ สิ่งแวดล้อมที่รับเข้ามา มีความตั้งใจที่จะตอบสนอง มีความพึงพอใจในการตอบสนองต่อ สิ่งแวดล้อมนั้น

2.3 การสร้างค่านิยม เมื่อผู้เรียนได้รับรู้และมีปฏิกิริยาโต้ตอบแล้ว ต่อมาเป็นการสร้าง ค่านิยม คือ การยอมรับคุณค่าของสิ่งนั้น มีความพึงพอใจในคุณค่าของสิ่งนั้น และมีความแน่ใจ ผูกพันในค่านิยมนั้น

2.4 การจัดระบบค่านิยม เมื่อผู้เรียนได้สร้างค่านิยมแล้ว ผู้เรียนจะพิจารณาจัดรวบรวม ค่านิยมเหล่านั้นที่มีความสัมพันธ์กันเป็นหมวดหมู่เดียวกัน และจัดเป็นระบบค่านิยม

2.5 การสร้างลักษณะนิสัยตามค่านิยม เป็นการผสมผสานค่านิยมที่สร้างขึ้นจนเป็นลักษณะนิสัยเฉพาะของแต่ละบุคคลจนกลายเป็นความประพฤติ บุคลิกภาพ อุดมคติของชีวิต

3. ทักษะพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับการกระทำอย่างมีทักษะในการดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ มีความสามารถในการใช้วิธีต่าง ๆ ของร่างกายปฏิบัติงานการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติแบ่งออกเป็น 7 ชั้น ซึ่งเรียงลำดับจากชั้นต่ำไปสู่ชั้นสูงดังนี้

3.1 การรับรู้ เป็นขั้นแรกของการเริ่มกิจกรรมใดก็ตาม เป็นการรับรู้โดยการกระตุ้นต่อ โสตประสาทความรู้สึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้แก่ การได้ยินทางหู การเกิดภาพในสมองทางตา การสัมผัสทางมือ การกระตุ้นให้ได้รสทางลิ้น การกระตุ้นให้ได้กลิ่นทางจมูก การกระตุ้นทางกล้ามเนื้อ และเป็นการตัดสินใจว่าจะเลือกสิ่งเร้าใดที่จะตอบสนอง เป็นการแปลความเกี่ยวข้องของสิ่งเร้าและแสดงอาการตอบสนอง

3.2 การเตรียมพร้อมปฏิบัติ เป็นการเตรียมการปรับตัวทั้งทางร่างกาย สมองและอารมณ์ให้พร้อมที่จะทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง การพร้อมทางสมองเป็นการพร้อมในเชิงความคิดที่ต้องมีมาก่อน อาศัยความรู้ที่มีมาก่อนประกอบด้วยพร้อมทางร่างกาย เป็นการจัดทำของร่างกายให้พร้อม และการพร้อมทางอารมณ์เป็นการปรับเจตคติให้เกิดความตั้งใจตอบสนอง

3.3 การตอบสนองตามแนวทางที่ให้ เป็นการแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคนภายใต้คำแนะนำของผู้สอน จำแนกเป็นการเลียนแบบและการลองผิดลองถูก การเลียนแบบเป็นการตอบสนองตามแบบที่ให้ เช่น การแสดงให้ดูแล้วให้ทำตาม การลองผิดลองถูกเป็นความพยายามที่จะตอบสนองในรูปแบบต่าง ๆ

3.4 กลไกในการปฏิบัติ เป็นการสร้างระบบ วิธีการ จากประสบการณ์ความรู้ที่สะสมไว้ เป็นการแสดงออกที่เกิดจากการเรียนรู้จนเป็นนิสัย ผู้เรียนมีความมั่นใจและมีความชำนาญพอที่จะปฏิบัติงานนั้น ๆ ได้

3.5 การตอบสนองที่ซับซ้อน เป็นการแสดงออกที่อาศัยทักษะมาก เพื่อให้สามารถแสดงออกอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ เป็นการตอบสนองโดยไม่ลังเลใจแบบอัตโนมัติ คือใช้เวลาและพลังงานน้อยที่สุด

3.6 การดัดแปลงให้เหมาะสม เป็นการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางร่างกาย ทางสมอง ให้สอดคล้องกับความต้องการในปัญหาแบบใหม่

3.7 การริเริ่มสิ่งใหม่ เป็นการริเริ่มรูปแบบการเคลื่อนไหวใหม่ ๆ ที่เหมาะสมสถานการณ์เฉพาะอย่างหรือปัญหาเฉพาะอย่างโดยไม่เคยทำมาก่อน

Klopfers (n.d. อ้างถึงใน ภพ เลหาท ไพบูลย์, 2542, หน้า 99-110) ได้ศึกษาวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูม แล้วนำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิชา

วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ทั้งเนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ซึ่งวัตถุประสงค์การเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวของคลอปเฟอร์มีดังนี้

1. ความรู้และความเข้าใจ ผู้เรียนอาจได้รับมาจากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ และความเข้าใจวิทยาศาสตร์

1.1 ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง เนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 9 ประเภท คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง

ข้อเท็จจริง เป็นความจริงเฉพาะที่เล็กที่สุดของความรู้ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง และทดสอบซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ หรือคำนิยามศัพท์

1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

มโนคติ หรือความคิดรวบยอด คือ การนำความจริงเฉพาะหลายข้อที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่

1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง

ข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อ สัญลักษณ์ และเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ

1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน

ปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเป็นวงจรชีวิต ซึ่งทำให้สามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง หรือในการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ก็จะมีลำดับขั้นตอนเช่นกัน

1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์

ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้น ต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง ผู้เรียนต้องบอกหมวดหมู่ของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ตามที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดไว้ และสามารถจดจำลักษณะหรือคุณสมบัติซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ได้

1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายใช้กันอยู่มีมากมายหลายวิธี ซึ่งเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้จะเน้นเฉพาะความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เท่านั้น เป็นความรู้ที่ได้รับมาจากการบอกเล่าของครู หรือจากการอ่านหนังสือ ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการบวนการเสาะแสวงหาความรู้

1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์

หลักการ เป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิง ได้จากการนำ โนมตีหลายอันที่มี ความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่ เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล

1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎี หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นแนวคิด หลักที่ใช้อธิบายได้อย่างกว้างขวางในวิชานั้น ๆ

1.2 ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความคิดที่สูงกว่าความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.2.1 การนำความรู้ไปใช้ในสิ่งใหม่

มีความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ คือ สามารถ บรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากรูปแบบที่เคยเรียนมา

1.2.2 การแปลความหมายของความรู้ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของอีก สัญลักษณ์หนึ่ง

มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ โมนตี หลักการ และทฤษฎี ที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การที่ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรม ถึงการมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับการ ศึกษาเรื่องราวของธรรมชาติและสร้างสรรค์แนวความคิดใหม่ ๆ ขึ้นมา ซึ่งกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

2.1 การสังเกตและการวัด การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเข้าไปสำรวจ วัตถุหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยตรง ซึ่งถ้าใช้การสังเกตเพียงอย่างเดียวจะไม่สามารถบอก ปริมาณที่ถูกต้องแน่นอนได้ ต้องใช้ทั้งการสังเกตและการวัดควบคู่กันไป

2.2 การมองเห็นปัญหาและหาทางที่จะแก้ปัญหา การสังเกตและการวัดจะช่วยให้ ผู้เรียนมองเห็นปัญหาต่าง ๆ และหาทางที่จะแก้ปัญหานั้น

2.3 การตีความหมายข้อมูลและการสร้างข้อสรุป ข้อมูลผู้เรียนได้จากการทดลองนั้น เป็นการบันทึกผลของการสังเกตและการวัดต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจะต้องถูกจัดกระทำต่อไป เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณค่าสูงขึ้นในการศึกษาเรื่องนั้น ๆ

2.4 การสร้าง ทดสอบและปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ ก้าวหน้าไป ทำให้ได้ข้อสังเกตและความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทั้งหลายเพิ่มพูนขึ้นเป็นลำดับ ทำให้

ได้กฎเกณฑ์ หลักการและข้อสรุปต่าง ๆ มากขึ้น แต่ในบางครั้งหลักการเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษายังไม่ได้กำหนดชัดเจน หรือบางครั้งผลการศึกษาค้นคว้าใหม่ขัดกับข้อสรุปเดิม ทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่เข้ากันกับข้อเท็จจริงและหลักการต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่องที่ศึกษา แบบจำลองทฤษฎีที่ได้นั้นต้องสามารถที่จะใช้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและหลักการเหล่านั้นได้

3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้นั้น คือ การที่ผู้เรียนใช้ความรู้หรือวิธีการเพื่อจัดการกับปัญหาใหม่ ๆ ที่ไม่เคยพบมาก่อน แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาที่เคยพบหรือทำมาแล้วจะเป็นแค่เพียงความจำไม่ใช่การนำไปใช้ ซึ่งผู้เรียนควรฝึกการแก้ปัญหา 3 ประการดังนี้

3.1 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

3.2 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น

3.3 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา จึงจำเป็นต้องฝึกให้ผู้เรียนได้มีทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการติดตั้งเครื่องมือสำหรับการทดลอง เพื่อให้เกิดความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ ไม่ทำให้เครื่องมือที่ใช้ชำรุดเสียหายไม่เป็นอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น

5. เจตคติและความสนใจ คือ ต้องการให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเกี่ยวกับเจตคติและความสนใจในวิทยาศาสตร์

6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ คือ ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจในวิทยาศาสตร์ เป็นผู้มีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ และชักนำให้ผู้เรียนมีความสนใจในความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม

Robert M. Gagne and Leslie J. Briggs (n.d. อ้างถึงใน สมนึก ภัททิยชนี, 2546, หน้า 27) ได้จำแนกประเภทของจุดมุ่งหมายทางการศึกษาไว้ 5 ด้านดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการเรียนรู้และการคิดในด้านต่าง ๆ และเป็นสมรรถภาพที่ทำให้บุคคลสามารถตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม โดยผ่านทางสัญลักษณ์ที่เป็นภาษา ตัวเลขและสัญลักษณ์อื่น ๆ ซึ่งทักษะทางปัญญาแบ่งออกตามความซับซ้อนเป็น 5 ประเภท คือ

1.1 การจำแนก คือ ความสามารถในการจำแนกความเหมือนหรือความต่างของสิ่งต่าง ๆ

1.2 มโนทัศน์รูปธรรม คือ ความสามารถในการจัดพวกสิ่งต่าง ๆ ตามคุณสมบัติที่เหมือนกันได้

1.3 มโนทัศน์นิยาม คือ ความสามารถในการสาธิตความหมายของประเภทของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้

1.4 กฎ มนุษย์ทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้และปฏิบัติตามกฎในสถานการณ์ต่าง ๆ กฎเป็นตัวคอยควบคุมเพื่อให้มนุษย์สามารถดำเนินชีวิต ปฏิบัติภารกิจ หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ อย่างราบรื่น เช่น การขับรถยนต์ การเล่นเกม การพูดจาสื่อสารกัน เป็นต้น ล้วนแต่ต้องควบคุมด้วยกฎทั้งนั้น

1.5 การแก้ปัญหา คือ สภาพการณ์ที่ผู้เรียนค้นพบการใช้กฎต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาก่อน ร่วมกันในการแก้ปัญหาที่เป็นปัญหาใหม่ เรียกได้ว่าเป็นการใช้กฎที่ซับซ้อน การแก้ปัญหาไม่ได้หมายถึง การนำเอากฎที่ได้เรียนรู้อีกก่อนมาใช้ แต่เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหา เขาระลึกกฎต่าง ๆ ที่เรียนรู้อีกก่อน เพื่อหาทางแก้ปัญหา เขาอาจตั้งสมมติฐานจำนวนหนึ่งและทดสอบสมมติฐานเหล่านั้น เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้ โดยใช้กฎต่าง ๆ ร่วมกัน เขาจะเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ นั่นคือ ได้กฎใหม่ หรือชุดของกฎใหม่ อาจเป็นกฎที่ซับซ้อนมากขึ้น

2. ยุทธศาสตร์ทางความคิด คือ ทักษะทางปัญญาชนิดพิเศษ ซึ่งมีความสำคัญมาก เป็นสมรรถภาพที่ควบคุมการเรียนรู้ ความตั้งใจ การจำ และพฤติกรรมความคิดของบุคคล เป็นกระบวนการทำงานภายในสมอง ทักษะนี้จะเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดของผู้เรียนและแตกต่างจากทักษะทางปัญญา ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมภายนอกคือต้องมีสิ่งภายนอกเป็นสื่อ เช่น การฝึกให้เขียนประโยค เขียนกราฟ การแก้สมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น แต่ในบางขณะการฝึกดังกล่าว นักเรียนบางคนอาจจะใช้กระบวนการคิดที่ต่างจากครูสอน หรือใช้กระบวนการคิดพิเศษซึ่งเป็นการสามารถเฉพาะตัว สิ่งเหล่านี้คือยุทธศาสตร์ทางความคิด

3. สารสนเทศ มนุษย์ทุกคนเรียนรู้สารสนเทศ หรือข้อมูลความรู้จำนวนมหาศาลและสั่งสมไว้ในสมอง ทั้งจากโรงเรียนหรือภายนอกโรงเรียน เช่น จากการอ่านหนังสือ ตำรา หนังสือพิมพ์ ฟังรายการวิทยุ ดูโทรทัศน์ ใช้ระบบสืบค้นด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งการเรียนรู้เกี่ยวกับสารสนเทศมี 3 ประเภทดังนี้

3.1 การเรียนรู้ชื่อ หมายถึง ความสามารถในการจดจำชื่อและบอกชื่อได้

3.2 การเรียนรู้ชื่อเท็จจริง หมายถึง การจดจำชื่อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งชื่อเท็จจริง ก็คือข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชื่อของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

3.3 การเรียนรู้เรื่องราว หมายถึง การเรียนรู้สาระของเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งก็คือความเชื่อมโยงของข้อเท็จจริงที่ได้จัดระบบไว้แล้ว

4. ทักษะการเคลื่อนไหว หมายถึง ความชำนาญในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อหรือการใช้อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ การประสานงานของกล้ามเนื้อและประสาทด้านต่าง ๆ

5. เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ต่อบุคคล และต่อสถานการณ์ โรงเรียนควรสร้างเจตคติด้านการนับถือบุคคลอื่น การร่วมมือกัน การรับผิดชอบ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ต่อวิชา ต่อสังคม

จากการที่นักการศึกษาได้จำแนกวัตถุประสงค์ทางการศึกษา สามารถสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการวัด 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านเจตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ในด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้) ตามแนวคิดของบลูม 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า เนื่องจากการจำแนกวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูมในด้านพุทธิพิสัยได้แบ่งเป็นด้านที่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงเห็นว่าเหมาะที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

3. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 73) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2552, หน้า 165) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ความสามารถถึงระดับมาตรฐานที่ผู้สอนกำหนดไว้ หรือยัง หรือมีความรู้ความสามารถถึงระดับใด หรือมีความรู้ความสามารถดีเพียงไร เมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อน ๆ ที่เรียนด้วยกัน

ชนินทร์ชัย อินทிரากรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกาญจน์ (2548, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ว่าหมายถึง แบบที่จัดไว้เพื่อทดสอบความรู้ ทักษะ ทักษะคิด และความสามารถอื่น

ชวาล แพร์ตกุล (2552, หน้า 74) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจาก ประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากทางโรงเรียนและที่บ้าน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, หน้า 146-147) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ว่าหมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and pencil test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง (Performance test)

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหา สาระและตามจุดประสงค์ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนใน โรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้และทักษะความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาแล้ว ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จะหมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งวัดพฤติกรรม 6 ด้านตามการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาของบลูม ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยพิจารณาให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในเนื้อหา เรื่อง โมเมนตัมและการชน

4. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียน โดยแสดงความรู้ ความคิด และเจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพและมีมาตรฐาน

ศิริชัย กาญจนวาที (2552, หน้า 167-169) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบสอบมาตรฐาน เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบสอบซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปล

ผลเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

1.2 แบบสอบที่ผู้สอนสร้าง เป็นแบบสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและการแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงอาจจำแนกแบบสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ แคลคูลัส สถิติศาสตร์ วิจัยทางสังคมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบสอบความพร้อม เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา/ บทเรียน/ หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ จะได้ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนวิชา/ บทเรียน/ หน่วยการเรียนนั้น

3.2 แบบสอบวินิจฉัย เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญอันเป็นปัญหาของผู้เรียน แบบสอบมุ่งตรวจสอบกลไก องค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหของการเรียนรู้ตรงจุดไหน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม

3.3 แบบสอบสมรรถภาพ เป็นแบบสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา การสอบความสามารถทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นต้น

3.4 แบบสอบเชิงสำรวจ เป็นแบบสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ แบบสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่ผู้มาได้จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยตนเอง

4.2 แบบสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้ หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบสอบประเภทเสนอคำตอบ

5.1.1 แบบสอบความเรียง

- แบบสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ

- แบบสอบความเรียงจำกัดคำตอบ

5.1.2 แบบสอบแบบตอบสั้น

5.1.3 แบบสอบแบบเติมคำ

5.2 แบบสอบประเภทเลือกคำตอบ

5.2.1 แบบสอบแบบถูก-ผิด

5.2.2 แบบสอบแบบจับคู่

5.2.3 แบบสอบแบบหลายตัวเลือก

ชวาล แพรัตกุล (2552, หน้า 74-75) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ข้อสอบ ข้อปัญหา และ โจทย์ข้อคำถามต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้นใช้เอง ข้อสอบชนิดนี้ครูสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสภาพและเหตุการณ์ได้ และใช้เป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานความรู้เดิม วัดความองงามในการเรียนการสอน วัดดูความบกพร่องเพื่อจัดสอนซ่อมแซม วัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ เป็นต้น

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานตรงวิธีดำเนินการและวิธีการแปลคะแนน

สมนึก ภักดิ์ทิษณี (2546, หน้า 73-97) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 2 ประเภท คือ 1) แบบทดสอบที่ครูสร้าง และ 2) แบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบคือ

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง
2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด
3. ข้อสอบแบบเติมคำ
4. ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ
5. ข้อสอบแบบจับคู่
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงคุณภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ ความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนเคยเรียนมาแล้ว ซึ่งมีทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองและแบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ในด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้) ตามแนวคิดของบลูม 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า ในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน ดังนั้นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงหมายถึง เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ในเนื้อหาเรื่อง โมเมนตัมและการชน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ซึ่งวัดพฤติกรรมทั้งหมด 6 ด้านตามแนวคิดของบลูม ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้าน

การวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า โดยพิจารณาให้สอดคล้องและครอบคลุม กับจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง โมนเมนต์และการชน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ

อาชิ คราแม (2558) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อริษา อินทอง (2557) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคโพลยา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคโพลยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรียาภรณ์ เกลาเกลี้ยง (2556) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดการสอน เรื่องความน่าจะเป็น ที่สอนโดยใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาตามรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนเรื่องความน่าจะเป็น ที่สอนโดยใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหามรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิวรรตน์ สีมา (2555) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ

ร่วมมือกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารระคน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคลร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประทุมพร บุญมาวงษา (2558) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับการเรียน แบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมปอง เรืองสมสมัย (2556) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ (SEs) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SEs) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฐาปนีย์ อัยวรรณ (2555) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้รูปแบบการจัดการ เรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (SEs) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ สืบเสาะหาความรู้ (SEs) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ไพริน ขุนเพชร (2554) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชา คณิตศาสตร์ตามวิธีการสอนของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านชาย คลอง จังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

พิชญภา สีนามะ (2557) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดย ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมี ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Baker (1992) ได้ทำการศึกษาผลการสอนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ที่มี ความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยใช้วิธีวาดภาพและใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ขั้นวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นดำเนินการ ตามแผนและขั้นตรวจสอบ ซึ่งในกลุ่มทดลองจะให้นักเรียนใช้วิธีการวาดภาพช่วยในการแก้โจทย์ ปัญหา ผลการวิจัยพบว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการสอน ไม่แตกต่างกันแต่ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนและกลุ่มทดลองมีการใช้วิธีการ วาดภาพในการแสดงข้อมูลที่โจทย์กำหนดได้มากขึ้นกว่าก่อนได้รับการสอน

Selcuk, Caliskan, and Erol (2008) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนสาขา การศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 37 คน กลุ่มทดลองจะได้รับการ เสริมกระบวนการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในแก้ โจทย์ปัญหาและแบบประเมินทักษะการดำเนินการในการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ความเข้าใจ ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและการตรวจสอบผลลัพธ์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและทักษะในการดำเนินการแก้โจทย์ ปัญหา 4 ขั้นตอนหลังได้รับการสอน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ เทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน สามารถส่งเสริมและพัฒนาให้ดีขึ้นได้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ เทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา ไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ในเรื่อง โมเมนตัม และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 81 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถของผู้เรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 41 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research) โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design (ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 142) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
O ₁	X	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

O₁ แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

O₂ แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหา

ของโพลยา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา เรื่อง โมเมนต์และการชน
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนต์และการชน
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนต์และการชน

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา เรื่อง โมเมนต์และการชน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแสนสุข โดยกำหนดเนื้อหาในเรื่อง โมเมนตัมและการชน ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
1. อธิบาย โมเมนตัมและความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โมเมนตัม	1. อธิบายความหมายของโมเมนตัมได้	17	2
		2. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัมได้		
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การดล	3. อธิบายความหมายของการดลได้	16	2
		4. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดลได้		
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แรงดล	5. อธิบายความหมายของแรงดลได้	17	2
		6. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดลได้		

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	
2. อธิบายการชน ของวัตถุ กฎ การอนุรักษ์ โมเมนตัมและ วิเคราะห์ การชนกัน ของวัตถุ	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	1. อธิบายความหมายของ กฎการอนุรักษ์ โมเมนตัมได้	16	2	
		2. คำนวณหาปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ กฎการอนุรักษ์ โมเมนตัมได้			
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การชนใน 1 มิติ แบบ ยืดหยุ่น	3. อธิบายความหมายของ การชนใน 1 มิติ แบบ ยืดหยุ่นได้	16	2	
		4. คำนวณหาปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การชนใน 1 มิติ แบบ ยืดหยุ่นได้			
		แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การชนใน 1 มิติ แบบไม่ ยืดหยุ่น	5. อธิบายความหมายของ การชนใน 1 มิติ แบบ ไม่ยืดหยุ่นได้	16	2
			6. คำนวณหาปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การชนใน 1 มิติ แบบ ไม่ยืดหยุ่นได้		
รวม			100	12	

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้

ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน จำนวน 6 แผน ซึ่งรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ประกอบด้วย

- 1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้
- 1.4.2 สาระสำคัญ
- 1.4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.4.4 สาระการเรียนรู้
- 1.4.5 ชิ้นงาน/ ภาระงาน
- 1.4.6 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้
 - 1.4.6.1 ขั้นสร้างความสนใจ
 - 1.4.6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา
 - 1.4.6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
 - 1.4.6.4 ขั้นขยายความรู้ โดยในขั้นขยายความรู้นี้จะมีการใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาเข้ามามีส่วนร่วมในการสอนด้วย ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้
 - 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา
 - 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา
 - 3) ขั้นปฏิบัติตามแผน
 - 4) ขั้นตรวจสอบ
 - 1.4.6.5 ขั้นประเมินผล
- 1.4.7 อุปกรณ์/ สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้
- 1.4.8 การวัดและประเมินผล
- 1.4.9 บันทึกหลังการสอน

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบรายละเอียดของแผน ความถูกต้อง ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ และการวัดและประเมินผล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม และรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนนดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

และมีเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102-103)

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

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมจะต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.45-4.64

1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1.7.1 ระบุเวลาในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจน

1.7.2 เพิ่มคำอธิบายประกอบการทำกิจกรรม

1.7.3 เพิ่มการแสดงตัวอย่างของการแก้โจทย์ปัญหาในชั้นขยายความรู้ที่แทรกเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาให้สอดคล้องกับเนื้อหาตามเรื่องนั้น ๆ

1.7.4 แยกอุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ให้ชัดเจน

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และยังไม่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนมาก่อน จำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ เพื่อที่จะนำไปใช้สอนจริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน
ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง
โมเมนตัมและการชน ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่มีผู้สร้างไว้แล้ว และ
ศึกษาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยารวมทั้งปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อเป็นข้อมูลประกอบ
การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในการวิจัยครั้งนี้

2.2 ศึกษารายละเอียดของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และเนื้อหาที่จะนำไป
สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

2.3 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
เป็นแบบอัตนัย

2.4 กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบให้สอดคล้องกับ
เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบของ
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ ทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ ที่ใช้จริง
โมเมนตัมและ การดล	นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัมได้ นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การดลได้	2	1
แรงดล	นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงดลได้	2	1
กฎการอนุรักษ์ โมเมนตัมและ การชนใน 1 มิติ	นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัมได้	2	1
แบบยืดหยุ่น	นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่นได้		

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ ทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ ที่ใช้จริง
กฎการอนุรักษ์ โมเมนตัมและ การชนใน 1 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่น	นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัมได้ นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการชนใน 1 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่นได้	2	1
	รวม	8	4

2.5 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ

2.6 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบแยกองค์ประกอบ ซึ่งผู้วิจัยสังเคราะห์เกณฑ์การให้คะแนนของรีส์ ชุยแควม และลินควิสต์ (Reys, Suydam, Lindquist, 1995, p. 79) สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 113-114) อัมพร ม้าคอง (2546, หน้า 92-93) ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

สิ่งที่ประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	2	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องและครบถ้วนทั้งหมด
	1	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องและครบถ้วนแต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้องหรือไม่บอก/ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนและบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่บอก/ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้องแต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

สิ่งที่ประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	0	ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบได้หรือไม่เขียนตอบ
	2	เมื่อระบุนสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	เมื่อระบุนสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน	0	เมื่อระบุนสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนตอบ
	2	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน
	1	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องแต่คำตอบผิด/ แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วนและหาคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง/ ไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา แต่ได้เฉพาะคำตอบ
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ	0	เมื่อไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและไม่ได้คำตอบ
	1	ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง (ตัวเลขและหน่วย)
	0	ไม่มีการตรวจสอบคำตอบ/ ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง

2.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วปรับปรุงแก้ไข

2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไข แล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถาม แล้วนำไปตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดหรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ แล้วนำไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น

โดยคัดเลือกข้อสอบเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 269) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง โดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และปรับปรุงแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับแก้ข้อคำถามข้อที่ 1 ให้มีความชัดเจนมากขึ้น

2.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชน มาแล้ว จำนวน 40 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มาตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.11 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอันดับของวิทนีย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 308) และเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจ (D) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 92-94)

2.12 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .50-.72 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .23-.40 และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 288) โดยแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .66

2.13 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบจำแนกตาม ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม	ต้องการจริง
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	ประเมินค่า		
1. โมเมนตัม	1. บอก/ อธิบาย ความหมาย ของโมเมนตัม ได้	2(1)	2(1)	2(1)	-	2(1)	-	8	4
	2. คำนวณหา ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ โมเมนตัมได้	-	-	2(1)	-	-	-	2	1
2. การดล	3. บอก/ อธิบาย ความหมาย ของการดลได้	2(1)	2(1)	-	-	-	-	4	2
	4. คำนวณหา ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การดลได้	-	-	2(1)	-	-	-	2	1

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม	ต้องการจริง
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	ประเมินค่า		
3. แรงดล	5. อธิบาย ความหมาย ของแรงดลได้	-	-	-	2(1)	-	2(1)	4	2
	6. คำนวณหา ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ แรงดลได้	-	-	4(2)	-	-	-	4	2
4. กฎการ อนุรักษ์ โมเมนตัม	7. บอก ความหมาย ของกฎ การ อนุรักษ์ โมเมนตัม ได้	2(1)	-	-	-	-	-	2	1
	8. คำนวณหา ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ กฎ การอนุรักษ์ โมเมนตัม ได้	-	-	2(1)	-	-	-	2	1
5. การชนใน 1 มิติ แบบ	9. บอก/ อธิบาย ลักษณะของ การชนกัน ใน 1 มิติ แบบ	2(1)	-	2(1)	-	-	-	4	2

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม	ต้องการจริง
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	ประเมินค่า		
ยึดหยุ่น	ยึดหยุ่นได้								
	10. คำนวณหา ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การชนกันใน 1 มิติ แบบ ยึดหยุ่นได้	-	-	2(1)	-	-	-	2	1
	6. การชน ใน 1 มิติ แบบไม่ ยึดหยุ่น	2(1)	-	-	-	-	-	2	1
	11. บอกลักษณะ ของการชน กันใน 1 มิติ แบบไม่ ยึดหยุ่นได้								
	12. คำนวณหา ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การชนกันใน 1 มิติ แบบไม่ ยึดหยุ่นได้	-	-	4(2)	-	-	-	4	2
	รวม	10 (5)	4 (2)	20 (10)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	40	20

หมายเหตุ ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่ต้องการจริง
ตัวเลขที่ไม่ได้อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตาราง
วิเคราะห์ข้อสอบ

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบพิจารณาความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และ
พฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำ
ข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไป
เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อ
คำถาม และความครอบคลุมของข้อคำถาม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อ
วัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดหรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการพิจารณาความคิดเห็น
ของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ แล้วนำไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น

โดยคัดเลือกข้อสอบเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป
(ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 269) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง โดยแบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบแต่ละ
ข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 และปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ตาม
ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญโดยตรวจสอบความถูกต้องของหน่วยที่ปรากฏในข้อคำถามข้อที่ 9
และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในข้อ 33

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง
แล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชน มาแล้ว
จำนวน 40 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์มาตรวจให้คะแนน โดยให้
1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด/ ไม่ตอบ หรือตอบเกิน
1 ตัวเลือก

3.9 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (P)
และค่าอำนาจจำแนก (B) โดยวิธีดัชนี B (B-Index) ที่เสนอโดยเบรนแนน (Brennan) (สมบัติ

ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 107) และเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 92-94)

3.10 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .25-.63 และมีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .20-.69 และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 110) ที่มีค่าคะแนนจุดตัดเท่ากับ 14 คะแนน ซึ่งคิดจากร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) โดยแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .88

3.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว
3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาด้วยตนเอง ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ (ฉบับเดิม) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1)
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา ก่อนเรียนและ

หลังเรียน โดยใช้การทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) (ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 128)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307) คือ

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

2.1.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรรคำ, 2559, หน้า 269)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2 หาความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยคำนวณหาค่าดัชนีความยากง่ายของข้อสอบอัตรณ์ จากสูตรของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney and Sabers) (ไพศาล วรรคำ, 2559, หน้า 299)

$$P = \frac{S_H + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าดัชนีความยากง่าย
	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

2.1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ไพศาล วรรค้ำ, 2559, หน้า 308)

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

2.1.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ไพศาล วรรค้ำ, 2559, หน้า 288)

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	S_i^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมของเครื่องมือ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

2.2.1 หากความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 269)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2.2 หากความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 84)

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

เมื่อ	P	แทน	ระดับความยาก
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

2.2.3 หากค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ โดยวิธีดัชนี B (B-Index) ที่เสนอโดยเบรนแนน (Brennan) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 107)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนรอบรู้ตอบถูก

L	แทน	จำนวนไม่รอบรู้ตอบถูก
N ₁	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
N ₂	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

2.2.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฟิสิกส์ โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 110)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ	r _{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	X _i	แทน	คะแนนของผู้สอบแต่ละคน
	k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	C	แทน	คะแนนจุดตัดที่มีค่าเท่ากับ 14 คะแนน ซึ่งคิดจากร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 349)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}} \quad \text{และ} \quad df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร
	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ใช้สถิติการทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน (สม โภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 116)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad \text{และ } df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่
	D	แทน	ค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การสอบก่อน-หลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง คะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยจึงขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเสนอผลการวิจัยดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t-test
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาก่อนเรียนและ

หลังเรียน และตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ตามลำดับดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	\bar{X}	SD	t	p
หลังเรียน	41	28	19.6	20.51	3.257	1.794*	.04

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-1 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.51 คิดเป็นร้อยละ 73.25 ซึ่งเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาก่อนเรียนและหลังเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยามาเปรียบเทียบกัน ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-2 และตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มทดลอง	n	\bar{X}	SD	t	p
ก่อนเรียน	41	7.73	2.470	16.190*	.000
หลังเรียน	41	14.56	1.831		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.73 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.56 ซึ่งเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ตารางที่ 4-3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ตามรายจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา
ก่อนเรียนและหลังเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความต่าง ร้อยละ
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	
1. บอก/ อธิบายความหมายของโมเมนต์ได้	2.56	0.48	3.44	0.35	21.95
2. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโมเมนต์ได้	0.66	0.48	0.98	0.16	31.71
3. บอก/ อธิบายความหมายของการคลได้	0.88	0.50	1.56	0.42	34.15
4. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การคลได้	0.34	0.48	0.93	0.26	58.54
5. อธิบายความหมายของแรงคลได้	0.54	0.45	1.15	0.50	30.49
6. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ แรงคลได้	0.44	0.42	1.29	0.48	42.68
7. บอกความหมายของกฎการอนุรักษ์ โมเมนต์ได้	0.24	0.43	0.66	0.48	41.46
8. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ กฎการอนุรักษ์โมเมนต์ได้	0.15	0.36	0.90	0.30	75.61
9. บอก/ อธิบายลักษณะของการชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่นได้	0.63	0.47	1.24	0.49	30.49
10. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่นได้	0.32	0.47	0.56	0.50	24.39
11. บอกลักษณะของการชนใน 1 มิติ แบบ ไม่ยืดหยุ่นได้	0.22	0.42	0.63	0.49	41.46
12. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การชนใน 1 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่นได้	0.76	0.49	1.22	0.49	23.17

จากตารางที่ 4-3 เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ตามรายจุดประสงค์ การเรียนรู้พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 3 ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	\bar{X}	SD	t	p
หลังเรียน	41	20	14	14.56	1.831	1.962*	.0285

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 14.56 คิดเป็นร้อยละ 72.81 ซึ่งเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 41 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผน รวม 12 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .50-.72 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .23-.40 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .66 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .25-.63 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20-.69 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .88 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) และการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test) โดยมีแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design)

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาที่ใช้ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาเข้ามาแทรกในชั้นที่ 4 ขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบขั้นตอน โดยมีกระบวนการดังนี้ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะพิจารณาและบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ และโจทย์ต้องการให้เราทำอะไร 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา หลังจากนักเรียนทราบแล้วว่าโจทย์ต้องการให้ทำอะไรและเรามีข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้แล้ว ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะพิจารณาและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ให้หาว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร โดยการอธิบายให้อยู่ในรูปของสมการที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาที่เราต้องการหาคำตอบ 3) ขั้นปฏิบัติตามแผน ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้จากขั้นตอนที่แล้ว โดยการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสมการ เพื่อหาคำตอบของตัวแปรที่ต้องการหาคำตอบ และ 4) ขั้นตรวจสอบ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับคำตอบที่ได้ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนที่ได้กล่าวมานั้น จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของปรีชา เนาว์เย็นผล (2538, หน้า 78-79) ที่กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนของครูที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา จะช่วยให้นักเรียนเกิดแนวความคิดในการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาที่กำหนดให้ และส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา ช่วยให้เกิดแนวความคิดในการหาวิธีการในการแก้ปัญหาตามลำดับขั้น ส่งเสริมให้ได้พัฒนาความสามารถในการลงมือทำตามแผน ซึ่งจะเป็นการพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การวิเคราะห์ และสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินการตามแผนเพื่อหาคำตอบ และส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เพื่อเป็นการช่วยย้ำให้นักเรียนมีความรอบคอบ

นอกจากนี้หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของ โพลยาเสร็จแล้วทุกครั้ง ผู้วิจัยจะให้แบบฝึกหัดนักเรียนกลับไปทำทุกครั้ง เพื่อเป็นการให้นักเรียน ได้ฝึกและทบทวนการแก้โจทย์ปัญหาในเนื้อหานั้น ๆ ให้ได้อย่างคล่องแคล่วขึ้น และผลจากการที่ ให้นักเรียนได้ฝึกทำแบบฝึกหัดทุกครั้งหลังจากที่เรียนเสร็จ จะช่วยทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ และแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบขั้นตอนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของสิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 14) ที่กล่าวว่า ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอจะทำให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงส่งผลทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัย ของอรพินท์ ชื่นชอบ (2549, หน้า 59) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวาง ฟิสิกส์ ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหตามเทคนิคของ โพลยา มีความสามารถในการแก้ปัญหาวางฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาวางฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลการวิจัยของพิชญภา สีนามะ (2557, หน้า 76) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถ ในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของอาชิ ดรามาแม (2558, หน้า 88) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ของโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไป

ตามสมมติฐานข้อที่ 2 และข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา เป็นการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง จนเกิดความรู้ความเข้าใจ ซึ่งการที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองนั้น จะทำให้นักเรียนเข้าใจและจดจำองค์ความรู้ที่ได้ในระยะยาว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ ไม่ว่าจะเป็สถานการณ์จริงหรือสถานการณ์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ครูกำหนดขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่ชัดเจนและถูกต้องก็จะส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนด้วย ซึ่งการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะทำให้นักเรียนจดจำความรู้ได้นานขึ้น อีกทั้งการค้นพบด้วยตนเองยังเป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ และช่วยพัฒนาอัตรานิสัยแก่นักเรียน (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545, หน้า 73) นอกจากนี้การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาคำตอบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นานขึ้น สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ 2546, หน้า 142) นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา เป็นการนำขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน ซึ่งได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นปฏิบัติตามแผน และ 4) ขั้นตรวจสอบมาแทรกในชั้นขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งในชั้นขยายความรู้ที่จะต้องนำเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยามาใช้ร่วมด้วยนั้น นอกจากนักเรียนจะได้ฝึกการคิดคำนวณแล้ว นักเรียนยังได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาอีกด้วย และจากการที่นักเรียนได้ใช้เทคนิคของโพลยาอย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบขั้นตอน และช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิด วิเคราะห์โจทย์ปัญหา แสดงวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบด้วยตัวเองได้ ซึ่งเมื่อนักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ดีจึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงขึ้นและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นด้วย สอดคล้องกับผลการวิจัยของอรพินท์ ชื่นชอบ (2549, หน้า 59) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ สอดคล้องกับผลการวิจัยของอาชิ ดราแม (2558, หน้า 88) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแก้โจทย์

ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนนั้น ครูควรเน้นขั้นปฏิบัติตามแผนและขั้นตรวจคำตอบ เนื่องจากขั้นปฏิบัติตามแผนเป็นขั้นที่นักเรียนผิดพลาดในส่วนของกำนวนได้บ่อย และในขั้นของการตรวจสอบก็พบว่านักเรียนลืมที่จะตรวจสอบคำตอบบ่อยมาก ดังนั้นครูจึงต้องฝึกการคำนวณควบคู่ไปกับการแก้โจทย์ และคอยชี้ให้นักเรียนตรวจคำตอบจนเคยชิน

1.2 ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ครูควรฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์วิธีการดำเนินการที่ใช้ในการแก้ปัญหาคด้วยโจทย์ที่หลากหลายมากขึ้น เนื่องจากโจทย์ฟิสิกส์เป็นโจทย์ที่ยากและซับซ้อน และบางครั้งต้องอาศัยการวิเคราะห์ถึงวิธีที่จะใช้ดำเนินการในการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งวิธีขึ้นไป

1.3 สำหรับตัวอย่างโจทย์ปัญหาฟิสิกส์สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสภาพของผู้เรียน เช่น ถ้าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ที่ดีในระดับหนึ่ง ครูก็อาจจะใช้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่มีความซับซ้อนของคำถามขึ้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคนที่ทำได้ยากลองทำ แต่ถ้าผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้อ่อนถึงปานกลางอาจจะใช้โจทย์ที่ไม่ค่อยมีความซับซ้อนของคำถามมากนัก และในระหว่างเรียนผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจที่อยากจะแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ตามเทคนิคของโพลยา

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือมาใช้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เนื่องจากในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในขั้นที่ 4 ขยายความรู้ โดยแทรกเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการปรึกษาและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันระหว่างนักเรียนที่รู้กับนักเรียนที่ไม่รู้

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาในเนื้อหาฟิสิกส์อื่น ๆ เพื่อฝึกให้นักเรียนมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง

2.3 ควรใช้แบบแผนการทดลองแบบอื่น ๆ โดยอาจทำกับนักเรียนหลายกลุ่มแล้วเปรียบเทียบวิธีการจัดการเรียนรู้ หรืออาจจะวัดผลเป็นระยะ ๆ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง เพื่อการพัฒนาการ และเพื่อให้ผลการวิจัยครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างให้กว้างขึ้น และมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

2.4 ควรมีการศึกษาตัวแปรตามตัวอื่น ๆ นอกเหนือจากความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ หรือเจตคติต่อเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา เป็นต้น เนื่องจากเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยานี้มีความเหมาะสมกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ที่เป็นระบบและเป็นลำดับขั้นตอนแล้วนั้น จะมีผลต่อพฤติกรรมของนักเรียนในด้านอื่น ๆ อีกหรือไม่ อย่างไร

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- คงนิตา เคนนิยม และสุวิมล จรุงโสตร์. (2553, กันยายน-ตุลาคม). กิจกรรมเสริมประสบการณ์ สำหรับนักเรียนผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. *นิตยสาร สสวท*, 38(168), 21-24.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544)*. กรุงเทพฯ: อรรถพลการพิมพ์.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยภรณ์. (2548). *ปทานุกรมศัพท์การศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับแก้ไขปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: จำไทยเพลส.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วิญญูการปก.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2551). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ = Inquiry-based teaching and learning. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 11(1), 39-42.
- ฐาปนี อัยวรรณ. (2555). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ร่างกายมนุษย์ โดยใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es)*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทิตนา เขมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 13)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- ประทุมพร บุญมาวงษา. (2558). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้คู่มือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัย และพัฒนาการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรียาภรณ์ เกลาเกลี้ยง. (2556). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดการสอน เรื่องความน่าจะเป็น ที่เน้นยุทธวิธีการแก้ปัญหาตามรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พงษ์ศักดิ์ ของดี. (2559, 15 กุมภาพันธ์). ครู. สัมภาษณ์.
- พิชญภา สีนามะ. (2557). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์รี่ส์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ไพริน ชุนเพชร. (2554). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามวิธีการสอนของโพลยาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านชายคลอง จังหวัดสงขลา*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไพศาล วรคำ. (2559). *การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. มหาสารคาม: ดักสิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- รศนา อัชชะกิจ. (2539). *กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). *เทคนิคการสร้างข้อสอบความถนัดทางการเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2544). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 7). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- วิวรรตน์ สีมา. (2555). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารระคน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ศูนย์เครือข่ายสถานศึกษาดำบลหนองสนม. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.*
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2555 ก). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอนและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2555 ข). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ชลบุรี: ภาควิชาการจัดการเรียนรู้, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ Learning management*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สกุล มูลแสดง. (2554). *สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2558*. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th/>.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 1*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ.ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ม.ป.ป.). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมนึก กัททิษณี. (2546). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กทม. : ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2555). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมปอง เรืองสมสมัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดทรงธรรม จังหวัดสมุทรปราการ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 6). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2546). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อริษา อินทอง. (2557). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

- อรนุช ลิมตศิริ. (2556). *หลักสูตรและการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6).
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อรพินท์ ชื่นชอบ. (2549). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของ โพลยา*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาชี ตราแม. (2558). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เอกวิทย์ ดวงแก้ว. (2558). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Baker, D. E. (1992). The effect of metacognitive on mathematics problem solve. Doctoral Dissertation, The Pennsylvania State University. *Dissertation Abstracts International*. 53-08: 2762-A.
- Charles, R., & Lester, F. K. (1982). *Teaching problem solving what why & how*. Palo Alto, California: Dale Semour Publications.
- Krulik, S., & Rudnick. J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Boston: Allyn and Bacon.
- Polya, G. (1957). *How to solve it* (2nd ed.). New York, Doubleday & Company.
- Reys, R. E., Suydam, M. N., & Lindquist, M. M. (1995). *Helping children learn mathematics* (4th ed). Boston: Allyn and Bacon.

Selcuk, G. S., Caliskan, S., & Erol, M. (2008). *The effects of problem solving instruction on physics achievement, problem solving performance and strategy use. Lat Am J Phys Educ Vol 2: 151-166.*

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผศ.ดร.สม โภชน์ อเนกสุข
อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยา
ประยุกต์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
2. ผศ.ดร.นพมณี เชื้อวัชรินทร์
อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้
มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
3. นายพงษ์ศักดิ์ ของงดี
ครูชำนาญการ ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5
โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
4. นายสมวงศ์ จงกลาง
ครูชำนาญการพิเศษ ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
5. นายโอภาส สถิตย์เสถียร
ครูชำนาญการ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว.๒๕๓

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้ําโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวธันยรัตน์ พลเยี่ยม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.สร้อย ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘-๓๘๕๖-๕๑๖๓

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/๕๖๘

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๓ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนแสนสุข
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวธันยรัตน์ พลเยี่ยม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา” ในความควบคุมดูแลของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๔ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๑๖ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ รักษาการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘-๓๘๕๖-๕๑๖๗

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/๕๗๐

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๓ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนแสนสุข

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวธันยรัตน์ พลเยี่ยม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา” ในความควบคุมดูแลของ ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเอง ระหว่างวันที่ ๒๐ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ ถึงวันที่ ๒๔ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘-๓๘๕๖-๕๑๖๗

ภาคผนวก ข

- ตารางแสดงการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

**การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา**

ตารางที่ ข-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	5	4	4	5	4	4.40	0.55	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	4	4	5	4	4.20	0.45	มาก
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	3	4	4	4	4.00	0.71	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.45	0.48	มาก

ตารางที่ ข-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การดล

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	4	5	4	4.40	0.55	มาก
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4	4	4.20	0.55	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	4	5	4	4.40	0.55	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	3	4	4	5	4.20	0.84	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.55	0.52	มากที่สุด

ตารางที่ ข-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงดล

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	4	5	4	4.40	0.55	มาก
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 ไร้ความสนใจของผู้เรียน	5	3	4	4	4	4.00	0.71	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.55	0.51	มากที่สุด

ตารางที่ ข-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง กฎการอนุรักษ์
โมเมนตัม

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	5	4	4	5	4	4.40	0.55	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	5	4	4	4	5	4.40	0.45	มาก
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.45	มากที่สุด
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 ไร้ความสนใจของผู้เรียน	5	3	4	4	4	4.00	0.71	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.53	0.52	มากที่สุด

ตารางที่ ข-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การชนใน 1 มิติ
แบบยี่ดหุน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	5	4	4	5	4	4.40	0.55	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	3	4	4	5	4.20	0.84	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.64	0.51	มากที่สุด

ตารางที่ ข-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การชนใน 1 มิติ
แบบไม่ยืดหยุ่น

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	5	4	4	5	4	4.40	0.55	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	3	4	4	5	4.20	0.84	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.64	0.51	มากที่สุด

ตารางที่ ข-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.45	0.48	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.55	0.52	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.55	0.51	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.53	0.52	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	4.64	0.51	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	4.64	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.56	0.51	มากที่สุด

**การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์**

ตารางที่ ข-8 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
4	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D)
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ตารางที่ ข-9 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ข้อที่	P	D
1	0.33	0.40
2*	0.54	0.33
3	0.45	0.30
4*	0.50	0.40
5	0.47	0.13
6*	0.53	0.35
7	0.38	0.20
8*	0.72	0.23

* หมายถึง ข้อสอบที่คัดเลือก

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง
โมเมนตัมและการชน คือ .66

**การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์**

ตารางที่ ข-10 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
4	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
5	+1	0	0	+1	+1	0.6	ใช้ได้
6	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้
7	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
8	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
13	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
14	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
17	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
18	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
19	+1	0	0	+1	+1	0.6	ใช้ได้
20	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

ตารางที่ ข-10 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
25	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
33	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ตารางที่ ข-11 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ข้อที่	P	B	ข้อที่	P	B
1*	0.40	0.69	21	0.48	0.14
2	0.80	0.23	22*	0.55	0.51
3*	0.63	0.43	23*	0.33	0.54
4	0.35	0.29	24	0.15	0.51
5	0.53	0.31	25*	0.43	0.43
6*	0.53	0.54	26	0.90	0.11
7*	0.58	0.49	27	0.23	0.43
8	0.55	0.29	28*	0.33	0.54
9	0.93	0.09	29*	0.63	0.43
10*	0.60	0.23	30	0.35	0.06
11*	0.63	0.20	31*	0.35	0.51
12	0.15	0.06	32	0.10	0.34
13	0.58	0.26	33*	0.48	0.37
14*	0.45	0.63	34	0.35	0.29
15*	0.58	0.26	35*	0.48	0.60
16	0.35	0.06	36	0.33	0.09
17	0.50	0.11	37*	0.40	0.46
18*	0.25	0.63	38	0.25	0.63
19	0.43	0.20	39*	0.48	0.37
20*	0.40	0.46	40	0.33	0.09

* หมายถึง ข้อสอบที่คัดเลือก

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและ
การชน คือ .88

**คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา**

ตาราง ข-12 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียน

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์				คะแนนรวม (28)
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	
1	6	4	6	5	21
2	6	4	4	1	15
3	6	4	6	2	18
4	6	7	5	6	24
5	6	4	6	2	18
6	7	3	6	7	23
7	6	4	6	7	23
8	7	7	5	6	25
9	5	4	4	3	16
10	4	3	6	2	15
11	7	6	6	6	25
12	6	5	4	3	18
13	4	4	4	3	15
14	5	7	7	7	26
15	6	4	6	3	19
16	5	4	2	3	14
17	6	4	5	5	20
18	5	4	5	7	21
19	5	4	5	6	20
20	6	5	5	7	23
21	7	4	6	7	24

ตาราง ข-12 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์				คะแนนรวม (28 คะแนน)
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	
22	6	5	7	7	25
23	6	3	6	4	19
24	4	6	6	7	23
25	5	4	5	6	20
26	4	4	5	4	17
27	5	3	4	6	18
28	6	4	5	7	22
29	6	7	7	7	27
30	6	5	4	5	20
31	6	4	5	4	19
32	6	7	6	6	25
33	5	3	5	6	19
34	6	5	5	5	21
35	5	4	5	4	18
36	7	5	5	4	21
37	7	5	6	5	23
38	7	4	5	6	22
39	6	4	4	5	19
40	6	4	5	5	20
41	7	4	5	4	20
คะแนนเฉลี่ย					20.51

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง ข-13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)	เลขที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)
1	8	15	22	12	17
2	5	14	23	12	16
3	10	12	24	7	12
4	7	16	25	6	13
5	10	13	26	7	16
6	7	14	27	6	14
7	11	12	28	8	15
8	10	15	29	7	18
9	7	15	30	2	15
10	8	12	31	6	16
11	1	11	32	5	13
12	7	18	33	8	17
13	6	14	34	7	15
14	7	13	35	8	16
15	11	17	36	8	13
16	8	15	37	8	16
17	13	14	38	9	16
18	8	15	39	9	17
19	9	12	40	4	14
20	8	13	41	11	16
21	6	12	เฉลี่ย	7.73	14.56

ตาราง ข-14 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่
 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา
 หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว
 (One sample t-test)

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	41	20.51	3.257	.509

One-Sample Test

	Test Value = 19.6					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Posttest	1.794	40	.080	.912	-.12	1.94

ตาราง ข-15 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test)

Paired-Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Pretest	7.732	41	2.4701	.3858
Posttest	14.561	41	1.8310	.2859

Paired-Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Pretest & Posttest	41	.239	.133

Paired-Samples Test

	Paired-Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Pretest- Posttest	-6.8293	2.7009	.4218	-7.6818	-5.9767	-16.190	40	.000

ตาราง ข-16 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test)

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	41	14.561	1.8310	.2859

One-Sample Test

	Test Value = 14					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Posttest	1.962	40	.057	.5610	-.017	1.139

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชา ฟิสิกส์ 2 (ว 30201)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 2/2559
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 โมเมนตัมและการชน	เวลา 100 นาที
เรื่อง โมเมนตัม	ผู้สอน นางสาวชั้นยรัตน์ พลเยี่ยม

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายโมเมนตัม และความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป

2. สาระสำคัญ

โมเมนตัม (Momentum) คือ ปริมาณที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เป็นปริมาณเวกเตอร์ ที่มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็ว ซึ่งโมเมนตัมของวัตถุหาได้จากผลคูณของมวลและความเร็ว เขียนเป็นสมการได้ว่า $\vec{P} = m\vec{v}$

เมื่อ \vec{P} คือ โมเมนตัม (กิโลกรัม-เมตร/วินาที)

m คือ มวล (กิโลกรัม)

\vec{v} คือ ความเร็ว (เมตร/วินาที)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโมเมนตัมได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2.1 นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัม โดยใช้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาได้

2.2 นักเรียนสามารถทำการทดลองเกี่ยวกับโมเมนตัมได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- 3.1 นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน
- 3.2 นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้
- 3.3 นักเรียนมีความมุ่งมั่นต่องานที่ได้รับมอบหมาย

4. สารการเรียนรู้

โมเมนตัม (Momentum) คือ ผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ หรืออาจจะกล่าวได้ว่า โมเมนตัม คือ ความพยายามของวัตถุที่จะพุ่งไปตามทิศของความเร็ว เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีขนาดตามทิศของความเร็ว มีหน่วยเป็น $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ หรือ $\text{N} \cdot \text{s}$ ถูกเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ “ \vec{p} ”

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

เมื่อ \vec{p} คือ โมเมนตัม ($\text{kg} \cdot \text{m/s}$ หรือ $\text{N} \cdot \text{s}$)

m คือ มวล (kg)

\vec{v} คือ ความเร็ว (m/s)



จากสูตร $\vec{p} = m\vec{v}$ จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงมวลหรือการเปลี่ยนแปลงขนาดของความเร็ว



* ถ้าระบบมีมวลอยู่หลายก้อน แล้วสามารถหาโมเมนตัมของระบบได้จากผลรวมของโมเมนตัมของวัตถุแต่ละก้อนแบบเวกเตอร์

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม
2. ใบงานที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม
3. แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2 ในส่วนของคำถามและปัญหา 6.1 เรื่อง “โมเมนตัม”

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
1. ขั้นสร้างความสนใจ	<p>1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการยกสถานการณ์ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายดังนี้</p> <p> ระหว่างรถบรรทุกวิ่งเข้าชนสุนัขตัวที่ 1 กับรถจักรยานที่วิ่งเข้าชนกับสุนัขตัวที่ 2 นักเรียนคิดว่าสุนัขตัวใดที่คาดว่าจะตายเพราะเหตุใด</p> <p>(<u>แนวคำตอบ</u> : สุนัขตัวที่ 1 เพราะว่ามวลของรถบรรทุกมีค่ามากกว่ามวลของรถจักรยาน)</p> <p> ระหว่างรถยนต์ที่วิ่งเข้ามาๆ กับรถยนต์ที่วิ่งเร็วมากๆ มาชนเข้ากับสุนัข นักเรียนคิดว่ารถยนต์คันใดที่จะทำให้สุนัขตายเพราะเหตุใด</p> <p>(<u>แนวคำตอบ</u> : รถยนต์คันที่วิ่งเร็วมากๆ เพราะมีความเร็วมาก)</p> <p>2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบข้อซักถามของครู และครูคอยสังเกตพฤติกรรมมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียน</p> <p>3. ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าวันนี้เราจะเรียนเรื่อง “โมเมนตัม”</p>	-	5
2. ขั้นสำรวจและค้นหา	<p>1. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและศึกษาเรื่อง “โมเมนตัม” จากหนังสือเรียนฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2 และใบความรู้ที่ 1</p> <p>3. นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลองเรื่อง “โมเมนตัม” จากใบกิจกรรมที่ 1 เพื่อศึกษาเกี่ยวกับโมเมนตัม พร้อมทั้งบันทึก</p>	<p>- หนังสือเรียนฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2</p> <p>- ใบความรู้ที่ 1</p> <p>- ใบกิจกรรมที่ 1</p>	40

ขั้นตอนการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p>ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง โดยที่ครูมีหน้าที่คอยให้คำปรึกษาและคอยสังเกตพฤติกรรมในการทดลองและการมีส่วนร่วมของนักเรียน</p> <p>4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มถึงหลักการที่เกี่ยวข้องกับ โมเมนตัม ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลอง โดยครูมีหน้าที่คอยสังเกตพฤติกรรมมีส่วนร่วมของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม</p>		
3. ชั้นอธิบาย และลง ข้อสรุป	<p>1. ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองที่ได้ และครูทำหน้าที่รับฟังและซักถามเพิ่มเติม</p> <p>2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ โมเมนตัม ในส่วนที่นักเรียนยังมีข้อสงสัยให้ซักถาม</p> <p>3. นักเรียนและครูร่วมกันลงข้อสรุปที่ได้จากการค้นคว้าและทดลอง เรื่อง “โมเมนตัม” จนได้ข้อสรุปดังนี้</p> <p> โมเมนตัม คือ ความพยายามของวัตถุที่จะพุ่งไปตามทิศของความเร็ว</p> <p> ปริมาณที่มีผลต่อสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ได้แก่ มวลและความเร็ว</p>		15
4. ชั้นขยาย ความรู้โดย ในชั้นนี้จะ มีการใช้ เทคนิคการ แก้ปัญหา	1. ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง “โมเมนตัม” และแสดงวิธีการแก้ปัญหา โจทย์ตัวอย่างตามเทคนิคการแก้ปัญหของ โพลยา 4 ขั้นตอน ซึ่งได้แก่	<p>- (ตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคการแก้ปัญหของ โพลยา)</p> <p>- ใบงานที่ 1</p>	20

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
ของ โพลยาเข้า มา ร่วมด้วย	1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นปฏิบัติตามแผน 4) ขั้นตรวจสอบ โดยให้นักเรียนซักถามเมื่อมีข้อสงสัย 2. ครูให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตาม เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน จากแบบฝึกหัดในใบงานที่ 1 โดยครู คอยให้คำปรึกษาแก่นักเรียน เมื่อนักเรียนเกิด ข้อสงสัย		
5. ขั้น ประเมินผล	1. นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6 ใน หนังสือเรียนฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2 ในส่วน ของคำถามและปัญหาข้อ 6.1 เรื่อง “โมเมนตัม” ตามเทคนิคการแก้ปัญหาของ โพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนและแบบฝึกหัดใน ใบงานที่ 1 (ที่ยังทำไม่เสร็จจากขั้นขยาย ความรู้) 2. หากนักเรียนทำยังไม่เสร็จ ให้นักเรียนทำ ส่งเป็นการบ้าน	- ใบงานที่ 1 - แบบฝึกหัดท้าย บทที่ 6 ในหนังสือ เรียนฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2 ในส่วนของ คำถามและปัญหา 6.1 เรื่อง “โมเมนตัม”	20

7. อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้

อุปกรณ์

1. ถุงทราย
2. ไม้เมตร
3. เครื่องชั่งสปริง

สื่อ

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. ใบความรู้ที่ 1

3. ใบงานที่ 1
 4. ใบกิจกรรมที่ 1
- แหล่งการเรียนรู้
1. ห้องสมุด

8. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
<p>ด้านความรู้ (K)</p> <p>1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโมเมนตัมได้</p>	<p>- ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2 ในส่วนของคำถาม 6.1 เรื่อง “โมเมนตัม”</p>	<p>- แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2 ในส่วนของคำถาม 6.1 เรื่อง “โมเมนตัม”</p>	<p>- นักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง</p>
<p>ด้านทักษะกระบวนการ (P)</p> <p>1. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัม โดยใช้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยาได้</p>	<p>- ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2 ในส่วนของปัญหา 6.1 เรื่อง “โมเมนตัม”</p>	<p>- แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2 ในส่วนของปัญหา 6.1 เรื่อง “โมเมนตัม”</p>	<p>- นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เล่ม 2 ในส่วนของปัญหา 6.1 เรื่อง “โมเมนตัม”</p>

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
2. นักเรียนสามารถทำการทดลองเกี่ยวกับ โมเมนตัมได้	- ตรวจสอบแบบฝึกหัดในใบงานที่ 1 - ตรวจสอบแบบประเมินการทดลอง	- ใบงานที่ 1 - แบบประเมินการทดลอง	ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม - นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 1 ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม - นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 1. นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน 2. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ 3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นต่องานที่ได้รับมอบหมาย	- ตรวจสอบแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป

9. บันทึกหลังการสอน

จากผลการจัดกิจกรรมพบว่า เมื่อครูนำเสนอตัวอย่าง โจทย์ฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัม ที่ใช้ตามเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาให้นักเรียนดูแล้วนั้น นักเรียนมีความสนใจและมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์โจทย์ไปพร้อมกับครูผู้สอน และเมื่อนักเรียนได้ลงมือแสดงวิธีทำด้วยตนเอง ก็พบว่าในขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์และบอกได้ว่ามีข้อมูลอะไรบ้างที่โจทย์กำหนดมาให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร ส่วนขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ก็สามารถวิเคราะห์ และเชื่อมโยงตัวแปรที่หาได้จากขั้นที่ 1 เพื่อนำมาเข้าสู่ตรรกะจากหลักการทางฟิสิกส์ที่ได้เรียนมา ส่วนขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติตามแผน มีนักเรียนหลายคนที่สามารถแทนค่าตัวแปรแล้วก็คำนวณคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ก็มีนักเรียนอีกหลายคนที่ไม่สามารถแทนค่าตัวแปรลงในสมการได้ถูกต้อง แต่พลาดในส่วนของการคำนวณ จึงทำให้ได้คำตอบที่ผิดไป ครูผู้สอนจึงคอยแนะวิธีการคำนวณในแต่ละขั้นก่อนที่จะได้คำตอบออกมา และในขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ นักเรียนส่วนใหญ่ก็สามารถตรวจสอบคำตอบได้ แต่ก็มีนักเรียนบางคนที่ยึดติดในส่วนของการตรวจสอบ ครูผู้สอนจึงคอยชี้ให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบว่า การตรวจสอบคำตอบนั้นช่วยให้เรามองย้อนกลับไปเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัวกับคำตอบที่เราได้ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าคำตอบที่เราได้นั้นถูกต้องหรือไม่ แต่ถ้าเกิดข้อผิดพลาดตรงไหน เราก็สามารถกลับไปแก้ไขในขั้นของการปฏิบัติตามแผนได้

แบบประเมินการทดลอง

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน			
	4	3	2	1
1. นักเรียนใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง				
2. นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลอง				
3. นักเรียนปฏิบัติตามข้อระมัดระวังอย่างเคร่งครัด				
รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติตามชัดเจน สมบูรณ์	ให้ 4	คะแนน
ปฏิบัติตามยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	ให้ 3	คะแนน
ปฏิบัติตามมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2	คะแนน
ปฏิบัติตามมีข้อบกพร่องทั้งหมด	ให้ 1	คะแนน

เกณฑ์การประเมิน (เต็ม 12 คะแนน)

คะแนน	10 – 12	หมายถึง ดีมาก
คะแนน	7 – 9	หมายถึง ดี
คะแนน	4 – 6	หมายถึง พอใช้
คะแนน	1 – 3	หมายถึง ปรับปรุง

แบบบันทึกการประเมินผลการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

เลขที่	พฤติกรรมที่สังเกต			รวมคะแนน (12)	ระดับคุณภาพ	สรุป
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3			
1	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
2	3	4	3	10	ดีมาก	ผ่าน
3	4	3	3	10	ดีมาก	ผ่าน
4	4	3	3	10	ดีมาก	ผ่าน
5	3	4	3	10	ดีมาก	ผ่าน
6	4	3	3	10	ดีมาก	ผ่าน
7	4	4	3	11	ดีมาก	ผ่าน
8	4	4	3	11	ดีมาก	ผ่าน
9	3	4	4	11	ดีมาก	ผ่าน
10	3	4	4	11	ดีมาก	ผ่าน
11	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
12	4	3	3	10	ดีมาก	ผ่าน
13	4	3	3	10	ดีมาก	ผ่าน
14	4	4	3	11	ดีมาก	ผ่าน
15	3	3	4	10	ดีมาก	ผ่าน
16	3	3	4	10	ดีมาก	ผ่าน
17	3	3	3	9	ดี	ผ่าน
18	3	3	4	10	ดีมาก	ผ่าน
19	3	4	4	11	ดีมาก	ผ่าน
20	3	4	4	11	ดีมาก	ผ่าน
21	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
22	3	4	3	10	ดีมาก	ผ่าน
23	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
24	3	4	3	10	ดีมาก	ผ่าน
25	3	4	3	10	ดีมาก	ผ่าน

แบบบันทึกการประเมินผลการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 (ต่อ)

เลขที่	พฤติกรรมที่สังเกต			รวมคะแนน (12)	ระดับคุณภาพ	สรุป
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3			
26	3	3	3	9	ดี	ผ่าน
27	3	3	4	10	ดีมาก	ผ่าน
28	4	3	3	10	ดีมาก	ผ่าน
29	3	3	4	10	ดีมาก	ผ่าน
30	3	3	4	10	ดีมาก	ผ่าน
31	3	4	4	11	ดีมาก	ผ่าน
32	4	4	3	11	ดีมาก	ผ่าน
33	3	3	4	10	ดีมาก	ผ่าน
34	3	3	4	10	ดีมาก	ผ่าน
35	3	3	4	10	ดีมาก	ผ่าน
36	4	4	3	11	ดีมาก	ผ่าน
37	4	4	3	11	ดีมาก	ผ่าน
38	4	4	3	11	ดีมาก	ผ่าน
39	3	3	3	9	ดี	ผ่าน
40	3	4	3	10	ดีมาก	ผ่าน
41	3	4	4	11	ดีมาก	ผ่าน

หมายเหตุ นักเรียนต้องได้คะแนนตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป หรือมีระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีขึ้นไป
จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน
ช่องว่างที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1. แสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น	1. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นต่อครูและเพื่อนในห้อง				
	2. ใฝ่เรียนรู้				
	1. ตั้งใจเรียน				
	2. เพียรพยายามและเอาใจใส่ต่อการเรียน				
	3. เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ				
	4. ศึกษาค้นคว้า หาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ				
3. มุ่งมั่นต่อ งานที่ได้รับ มอบหมาย	1. มีความตั้งใจและพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมาย				
	2. มีความอดทนและไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค				
รวม					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 4	คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 3	คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 2	คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง	ให้ 1	คะแนน

เกณฑ์การประเมิน (เต็ม 28 คะแนน)

คะแนน 22 – 28 หมายถึง ดีมาก	คะแนน 15 – 21 หมายถึง ดี
คะแนน 8 – 14 หมายถึง พอใช้	คะแนน 1 – 7 หมายถึง ปรับปรุง

แบบบันทึกการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

เลขที่	รายการประเมิน							รวม คะแนน (28)	ระดับ คุณภาพ	สรุป
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	ข้อที่ 7			
1	2	4	4	3	2	4	2	21	ดี	ผ่าน
2	2	3	2	2	2	2	2	15	ดี	ผ่าน
3	2	3	3	2	1	2	2	15	ดี	ผ่าน
4	4	4	4	2	3	2	2	21	ดี	ผ่าน
5	1	3	2	2	2	2	3	15	ดี	ผ่าน
6	4	4	4	3	2	3	2	22	ดีมาก	ผ่าน
7	2	4	3	3	1	3	2	18	ดี	ผ่าน
8	3	4	4	3	3	3	3	23	ดีมาก	ผ่าน
9	1	4	3	2	1	3	2	16	ดี	ผ่าน
10	1	4	3	2	1	3	2	16	ดี	ผ่าน
11	2	4	4	3	2	4	3	22	ดีมาก	ผ่าน
12	3	3	3	4	1	3	2	19	ดี	ผ่าน
13	2	3	2	3	1	3	2	16	ดี	ผ่าน
14	3	4	4	4	1	3	2	21	ดี	ผ่าน
15	3	3	2	2	1	2	2	15	ดี	ผ่าน
16	1	4	3	2	1	3	2	16	ดี	ผ่าน
17	1	3	3	2	2	2	2	13	ดี	ผ่าน
18	2	4	3	3	2	2	3	19	ดี	ผ่าน
19	1	4	3	3	1	3	2	17	ดี	ผ่าน
20	2	4	3	3	1	3	2	18	ดี	ผ่าน
21	3	4	4	4	3	4	3	25	ดีมาก	ผ่าน
22	2	4	3	4	1	4	3	21	ดี	ผ่าน
23	2	4	3	4	1	4	3	21	ดี	ผ่าน
24	3	3	2	2	1	3	2	16	ดี	ผ่าน

แบบบันทึกการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 (ต่อ)

เลขที่	รายการประเมิน							รวม คะแนน (28)	ระดับ คุณภาพ	สรุป
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	ข้อที่ 7			
25	2	4	3	2	2	2	3	18	ดี	ผ่าน
26	1	3	2	3	1	2	3	15	ดี	ผ่าน
27	2	3	2	2	2	2	3	16	ดี	ผ่าน
28	4	4	4	3	2	3	3	23	ดีมาก	ผ่าน
29	3	4	2	2	2	2	2	17	ดี	ผ่าน
30	1	3	2	3	1	2	3	15	ดี	ผ่าน
31	2	4	3	3	1	3	2	18	ดี	ผ่าน
32	4	4	4	3	2	2	3	22	ดีมาก	ผ่าน
33	3	3	2	2	3	2	2	17	ดี	ผ่าน
34	2	4	4	3	2	3	3	21	ดี	ผ่าน
35	3	4	2	2	1	2	2	16	ดี	ผ่าน
36	3	4	3	4	1	3	3	21	ดี	ผ่าน
37	3	4	4	4	1	2	3	21	ดี	ผ่าน
38	3	4	4	4	2	3	3	23	ดีมาก	ผ่าน
39	3	3	2	2	1	2	3	16	ดี	ผ่าน
40	2	3	2	2	2	2	2	15	ดี	ผ่าน
41	3	4	3	2	1	3	3	19	ดี	ผ่าน

หมายเหตุ นักเรียนต้องได้คะแนนตั้งแต่ 15 คะแนนขึ้นไป หรือมีระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีขึ้นไป
จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

แบบบันทึกผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคการแก้ปัญหาของ
โพลยา เรื่อง โมเมนตัม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์				รวมคะแนน (28)	สรุป
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4		
1	7	7	5	6	25	ผ่าน
2	6	4	4	4	18	ไม่ผ่าน
3	7	4	5	6	22	ผ่าน
4	7	7	5	7	26	ผ่าน
5	6	4	5	4	19	ไม่ผ่าน
6	7	7	7	7	28	ผ่าน
7	7	7	6	5	25	ผ่าน
8	7	7	7	5	26	ผ่าน
9	7	5	5	4	21	ผ่าน
10	6	5	6	4	21	ผ่าน
11	7	7	6	7	27	ผ่าน
12	6	6	5	5	22	ผ่าน
13	7	5	5	6	23	ผ่าน
14	7	7	6	5	25	ผ่าน
15	6	5	4	4	19	ไม่ผ่าน
16	6	5	5	5	21	ผ่าน
17	7	6	7	5	25	ผ่าน
18	7	5	5	6	23	ผ่าน
19	7	6	6	5	24	ผ่าน
20	7	6	5	6	24	ผ่าน
21	7	7	5	6	25	ผ่าน
22	7	6	5	5	23	ผ่าน
23	6	5	5	4	20	ผ่าน
24	6	5	5	5	21	ผ่าน

แบบบันทึกผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคการแก้ปัญหาของ
โพลยา เรื่อง โมเมนตัม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์				รวมคะแนน (28)	สรุป
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4		
25	7	5	7	6	25	ผ่าน
26	7	5	5	5	22	ผ่าน
27	6	5	4	4	19	ไม่ผ่าน
28	7	7	5	7	26	ผ่าน
29	7	6	6	6	25	ผ่าน
30	7	5	5	5	22	ผ่าน
31	7	4	5	5	21	ผ่าน
32	7	7	5	4	23	ผ่าน
33	6	4	4	4	18	ไม่ผ่าน
34	6	5	7	4	22	ผ่าน
35	6	4	4	4	18	ไม่ผ่าน
36	7	6	6	5	24	ผ่าน
37	7	7	6	7	27	ผ่าน
38	7	7	6	6	26	ผ่าน
39	6	5	4	4	19	ไม่ผ่าน
40	7	6	6	4	23	ผ่าน
41	7	6	6	5	24	ผ่าน

หมายเหตุ นักเรียนต้องได้คะแนนตั้งแต่ 19.6 คะแนนขึ้นไป จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

สิ่งที่ประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	2	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องและครบถ้วนทั้งหมด
	1	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องและครบถ้วนแต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้องหรือไม่บอก/บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนและบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องหรือไม่บอก/บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้องแต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง
	0	ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	2	เมื่อระบุนสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	เมื่อระบุนสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
	0	เมื่อระบุนสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของโจทย์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน	2	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน
	1	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องแต่คำตอบผิด/แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วนและหาคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง/ไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา แต่ได้เฉพาะคำตอบ
	0	เมื่อไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและไม่ได้คำตอบ
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ	1	ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง (ตัวเลขและหน่วย)
	0	ไม่มีการตรวจสอบคำตอบ/ ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

โมเมนตัม (Momentum) คือ ผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุหรืออาจจะกล่าวได้ว่า โมเมนตัม คือ ความพยายามของวัตถุที่จะพุ่งไปตามทิศของความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีขนาดตามทิศของความเร็ว มีหน่วยเป็น $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ หรือ $\text{N} \cdot \text{s}$ ถูกเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ “ \vec{p} ”

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

เมื่อ \vec{p} คือ โมเมนตัม ($\text{kg} \cdot \text{m/s}$ หรือ $\text{N} \cdot \text{s}$)

m คือ มวล (kg)

\vec{v} คือ ความเร็ว (m/s)

จากสูตร $\vec{p} = m\vec{v}$ จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงมวล หรือการเปลี่ยนแปลงขนาดของความเร็ว

* ถ้าระบบมีมวลอยู่หลายก้อน แล้วสามารถหาโมเมนตัมของระบบได้จากผลรวมของโมเมนตัมของวัตถุแต่ละก้อนแบบเวกเตอร์



ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

กลุ่มที่.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/.....

จุดประสงค์

1. เพื่อกำหนดนิยามของโมเมนตัม

อุปกรณ์การทดลอง

1. ลูกทราย 3 ลูก
2. ไม้เมตร 1 อัน
3. เครื่องชั่งสปริง 1 อัน

วิธีทดลอง

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบโมเมนตัมและแรงที่มีลูรับลูกทราย 1 ลูก กรณีจากที่สูงไม่เท่ากัน
(มวลคงที่)

1. ใช้มือขวาลือลูกทราย 1 ลูก อยู่ห่างจากมือซ้ายในแนวตั้งประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วปล่อยลูกทรายให้ตกลงในมือซ้าย ใช้มือซ้ายรับลูกทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่งในมือ โดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่
2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่ปล่อยจากที่สูง 60 และ 90 เซนติเมตร ตามลำดับ
3. คำนวณหาความเร็วของลูกทรายขณะกระทบมือ ในแต่ละระดับความสูง แล้วบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบโมเมนตัมและแรงที่มีลูรับลูกทรายที่มีมวลต่างกัน แต่ตกจากที่สูงเท่ากัน (ความสูงคงที่)

1. ใช้มือขวาลือลูกทราย 1 ลูก อยู่สูงจากมือซ้ายในแนวตั้งประมาณ 60 เซนติเมตร แล้วปล่อยลูกทรายให้ตกลงในมือซ้าย ใช้มือซ้ายรับลูกทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่ง โดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่
2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่เพิ่มลูกทรายเป็น 2 และ 3 ลูก ตามลำดับ
3. คำนวณหาความเร็วของลูกทรายขณะกระทบมือ ในการเพิ่มลูกทรายแต่ละลูก แล้วบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบโมเมนตัมและแรงที่มือรับถุงทราย 1 ถุง กรณีจากที่สูง ไม่เท่ากัน
(มวลคงที่)

m (kg)	h (m)	\bar{v} (m/s)	$\bar{P} = m\bar{v}$ (kg · m/s)	ความรู้สึกเมื่อถุงทราย กระทบมือ
	0.3			
	0.6			
	0.9			

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบโมเมนตัมและแรงที่มือรับถุงทรายที่มี มวลต่างกัน แต่ตกจากที่สูง
เท่ากัน (ความสูงคงที่)

m (kg)	h (m)	\bar{v} (m/s)	$\bar{P} = m\bar{v}$ (kg · m/s)	ความรู้สึกเมื่อถุงทราย กระทบมือ
	0.6			
	0.6			
	0.6			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. การปล่อยอุ้งทรายที่มีมวลเท่ากัน จากระดับความสูงที่ต่างกัน ความเร็วขณะกระทบ
มือเท่ากันหรือไม่

.....
.....

2. เมื่อปล่อยอุ้งทรายที่มีมวลต่างกัน จากที่ระดับความสูงเดียวกัน ความเร็วขณะกระทบ
มือจะเท่ากันหรือไม่

.....
.....

แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

กลุ่มที่.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/.....

จุดประสงค์

1. เพื่อกำหนดนิยามของโมเมนตัม

อุปกรณ์การทดลอง

1. ลูกทราย 3 ลูก
2. ไม้เมตร 1 อัน
3. เครื่องชั่งสปริง 1 อัน

วิธีทดลอง

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบโมเมนตัมและแรงที่มีลูกรับลูกทราย 1 ลูก กรณีจากที่สูงไม่เท่ากัน (มวลคงที่)

1. ใช้มือขวาลือลูกทราย 1 ลูก อยู่ห่างจากมือซ้ายในแนวตั้งประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วปล่อยลูกทรายให้ตกลงในมือซ้าย ใช้มือซ้ายรับลูกทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่งในมือ โดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่
2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่ปล่อยจากที่สูง 60 และ 90 เซนติเมตร ตามลำดับ
3. คำนวณหาความเร็วของลูกทรายขณะกระทบมือ ในแต่ละระดับความสูง แล้วบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบโมเมนตัมและแรงที่มีลูกรับลูกทรายที่มีมวลต่างกัน แต่ตกจากที่สูงเท่ากัน (ความสูงคงที่)

1. ใช้มือขวาลือลูกทราย 1 ลูก อยู่สูงจากมือซ้ายในแนวตั้งประมาณ 60 เซนติเมตร แล้วปล่อยลูกทรายให้ตกลงในมือซ้าย ใช้มือซ้ายรับลูกทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่ง โดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่
2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่เพิ่มลูกทรายเป็น 2 และ 3 ลูก ตามลำดับ
3. คำนวณหาความเร็วของลูกทรายขณะกระทบมือ ในการเพิ่มลูกทรายแต่ละลูก แล้วบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบโมเมนตัมและแรงที่มือรับถุงทราย 1 ถุง กรณีจากที่สูง ไม่เท่ากัน
(มวลคงที่)

m (kg)	h (m)	\bar{v} (m/s)	$\bar{P} = m\bar{v}$ (kg · m/s)	ความรู้สึกเมื่อถุงทราย กระทบมือ
	0.3			
	0.6			
	0.9			

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบโมเมนตัมและแรงที่มือรับถุงทรายที่มี มวลต่างกัน แต่ตกจากที่สูง
เท่ากัน (ความสูงคงที่)

m (kg)	h (m)	\bar{v} (m/s)	$\bar{P} = m\bar{v}$ (kg · m/s)	ความรู้สึกเมื่อถุงทราย กระทบมือ
	0.6			
	0.6			
	0.6			

สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1 เมื่อเราปล่อยถุงทรายที่ระดับความสูงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะพบว่าความเร็วของถุง
ทรายในขณะที่กระทบมือก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และทำให้ค่าของโมเมนตัมมีค่าเพิ่มขึ้น
เช่นเดียวกัน

ตอนที่ 2 เมื่อเราปล่อยถุงทรายเพิ่มขึ้นทีละถุง ในระดับความสูงเท่าเดิม จะพบว่าความเร็ว
ของถุงทรายในขณะที่กระทบมือก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และทำให้ค่าของโมเมนตัมมีค่าเพิ่มขึ้น
ด้วยเช่นเดียวกัน

นั่นหมายความว่า ปริมาณของโมเมนตัมจะขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุ

คำถามท้ายการทดลอง

1. การปล่อยตุ้มน้ำหนักที่มีมวลเท่ากัน จากระดับความสูงที่ต่างกัน ความเร็วขณะกระทบมือเท่ากันหรือไม่

.....
ความเร็วขณะกระทบมือไม่เท่ากัน

2. เมื่อปล่อยตุ้มน้ำหนักที่มีมวลต่างกัน จากที่ระดับความสูงเดียวกัน ความเร็วขณะกระทบมือจะเท่ากันหรือไม่

.....
ความเร็วขณะกระทบมือไม่เท่ากัน

ใบงานที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์โจทย์ปัญหา เรื่อง โมเมนตัม แล้วแสดงวิธีการแก้โจทย์
ปัญหาอย่างละเอียดตามเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา

1. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ ด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที จะมีโมเมนตัมเท่าใด

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

.....

.....

.....

2. ปล่อยวัตถุมวล 1 กิโลกรัม ลงตามแนวตั้ง เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

3. จงหาโมเมนตัมของรถบรรทุกที่มีมวล 1.5×10^4 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 36 กิโลเมตร/ชั่วโมง ไปทางทิศตะวันออก

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

4. ขว้างลูกบอลมวล 2 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ในแนวระดับเข้าชน
 กำแพงในทิศตั้งฉากกับกำแพง แล้วสะท้อนกลับมาในแนวเดิมด้วยความเร็ว 10 เมตร/
 วินาที จงหา ก. โมเมนตัมก่อนชนกำแพง
 ข. โมเมนตัมก่อนชนกำแพง

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

.....

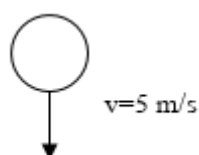
.....

.....

แนวคำตอบ ใบบางที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์โจทย์ปัญหา เรื่อง โมเมนตัม แล้วแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างละเอียดตามเทคนิคการแก้ปัญหของโพลยา

1. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ ด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที จะมีโมเมนตัมเท่าใด



วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

จากโจทย์ เรารู้ว่า $m = 1 \text{ kg}$, $v = 5 \text{ m/s}$

เราต้องการหา $\bar{P} = ?$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

จาก $\bar{P} = m\bar{v}$

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

จาก $\bar{P} = m\bar{v}$

$\bar{P} = (1 \text{ kg})(5 \text{ m/s})$

$\bar{P} = 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

ดังนั้น วัตถุนี้จะมีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ $5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ไปทางทิศใต้ **ตอบ**

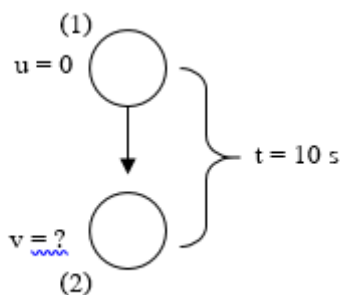
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

จาก $\bar{P} = m\bar{v}$

$5 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = (1 \text{ kg})(5 \text{ m/s})$

$5 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **เป็นจริง**

2. ปล่อยวัตถุมวล 1 กิโลกรัม ลงตามแนวตั้ง เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด



วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

จากโจทย์ เรารู้ว่า $m = 1 \text{ kg}$, $t = 10 \text{ s}$, $u = 0 \text{ m/s}$

เราต้องการหา $\Delta \bar{P} = ?$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

$$\text{จาก } \Delta \bar{P} = m\bar{v} - m\bar{u} \quad (1)$$

แต่ v เรายังไม่ทราบค่า ดังนั้นเราจึงต้องหาว่า v ออกมาก่อน

$$\text{จากสมการ } v = u + gt \quad (2)$$

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

$$\text{จาก (2); } v = u + gt$$

$$\text{แทนค่า } v = 0 + (10 \text{ m/s}^2)(10 \text{ s})$$

$$v = 100 \text{ m/s} \quad *$$

$$\text{จาก (2); } \Delta \bar{P} = m\bar{v} - m\bar{u}$$

$$\Delta \bar{P} = (1 \text{ kg})(100 \text{ m/s}) - (1 \text{ kg})(0 \text{ m/s})$$

$$\Delta \bar{P} = 100 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

ดังนั้น โมเมนตัมของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ $100 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **ตอบ**

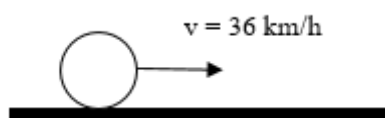
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

$$\text{จาก } \Delta \bar{P} = m\bar{v} - m\bar{u}$$

$$(100 \text{ kg} \cdot \text{m/s}) = (1 \text{ kg})(100 \text{ m/s}) - (1 \text{ kg})(0 \text{ m/s})$$

$$100 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 100 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \text{เป็นจริง}$$

3. จงหาโมเมนตัมของรถบรรทุกที่มีมวล 1.5×10^4 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 36 กิโลเมตร/ชั่วโมง ไปทางทิศตะวันออก



วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

จากโจทย์เราทราบ $m = 1.5 \times 10^4 \text{ kg}$, $v = 10 \text{ m/s}$

เราต้องการหา $\bar{P} = ?$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

จาก $\bar{P} = m\bar{v}$

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

จาก $\bar{P} = m\bar{v}$

$\bar{P} = (1.5 \times 10^4 \text{ kg})(10 \text{ m/s})$

$\bar{P} = 15 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

ดังนั้น วัตถุนี้จะมีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ $15 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ไปทางทิศตะวันออก ตอบ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

จาก $\bar{P} = m\bar{v}$

$15 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = (1.5 \times 10^4 \text{ kg})(10 \text{ m/s})$

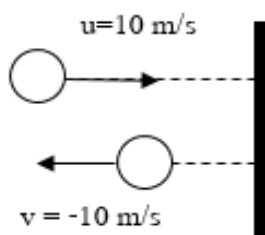
$15 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 15 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

เป็นจริง

4. ขว้างลูกบอลมวล 2 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ในแนวระดับเข้าชนกำแพงในทิศตั้งฉากกับกำแพง แล้วสะท้อนกลับมาในแนวเดิมด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที จงหา

ก. โมเมนตัมก่อนชนกำแพง

ข. โมเมนตัมก่อนชนกำแพง



วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

จากโจทย์ เราทราบ $m = 2 \text{ kg}$, $u = 10 \text{ m/s}$, $v = -10 \text{ m/s}$

เราต้องการหา $\bar{P}_{\text{ก่อนชน}} = ?$ และ $\bar{P}_{\text{หลังชน}} = ?$

กำหนดเครื่องหมาย ให้ u เป็น + เสมอ ส่วนปริมาณอื่นที่มีทิศตรงข้ามกับ u กำหนดเครื่องหมายให้เป็น -

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

จาก $\bar{P} = m\bar{v}$

จะได้ว่า $\bar{P}_{\text{ก่อนชน}} = m\bar{u}$ และ $\bar{P}_{\text{หลังชน}} = m\bar{v}$

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

จาก $\bar{P}_{\text{ก่อนชน}} = m\bar{u}$

$\bar{P}_{\text{ก่อนชน}} = (2 \text{ kg})(10 \text{ m/s})$

$\bar{P}_{\text{ก่อนชน}} = 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

ดังนั้น วัตถุนี้จะมีขนาดของโมเมนตัมก่อนชนเท่ากับ $20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ไปทางทิศตะวันออก

จาก $\bar{P}_{\text{หลังชน}} = m\bar{v}$

$\bar{P}_{\text{หลังชน}} = (2 \text{ kg})(-10 \text{ m/s})$

$\bar{P}_{\text{หลังชน}} = -20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

ดังนั้น วัตถุนี้จะมีขนาดของโมเมนตัมก่อนชนเท่ากับ $20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ไปทางทิศตะวันตก

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

จาก $\bar{P}_{\text{ก่อนชน}} = m\bar{u}$

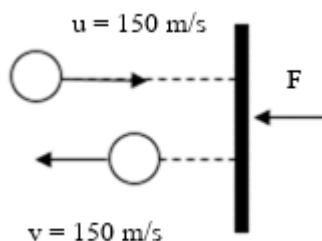
$20 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = (2 \text{ kg})(10 \text{ m/s})$

$$\begin{array}{rcl}
 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s} & = & 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s} & \text{เป็นจริง} \\
 \text{จาก } \bar{P}_{\text{หลังชน}} & = & \bar{m}v & \\
 -20 \text{ kg} \cdot \text{m/s} & = & (2 \text{ kg})(-10 \text{ m/s}) & \\
 -20 \text{ kg} \cdot \text{m/s} & = & -20 \text{ kg} \cdot \text{m/s} & \text{เป็นจริง}
 \end{array}$$

แนวคำตอบ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
เรื่อง โมเมนตัมและการชน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์โจทย์ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการชน แล้วแสดงวิธีการ
 แก้โจทย์ปัญหาอย่างละเอียดตามเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา

1. ด้ลูกเทนนิสมวล 200 กรัม กระแทบผนังในแนวตั้งฉากด้วยความเร็ว 150 เมตร/วินาที ลูกเทนนิส
 กระดอนกลับด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม จะเกิดการดลเท่าใด



วิธีทำ **ขั้นที่ 1** ทำความเข้าใจปัญหา

จากโจทย์เราทราบ $m = 0.2 \text{ kg}$, $u = 150 \text{ m/s}$, $v = -150 \text{ m/s}$

เราต้องการหา $\bar{I} = ?$

กำหนดเครื่องหมาย ให้ u เป็น + เสมอ ส่วนปริมาณอื่นที่มีทิศตรงข้ามกับ u

กำหนดเครื่องหมายให้เป็น -

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

$$\text{จาก } \bar{I} = \Delta \bar{P} = m\bar{v} - m\bar{u} = \sum \bar{F} \cdot \Delta t$$

$$\text{จะได้ว่า } \bar{I} = m\bar{v} - m\bar{u} \quad (1)$$

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

$$\text{จาก } \bar{I} = m\bar{v} - m\bar{u} \quad (1)$$

$$\text{แทนค่า } \bar{I} = (0.2 \text{ kg})(-150 \text{ m/s}) - (0.2 \text{ kg})(150 \text{ m/s})$$

$$\bar{I} = (-30 \text{ kg}\cdot\text{m/s}) - (30 \text{ kg}\cdot\text{m/s})$$

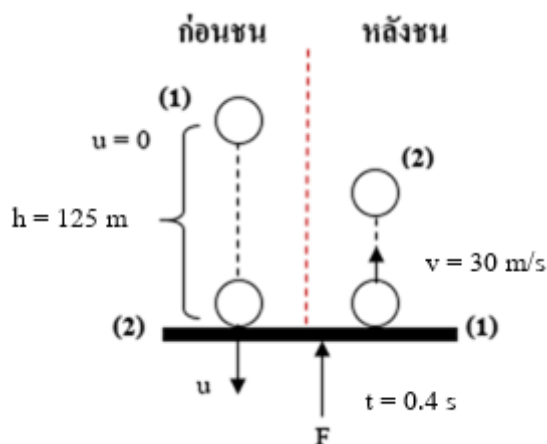
$$\bar{I} = -60 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

ดังนั้น การดลที่ลูกบอลนี้จะได้รับเมื่อกระทบกับผนังมีขนาดเท่ากับ 60 กิโลกรัม-
 เมตร/วินาที และมีทิศพุ่งออกจากผนัง **ตอบ**

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

$$\begin{aligned} \text{จาก } \bar{I} &= m\bar{v} - m\bar{u} \\ -60 \text{ kg-m/s} &= (0.2 \text{ kg})(-150 \text{ m/s}) - (0.2 \text{ kg})(150 \text{ m/s}) \\ -60 \text{ kg-m/s} &= -60 \text{ kg-m/s} \quad \text{เป็นจริง} \end{aligned}$$

2. ปล่อยลูกบอลมวล 0.2 กิโลกรัม จากจุดซึ่งสูงจากพื้นถนน 125 เมตร ปรากฏว่าเมื่อลูกบอลกระทบพื้นถนนจะสะท้อนขึ้นตรง ๆ ด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที ถ้าลูกบอลนี้ใช้เวลาในการสัมผัสพื้นถนน 0.4 วินาที แรงเฉลี่ยที่ถนนกระทำต่อลูกบอลมีค่ากี่นิวตัน



วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

จากโจทย์ เราทราบ $m = 0.2 \text{ kg}$, $h = 125 \text{ m/s}$, $v = -30 \text{ m/s}$, $t = 0.4 \text{ s}$

เราต้องการหา $\bar{F} = ?$

กำหนดเครื่องหมาย ให้ u เป็น + เสมอ ส่วนปริมาณอื่นที่มีทิศตรงข้ามกับ u

กำหนดเครื่องหมายให้เป็น -

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญห

$$\text{จาก } \bar{I} = \Delta \bar{P} = m\bar{v} - m\bar{u} = \sum \bar{F} \cdot \Delta t$$

$$\text{จะได้ว่า } \sum \bar{F} \cdot \Delta t = m\bar{v} - m\bar{u} \quad (1)$$

แต่เรายังไม่ทราบค่าตัวแปร u เพราะฉะนั้น เราจึงต้องหา u ออกมาก่อน ซึ่งหาจากกฎการอนุรักษ์พลังงาน

1) พิจารณาตอนที่ลูกบอลก่อนกระทบกับพื้น (ก่อนชน)

$$\text{จะได้ว่า } E_1 = E_2$$

$$mgh = \frac{1}{2} mu^2 \quad (2)$$

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

$$\text{จาก } \sum \bar{F} \cdot \Delta t = m\bar{v} - m\bar{u} \quad (1)$$

$$\text{หา } u \text{ จาก (2); } mgh = \frac{1}{2} mu^2$$

$$\text{แทนค่า } (10 \text{ m/s}^2)(125 \text{ m}) = \frac{1}{2} u^2$$

$$u = 50 \text{ m/s} \quad *$$

แทนค่า u และ v ลงใน (1) จะได้ว่า

$$\sum \bar{F} \cdot \Delta t = m\bar{v} - m\bar{u}$$

$$\bar{F} (0.4 \text{ s}) = (0.2 \text{ kg})(-30 \text{ m/s}) - (0.2 \text{ kg})(50 \text{ m/s})$$

$$\bar{F} = -40 \text{ N}$$

ดังนั้น แรงเฉลี่ยที่ถนนกระทำต่อลูกบอลมีขนาดเท่ากับ 40 N และมีทิศพุ่งออก

จากพื้น

ตอบ

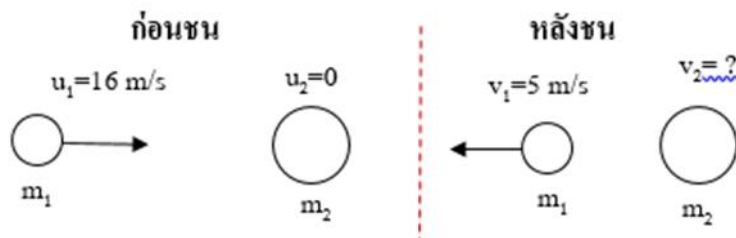
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

$$\text{จาก } \sum \bar{F} \cdot \Delta t = m\bar{v} - m\bar{u}$$

$$(-40 \text{ N})(0.4 \text{ s}) = (0.2 \text{ kg})(-30 \text{ m/s}) - (0.2 \text{ kg})(50 \text{ m/s})$$

$$-16 \text{ kg}\cdot\text{m/s} = -16 \text{ kg}\cdot\text{m/s} \quad \text{เป็นจริง}$$

3. วัตถุมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 16 เมตร/วินาที เข้าชนกับวัตถุมวล $4m$ ที่หยุดนิ่ง หลังชนพบว่าวัตถุมวล m กระเด็นกลับด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที ความเร็วหลังชนของวัตถุมวล $4m$ มีขนาดเท่าใด



วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

จากโจทย์ เราทราบ $m_1 = m \text{ kg}$, $m_2 = 4m \text{ kg}$, $u_1 = 16 \text{ m/s}$, $u_2 = 0 \text{ m/s}$, $v_1 = -5 \text{ m/s}$

เราต้องการหา $v_2 = ?$

กำหนดเครื่องหมาย ให้ปริมาณที่เคลื่อนที่ไปทางขวามือเป็น + ส่วนปริมาณอื่นที่มีทิศตรงข้าม กำหนดเครื่องหมายให้เป็น -

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม จะได้ว่า

ผลรวมของโมเมนตัมก่อนชน = ผลรวมของโมเมนตัมหลังชน

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad (1)$$

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

จาก (1); $m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$

$$(m \text{ kg})(16 \text{ m/s}) + (4m \text{ kg})(0 \text{ m/s}) = (m \text{ kg})(-5 \text{ m/s}) + (4m \text{ kg})(v_2)$$

$$(16 \text{ kg}\cdot\text{m/s}) + 0 = (-5 \text{ kg}\cdot\text{m/s}) + 4v_2$$

$$v_2 = 5.25 \text{ m/s}$$

ดังนั้น ความเร็วหลังชนของวัตถุมวล $4m$ มีขนาดเท่ากับ 5.25 เมตร/วินาที และมีทิศไป

ทางขวามือ

ตอบ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

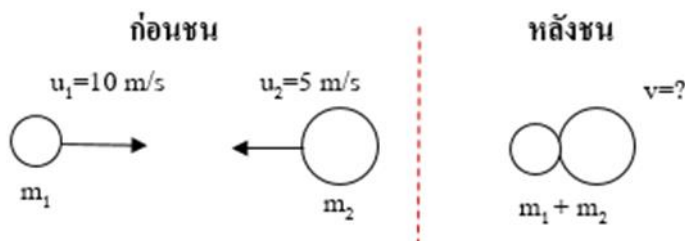
จาก $m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$

$$(m \text{ kg})(16 \text{ m/s}) + (4m \text{ kg})(0 \text{ m/s}) = (m \text{ kg})(-5 \text{ m/s}) + (4m \text{ kg})(5.25 \text{ m/s})$$

$$16 \text{ kg}\cdot\text{m/s} = 16 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

เป็นจริง

4. มวล 4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ชนมวล 6 กิโลกรัม ซึ่งวิ่งสวนทางมาด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที ในแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวล ปรากฏว่า มวลทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป จงหาความเร็วของมวลทั้งสอง



วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

จากโจทย์เราทราบ $m_1 = 4 \text{ kg}$, $m_2 = 6 \text{ kg}$, $u_1 = 10 \text{ m/s}$, $u_2 = -5 \text{ m/s}$

เราต้องการหา $v = ?$

กำหนดเครื่องหมาย ให้ปริมาณที่เคลื่อนที่ไปทางขวามือเป็น + ส่วนปริมาณอื่นที่มีทิศตรงข้าม กำหนดเครื่องหมายให้เป็น -

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม จะได้ว่า

ผลรวมของโมเมนตัมก่อนชน = ผลรวมของโมเมนตัมหลังชน

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

แต่เนื่องจากภายหลังการชน มวลทั้ง 2 ก้อน เคลื่อนที่ติดกันไป

$$\text{จึงได้ว่า } m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v \quad (1)$$

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน

$$\text{จาก (1); } m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$(4 \text{ kg})(10 \text{ m/s}) + (6 \text{ kg})(-5 \text{ m/s}) = (4 \text{ kg} + 6 \text{ kg}) v$$

$$(40 \text{ kg}\cdot\text{m/s}) + (-30 \text{ kg}\cdot\text{m/s}) = (10 \text{ kg}) v$$

$$v = 1 \text{ m/s}$$

ดังนั้น ภายหลังของการชนกัน มวลทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร็ว 1 เมตร/วินาที และเคลื่อนที่ไปทางขวามือ **ตอบ**

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

$$\text{จาก } m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$(4 \text{ kg})(10 \text{ m/s}) + (6 \text{ kg})(-5 \text{ m/s}) = (4 \text{ kg} + 6 \text{ kg}) (1 \text{ m/s})$$

$$10 \text{ kg}\cdot\text{m/s} = 10 \text{ kg}\cdot\text{m/s} \quad \text{เป็นจริง}$$

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
เรื่อง โมเมนตัมและการชน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท X หน้าข้อที่ถูกต้องที่สุด ลงในกระดาษคำตอบ

1. โมเมนตัมของวัตถุ คือข้อใด
 - ก. ปริมาณที่เป็นฟังก์ชันของระยะทางกับเวลา
 - ข. ปริมาณที่มีค่าคงที่เสมอสำหรับวัตถุชิ้นเดียวกัน
 - ค. ปริมาณที่ได้จากผลคูณของมวลวัตถุกับความเร็วยังวัตถุ
 - ง. ปริมาณที่ได้จากผลคูณของมวลวัตถุกับความเร่งของวัตถุ
2. รถบรรทุกคันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว v เมื่อเวลาผ่านไปรถบรรทุกคันนี้มีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่าของความเร็วเดิม ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. ความเร่งของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า
 - ข. โมเมนตัมของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า
 - ค. พลังงานจลน์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า
 - ง. พลังงานศักย์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า
3. สถานการณ์ใดต่อไปนี่ที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัม

ก. ละอองน้ำในอากาศหลังฝนตก	ข. ดอกไม้ที่ลอยไปตามลม
ค. วัตถุที่มีความเร็วคงตัว	ง. ถูกทุกข้อ
4. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร ถ้าต้องการทราบว่ามวลของวัตถุมีผลต่อ โมเมนตัม
 - ก. กำหนดให้วัตถุมีมวลเท่ากัน แล้วปล่อยวัตถุที่ระดับความสูงเดียวกัน
 - ข. กำหนดให้วัตถุมีมวลเท่ากัน แล้วปล่อยวัตถุที่ระดับความสูงต่างกัน
 - ค. กำหนดให้วัตถุมีมวลต่างกัน แล้วปล่อยวัตถุที่ระดับความสูงเดียวกัน
 - ง. กำหนดให้วัตถุมีมวลต่างกัน แล้วปล่อยวัตถุที่ระดับความสูงต่างกัน
5. รถกระบะมวล 2.5×10^3 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ไปทางทิศตะวันตก อยากทราบว่าโมเมนตัมของรถกระบะคันนี้เป็นเท่าใด
 - ก. 6.25×10^3 กิโลกรัม-เมตร/วินาที ทางทิศตะวันตก
 - ข. 6.25×10^4 กิโลกรัม-เมตร/วินาที ทางทิศตะวันตก
 - ค. 6.25×10^3 กิโลกรัม-เมตร/วินาที ทางทิศตะวันออก
 - ง. 6.25×10^4 กิโลกรัม-เมตร/วินาที ทางทิศตะวันออก

17. วัตถุก้อนที่หนึ่งมวล 10 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที พุ่งเข้าชนวัตถุก้อนที่สองที่มีมวล 10 กิโลกรัม ซึ่งอยู่นิ่ง ถ้าการชนนี้เป็นแบบยืดหยุ่น อยากรทราบว่า ภายหลังจากการชน วัตถุก้อนที่หนึ่งจะเคลื่อนที่อย่างไร
- หยุดนิ่งอยู่กับที่
 - เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ในทิศทางเดิม
 - เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ในทิศตรงกันข้ามกับทิศทางเดิม
 - เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ในทิศตรงกันข้ามกับทิศทางเดิม
18. ในการชนกันของวัตถุแบบไม่ยืดหยุ่น ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
- ทั้งโมเมนตัมและพลังงานจลน์มีค่าคงตัว
 - ทั้งโมเมนตัมและพลังงานจลน์มีค่าไม่คงตัว
 - โมเมนตัมมีค่าคงตัว แต่พลังงานจลน์มีค่าไม่คงตัว
 - พลังงานจลน์มีค่าคงตัว แต่โมเมนตัมมีค่าไม่คงตัว
19. มวล 3 และ 2 กิโลกรัม วิ่งสวนทางกันด้วยความเร็ว 12 เมตร/วินาที และ 6 เมตร/วินาที ตามลำดับ ถ้าชนแล้วมวลทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป จงหาขนาดความเร็วหลังชนของมวลทั้งสอง
- 5.2 เมตร/วินาที
 - 4.8 เมตร/วินาที
 - 3.6 เมตร/วินาที
 - 2.4 เมตร/วินาที
20. วัตถุมวล 10 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ชนกับมวล 2 กิโลกรัม ซึ่งวิ่งสวนมาด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที มีผลทำให้มวล 10 กิโลกรัม ลดความเร็วลงเหลือ 1 เมตรต่อวินาที จงหาว่ามวล 2 กิโลกรัม มีความเร็วเท่าใด และเป็นการชนแบบไหน
- 10 เมตรต่อวินาที แบบยืดหยุ่น
 - 15 เมตรต่อวินาที แบบยืดหยุ่น
 - 10 เมตรต่อวินาที แบบไม่ยืดหยุ่น
 - 15 เมตรต่อวินาที แบบไม่ยืดหยุ่น



เฉลย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
เรื่อง โมเมนตัมและการชน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ก	11	ข
2	ข	12	ง
3	ง	13	ค
4	ค	14	ง
5	ข	15	ก
6	ค	16	ก
7	ง	17	ก
8	ข	18	ค
9	ค	19	ข
10	ง	20	ค

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวฉันทรัตน์ พลเยี่ยม
วัน เดือน ปีเกิด	3 เมษายน พ.ศ. 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 138 หมู่ 1 ตำบลหนองใหญ่ อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด 45110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2557	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2560	การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา