

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และศึกษาเจตคติ
ที่มีต่อวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ทิตยา สลีน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤศจิกายน 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ทิตยา สติน ฉบัปนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณี เพชรชื่น)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)

.....กรรมการ
(ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริพร อนุศาสนนันท์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่..... 1 เดือน..... สิงหาคม พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐศิริสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์นฤมล ไกรพงษ์ อาจารย์ศุภพงษ์ คล้ายคลึง อาจารย์ประไพพร ไพโรจน์สรกิจ อาจารย์รัตนภรณ์ จินดาสวัสดิ์ และอาจารย์พรนิกา สุวรรณอำไพ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนมกุฏเมืองราชวิทยาลัย และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณีย์ เพชรชื่น และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาอภิปรายผลงานและให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ทิพา สลีน รุ่นพี่และเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูคุณเวทิตาแด่ บุษปารี บุรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

ทิตยา สลีน

57910143: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้/ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค
การแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ทิตยา สลิน: การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (A STUDY OF PHYSICS ACHIEVEMENT PHYSICS PROBLEM SOLVING SKILL AND EDUCATION ATTITUDE FOR PHYSICS ON MOMENTUM AND COLLISION OF 11th GRADE STUDENTS USING INQUIRY METHOD OF TEACHING ENCHANCED BY USING POLYA'S PROBLEM SOLVING TECHNIQUE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์:
เชษฐ สิริสวัสดิ์, Ed.D., ศรีณย์ ภิบาลชนม์, Ph.D. 240 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมกุฎเมืองราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) มีกลุ่มควบคุม จำนวน 25 คน และกลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน รวมทั้งสิ้น 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสำหรับกลุ่มทดลอง แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สำหรับกลุ่มควบคุม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ และแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of covariance) และสถิติการทดสอบที (*t-test*)

ผลการวิจัย พบว่า

1. ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิค

การแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยาสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยาสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

57910143: MAJOR: SCIENCE EDUCATION; M.Ed. (SCIENCE EDUCATION)

KEYWORDS: INQUIRY METHOD (5E)/ INQUIRY METHOD (5E) ENHANCED BY
USING POLYA'S PROBLEM SOLVING TECHNIQUE

TITTAYA SALIN: A STUDY OF PHYSICS ACHIEVEMENT PHYSICS
PROBLEM SOLVING SKILL AND EDUCATION ATTITUDE FOR PHYSICS ON
MOMENTUM AND COLLISION OF 11th GRADE STUDENTS USING INQUIRY METHOD
OF TEACHING ENCHANCED BY USING POLYA'S PROBLEM SOLVING TECHNIQUE.
ADVISORY COMMITTEES: CHADE SIRISAWAT, Ed.D., SARUN PIBANCHON, Ph.D.
240 P. 2016.

The purpose of this research were to compare physics learning achievement, problem solving skills and to study education attitude towards physics on Momentum and Collision of 11th Grade Students 1) using Inquiry Method (5E) enhanced by using Polya's problem solving technique and 2) using Inquiry Method (5E). The samples of this research were 2 classes of 11th Grade Students of science-math program of Makudmuang Rajchawittayalai School in the second semester, academic year 2015, divided into two groups: a control group of 25 students and the experimental group of 25 students using Cluster Random Sampling. Instruments used in the study were the Inquiry Method (5E) lesson plan with exercises for enhancing problem solving skills, using Polya's problem solving technique for the experimental group, the Inquiry Method (5E) lesson plan for the control group, physics achievement test, physics problem solving skills test and education attitude test towards physics. Data were analyzed by using mean, standard deviation (SD) Analysis of Covariance, and *t-test*.

The results showed that

1. Students' problem solving skills taught by the Inquiry Method (5E) enhancing problem solving skills by Polya's problem solving technique were significantly statistic different with those taught by the Inquiry Method (5E) alone at .05 level.
2. Students' physics learning achievement taught by the Inquiry Method (5E) enhancing problem solving skills by Polya's problem solving technique were significantly statistic different with those taught by the Inquiry Method (5E) alone at .05 level.
3. Students' education attitude towards physics taught by the Inquiry Method (5E) enhancing problem solving skills by Polya's problem solving technique were significantly statistic different with those taught by the Inquiry Method (5E) alone at .05 level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	11
จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.....	13
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	18
ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา.....	22
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	26
เจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	40
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	40
รูปแบบการวิจัย.....	40
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	42
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	42

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	56
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	57
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	57
4 ผลการวิจัย.....	61
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
5 สรุปและอภิปรายผล.....	72
สรุปผลการวิจัย.....	73
อภิปรายผลการวิจัย.....	73
ข้อเสนอแนะ.....	80
บรรณานุกรม.....	81
ภาคผนวก.....	85
ภาคผนวก ก.....	86
ภาคผนวก ข.....	89
ภาคผนวก ค.....	107
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	240

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แบบแผนการทดลองแบบ Randomized control group pretest-posttest design..... 41
2	แบบแผนการทดลองแบบ Posttest-only control group design..... 41
3	การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัม และการชน..... 43
4	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้..... 50
5	วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์..... 53
6	วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักในแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชา ฟิสิกส์..... 55
7	ค่าเฉลี่ยของคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)..... 62
8	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะ การแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)..... 63
9	ค่าเฉลี่ยของคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)..... 64
10	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึก ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)..... 65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
11 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (กลุ่มทดลอง).....	66
12 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (กลุ่มควบคุม).....	68
13 ค่าเฉลี่ยของคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียน เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E).....	70
14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E).....	70
15 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม แรง และการเปลี่ยน โมเมนตัม.....	90
16 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง การดลและแรงดล...	91
17 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม.....	91
18 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง การชนในสองมิติ...	92
19 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 5 เรื่อง การระเบิด.....	92
20 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม.....	93
21 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง การดลและแรงดล...	94
22 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม.....	94

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
23	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง การชนในสองมิติ.... 95
24	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 5 เรื่อง การระเบิด..... 95
25	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน กับจุดประสงค์การเรียนรู้..... 96
26	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะ การแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน..... 97
27	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัม และการชน กับจุดประสงค์การเรียนรู้..... 98
28	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน..... 99
29	ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความที่แสดงถึงเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ในด้านต่าง ๆ.... 100
30	คะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)..... 101
31	คะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)..... 102
32	คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)..... 103
33	คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)..... 104
34	คะแนนเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)..... 105
35	คะแนนเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)..... 106

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge-based society) คนทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจ โลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นและนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์การดูแลสุขภาพ ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืนและที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1) กระทรวงศึกษาธิการได้จัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อให้เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานระดับท้องถิ่นและสถานศึกษาทุกสังกัดที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้นำไปใช้และเป็นกรอบทิศทางในการพัฒนาหลักสูตร และจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้มีคุณภาพด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3) และในการจัดการเรียนการสอน

วิทยาศาสตร์นั้น มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน

มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง เหมาะสมกับระดับชั้น (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 1) โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องในด้านการศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับธรรมชาติ ด้านเทคโนโลยี ด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การคาดคะเนแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด การพยากรณ์อากาศในแต่ละวัน และยังรวมไปถึงอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับยานยนต์ การสร้างถนน การก่อสร้างอาคาร บ้านเรือน ฯลฯ ซึ่งล้วนเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตทั้งสิ้น ที่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานและหลักการทางฟิสิกส์ทั้งสิ้น ดังนั้น เนื้อหาสาระการเรียนรู้ของวิชาฟิสิกส์จึงมีความสำคัญยิ่งสำหรับนักเรียน นักเรียนต้องมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เข้าใจหลักการ ความเป็นมาและรากฐานของวิชาฟิสิกส์เสียก่อน จึงจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาส่วนต่อไปหรือด้านต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น การจัดกระบวนการเรียนรู้มีส่วนสำคัญที่ครูต้องตระหนัก ที่ต้องสอนให้รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้และกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาให้มากที่สุด ตามที่ อรพินท์ ชื่นชอบ (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหตามเทคนิคของโพลยา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การจะพัฒนาคนให้มีปัญญา คิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหานั้น จำเป็นต้องสร้างพื้นฐานด้วยการพัฒนาคุณภาพของการศึกษา จัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่น ให้เด็กได้มีโอกาสเลือกเรียนในสิ่งที่สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด สามารถแสวงหาความรู้และฝึกการปฏิบัติในสภาพที่เป็นจริง รู้จักวิเคราะห์และแก้ปัญหด้วยตนเองได้ เกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่องและสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542, หน้า 48) ดังนั้น แนวทางการแก้ปัญหการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เด็กนักเรียนมีคุณภาพตามที่มุ่งหวัง และไปในแนวทางเดียวกับการจัดการศึกษาของชาติที่มุ่งพัฒนานักเรียนเป็นสำคัญ รวมถึงการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอนในกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจคือ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (อรพินท์ ชื่นชอบ, 2549, หน้า 2) วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีหนึ่งสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักการจัดให้นักเรียนได้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด จากแนวคิด “การเรียนรู้โดยการกระทำ”

ของจอห์น ดิวอี้ (Dewey, n.d. อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2546, หน้า 218) นักปรัชญาและนักการศึกษาชาวอเมริกันที่มีชื่อเสียง ซึ่งเป็นที่มาของวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ดังที่ ทิศนา แคมมณี (2550, หน้า 141) กล่าวว่า “วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิดและลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการและการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น โดยหลักการของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสืบสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) เป็นกระบวนการที่จำเป็นต่อการแสวงหาและศึกษาข้อความต่าง ๆ คำถามที่เหมาะสมสามารถนำนักเรียนไปสู่การค้นพบข้อความใหม่ ๆ ได้” ลักษณะสำคัญของวิธีสอนแบบสืบของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ เป็นวิธีการที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในปัจจุบันที่เน้นทั้งความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง (พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์, 2544, หน้า 57) และการสอนวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้รับทั้งผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ คือ ตัวเนื้อหาคำตอบและควรปลูกฝังกระบวนการแสวงหาความรู้ให้กับนักเรียนในเวลาเดียวกัน ดังนั้น ควรเน้นให้นักเรียนได้รู้จัก และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ เพราะไม่เพียงแต่นักเรียนจะใช้ทักษะเหล่านี้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ความเข้าใจด้านเนื้อหาวิชาที่เรียนเท่านั้น ยังสามารถใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดภายนอกห้องเรียนอีกด้วย โดยวิทยาศาสตร์จะสอนได้ดีที่สุดถ้าใช้ทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540)

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งนอกจากต้องการให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแล้ว ยังต้องการให้นักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการคิด เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ซึ่งรูปแบบการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสนใจนำมาแก้ไขปัญหาคือ นักเรียนขาดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือ รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังนี้ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการปัญหา 3) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และ 4) ตรวจสอบผล/ คำตอบ ซึ่งสามารถทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน จึงเป็นรูปแบบที่ผู้วิจัยสนใจนำมาใช้ร่วมกับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และรูปแบบการแก้ปัญหาคือ โพลยาพบว่า เป็นวิธีสอนที่นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ และทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย เช่น

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จีราวรรณ จันทะศรี (2553) ได้ศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยใช้การจัดประสบการณ์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยรวมและรายด้าน ได้แก่ การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่ต้องแก้ไขทันที การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่ไม่ต้องแก้ไขทันที การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่เกี่ยวข้องกับผู้อื่น และการคิดแก้ปัญหาของผู้อื่นสูงกว่า ก่อนได้รับการจัดประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 วันวิสาข์ ศรีวิไล (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) กับการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) กับการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ทั้งนี้ พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก็เป็นพฤติกรรมที่ควรปลูกฝังให้เกิดกับนักเรียน เพราะเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด เป็นแรงจูงใจในการนำเอาความรู้และทักษะในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการปฏิบัติงาน สภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นมักจะมีเป้าหมายสำคัญเพื่อสอบแข่งขันเข้าเรียนต่อในโรงเรียนดัง ๆ หรือเตรียมสอบเข้าเรียนต่อในมหาวิทยาลัย ดังนั้น นักเรียนส่วนใหญ่จึงเข้าใจว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ต่างอะไรกับการเรียนเนื้อหาความรู้ไว้ท่องจำ เพื่อให้ได้คะแนนดี ๆ ทำให้การเรียนวิทยาศาสตร์ไม่มีความเป็นวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบนี้จึงไม่ส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล และไม่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา กลายเป็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพราะเป็นแค่ความรู้ความจำที่ใช้สอบเท่านั้น การที่นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แบบนี้อาจเป็นสาเหตุให้สังคมไทยมีความเป็นวิทยาศาสตร์น้อยลง เมื่อถึงภาวะของสังคมที่จะต้องตัดสินใจอะไรร่วมกันก็ตัดสินใจโดยขาดความรอบคอบ หรือใช้ความรู้สึกตัดสินใจ อาจทำให้เกิดผลเสียกับนักเรียนและสังคมไทยในระยะยาวได้ ดังนั้น ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านควรรหาแนวทางเพื่อส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตาม

ธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด กระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหา
 อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2550)

จากการที่ผู้วิจัยได้รับผิชอบให้สอนในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 5 เรื่อง โมเมนตัมและการชน พบว่า นักเรียนขาดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จึงส่งผลให้
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่ำ
 และจากสภาพการณ์ข้างต้นจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำรูปแบบการประยุกต์ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะ
 หาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหามาเทคนิคของโพลยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์
 และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัด
 การเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชา
 ฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ
 หาความรู้ (5E)
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธี
 สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิค
 การแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบ
 สืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิค
 การแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

สมมติฐานการวิจัย

1. ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอน
 แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิค
 การแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
2. ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ
 หาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์
 ปัญหาของโพลยา สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

3. เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมกุฏเมืองราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวน 143 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมกุฏเมืองราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) กลุ่มควบคุม จำนวน 25 คน และกลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น: การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์

2.2 ตัวแปรตาม: ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์และเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่อง โมเมนตัมและการชนในวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.1 โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

3.2 การคลและแรงคล

3.3 การชนในหนึ่งมิติและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

3.4 การชนในสองมิติ

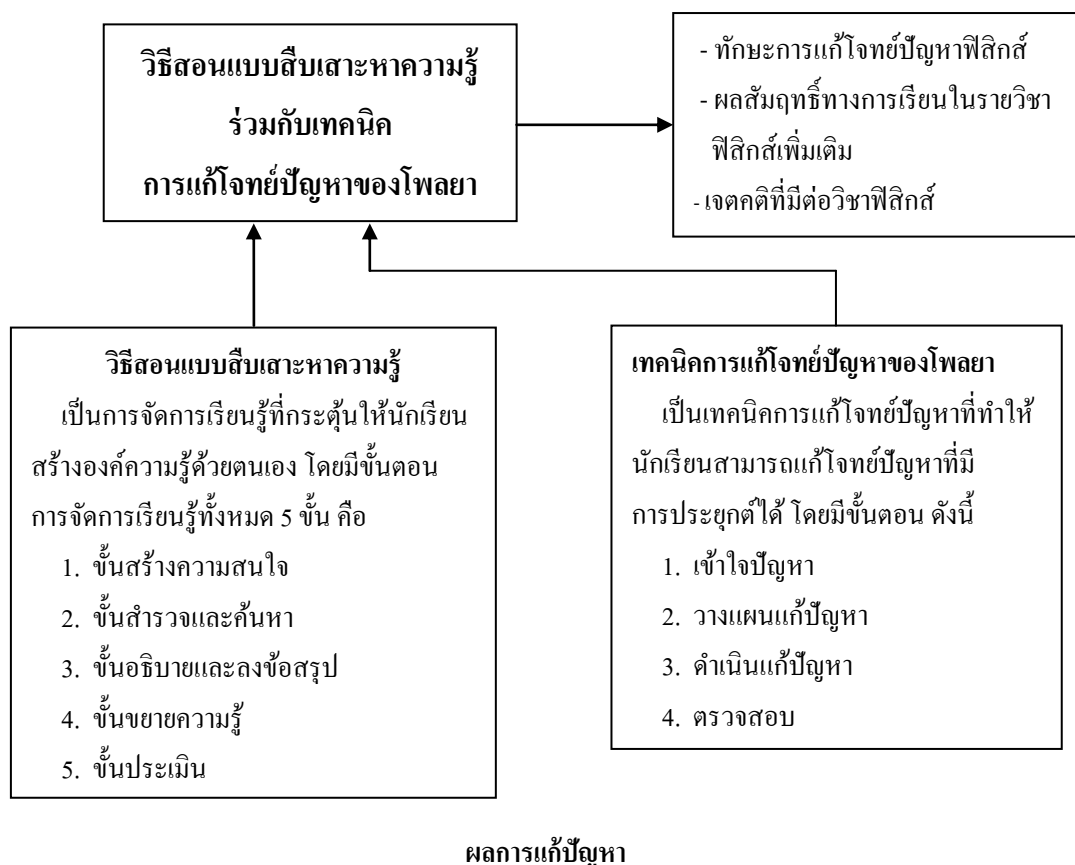
3.5 การระเบิด

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลอง 16 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบความคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโมเมนตัมและการชน ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์สูงขึ้นได้
2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ในรายวิชาอื่น ๆ
3. นักเรียนเห็นความสำคัญในการเรียนวิชาฟิสิกส์และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในวิชาฟิสิกส์ในเรื่องอื่น ๆ ได้

4. นักเรียนสามารถนำทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ได้ในวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เรื่อง โมเมนตัมและการชน ไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องต่อ ๆ ไปได้

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนฟิสิกส์ ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งวัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เป็นผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ (Knowledge) ซึ่งมีทั้งหมด 3 พฤติกรรม ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้

1.1 ความรู้ความจำ คือ ความสามารถในการเก็บรักษามวลประสบการณ์ต่าง ๆ จากการที่ได้รับรู้ไว้และระลึกถึงนั้นได้เมื่อต้องการ

1.2 ความเข้าใจ คือ ความสามารถในการจับใจความสำคัญของสื่อ และสามารถแสดงออกมาในรูปของการแปลความ ตีความ คาดคะเน ขยายความ หรือการกระทำอื่น ๆ

1.3 การนำความรู้ไปใช้ คือ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนสามารถนำความรู้ ประสบการณ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจจึงจะสามารถนำไปใช้ได้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเฉพาะเรื่อง โมเมนตัมและการชน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจำนวน 20 ข้อ

3. ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและระบุวิธีการแก้ปัญหตามขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยา วัดได้จากคะแนนการตอบคำถาม แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

3.1 เข้าใจปัญหา หมายถึง การระบุปัญหาที่กำหนดให้ ทำความเข้าใจในปัญหาว่าปัญหานั้นต้องการทราบอะไร

3.2 วางแผนแก้ปัญหา หมายถึง การมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาว่าการแก้ปัญหา จะใช้วิธีการใดได้บ้างและจะเลือกใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา

3.3 ดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง การเลือกวิธีการและปฏิบัติการตามแผนที่ได้วางไว้ เพื่อหาคำตอบของปัญหา

3.4 ตรวจสอบ หมายถึง การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ และสามารถใช้ผลหรือวิธีการแก้ปัญหากับปัญหาอื่นได้หรือไม่

4. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยมีการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียน ดำเนินการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ เข้าใจปัญหา วางแผน แก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบ โดยแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์มีทั้งหมด 5 สถานการณ์ ได้แก่ โมเมนต์ แรงและการเปลี่ยนโมเมนต์ การดลและแรงดล การชนในหนึ่งมิติและกฎการอนุรักษ์โมเมนต์ การชนในสองมิติ การระเบิด

5. วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนฟิสิกส์ ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จากกิจกรรมที่ครูได้จัดขึ้นเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากคิดแก้ปัญหา โดยการสืบเสาะ สำรวจและใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูมีหน้าที่คอยชี้แนะและช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นั้น ได้ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรม ประกอบด้วย การซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิมเพื่อสร้างคำถาม กำหนดประเด็น ที่ศึกษา

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล

5.3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) นำข้อมูลที่ได้อภิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

5.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม นำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

5.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

6. วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหตามเทคนิคของโพลยา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน โดยเสริมวิธีการแก้ปัญหตามเทคนิคของโพลยา ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ขั้นขยายความรู้

ซึ่งประกอบด้วย 4 ชั้น คือ 1) เข้าใจปัญหา 2) วางแผนแก้ปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหา 4) ตรวจสอบปัญหา

7. เจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้สึกรักของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจ รวมทั้งความตระหนักในคุณค่าของวิชาฟิสิกส์ซึ่งครอบคลุม ความคิดเห็นทั่วไปที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ความสนใจในวิชาฟิสิกส์ การเห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์ ความนิยมชมชอบต่อวิชาฟิสิกส์ การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์

8. แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความรู้สึกรักของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจ รวมทั้งความตระหนักในคุณค่าของวิชาฟิสิกส์ซึ่งครอบคลุม ความคิดเห็นทั่วไปที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ความสนใจในวิชาฟิสิกส์ การเห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์ ความนิยมชมชอบต่อวิชาฟิสิกส์ การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

9. กลุ่มทดลอง หมายถึง นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมกุฎเมืองราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

10. กลุ่มควบคุม หมายถึง นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมกุฎเมืองราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหามาตามเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
3. วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
4. ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. เจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์ (Vision)

จัดการศึกษาให้ผู้เรียนมีคุณภาพและมาตรฐานสากล ในด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและภาษาต่างประเทศ มีคุณธรรมและดำรงชีวิตในวิถีพอเพียง

พันธกิจ (Mission)

1. พัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานสากล ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและภาษาต่างประเทศ
2. สนับสนุนการจัดการเรียนรู้บูรณาการเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาเต็มตามศักยภาพ
3. ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกับชุมชนเพื่อสร้างวิถีชีวิตพอเพียง
4. พัฒนาระบบบริหารจัดการเพื่อให้บริการที่ดี

เป้าประสงค์ (School goal)

1. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับชาติ
2. ผู้เรียนสามารถใช้ภาษาเพื่อการสื่อสาร แสวงหาความรู้ และการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นไป

3. ผู้เรียนมีค่านิยมวิถีชีวิตพอเพียง

ระดับการศึกษา

1. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) จัดเวลาเรียนเป็นรายภาค มีเวลาเรียนวันละไม่เกิน 6 ชั่วโมง
2. ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) จัดเวลาเรียนเป็นรายภาค มีเวลาเรียนวันละไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ ทดลอง อธิบายและอภิปรายเรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม การคลและแรงคล การชน การหมุน ความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม ทอร์กกับการเคลื่อนที่แบบหมุน โมเมนต์ความเฉื่อย พลังงานจลน์ของการหมุน โมเมนตัมเชิงมุมและอัตรา การเปลี่ยนโมเมนตัมเชิงมุม

การทำงานในการหมุน การแกว่งของวัตถุ โมเมนตัมของแรงหรือทอร์ก โมเมนตัมของแรงคู่ควบ สภาพสมดุล เงื่อนไขของสมดุล เสถียรภาพของสมดุล การนำหลักสมดุลไปประยุกต์ สภาพยืดหยุ่น แรงที่ทำให้วัตถุผิดรูป ความเค้นและความเครียด โมดูลัสของยัง การหาค่าโมดูลัสของยังของเอ็นตปลาในกลุ่มน้ำประแส

ความทนแรงของวัตถุ ของไหล ความหนาแน่น ความดันในของเหลว เครื่องมือวัดความดัน ความดันกับชีวิตประจำวัน กฎของพาสคัลและเครื่องอัดไฮดรอลิก แรงลอยตัวและหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวของของเหลวในกลุ่มแม่ น้ำประแส ความหนืด พลศาสตร์ของของไหลของไหลอุดมคติ การไหลของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง สมการของแบร์นูลลี การประยุกต์สมการของแบร์นูลลี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การสำรวจตรวจสอบ การทำนาย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของโมเมนตัมแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง โมเมนตัมกับมวลและความเร็ว ภายใต้งแรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันในการชนกันหรือการระเบิด
2. การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายการเคลื่อนที่แบบหมุน ซึ่งมีความเร่งเชิงมุม ขึ้นอยู่กับทอร์ก และ โมเมนต์ความเฉื่อยในกรณีไม่มีทอร์กกระทำโมเมนตัมเชิงมุมจะคงตัว พลังงานจลน์ของการหมุนขึ้นอยู่กับ โมเมนต์ความเฉื่อยและความเร็วเชิงมุม

3. ตำราตรวจสอบสภาพยืดหยุ่นของของแข็งทุกชนิด โดยมีอัตราส่วนระหว่างความเค้นและความเครียด เรียกว่า ค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่น ความทนแรงของวัตถุ

4. อธิบายความหมายของสมดุลของวัตถุ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อผลรวมของแรงลัพธ์เป็นศูนย์ และผลรวมของทอร์กเป็นศูนย์

5. อธิบายเกี่ยวกับเรื่องของไหล ความหนาแน่น ความดันในของเหลว เครื่องมือวัดความดัน ความดันกับชีวิตประจำวันได้

6. อธิบายเกี่ยวกับกฎของพาสคัลและเครื่องอัดไฮดรอลิกได้

7. อธิบายเกี่ยวกับแรงลอยตัวและหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิว ความหนืดของของเหลวในกลุ่มแม่น้ำประแสได้

8. อธิบายเกี่ยวกับพลศาสตร์ของของไหล ของไหลอุดมคติ การไหลของของไหลอุดมคติได้

9. อธิบายเกี่ยวกับสมการความต่อเนื่อง สมการของแบร์นูลลีและการประยุกต์สมการของแบร์นูลลีได้

ผลการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีดังนี้

1. อธิบายความหมายของโมเมนตัมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับมวลและความเร็ว ภายใต้อิทธิพลของแรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันในการชนกันหรือการระเบิด

จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้

ในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 20 นี้ มีนักคิดและนักจิตวิทยาเกิดขึ้นจำนวนมากและแนวคิดเริ่มมีหลากหลายขึ้น ทฤษฎีการเรียนรู้ในยุคนี้เริ่มมีลักษณะของความเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีการทดลองตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นเป็นลำดับ ทฤษฎีการเรียนรู้ในยุคนี้สามารถจัดเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ (ทิสนา แวมมณี, 2550, หน้า 50-78)

- ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)
- ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม หรือกลุ่มความรู้ความเข้าใจ (Cognitivism)
- ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มมนุษยนิยม (Humanism)
- ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน (Eclecticism)

1. ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)

นักคิดในกลุ่มนี้มองธรรมชาติของมนุษย์ในลักษณะที่เป็นกลาง คือ ไม่ได้ไม่เลย (Neutral-passive) การกระทำต่าง ๆ ของมนุษย์เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมภายนอก พฤติกรรมของมนุษย์เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Stimulus-response) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง กลุ่มพฤติกรรมนิยมให้ความสนใจกับ “พฤติกรรม” มาก เพราะพฤติกรรมเป็นสิ่งที่เห็นได้ชัด สามารถวัดได้และทดสอบได้ ทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มนี้ ประกอบด้วยแนวคิดสำคัญ ๆ 3 แนวด้วยกัน คือ

1.1 ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์

1.2 ทฤษฎีการวางเงื่อนไข ได้แก่ แบบอัตโนมัติของพาฟลอฟและวัตสันแบบต่อเนื่องของกัทธรี แบบวางเงื่อนไขของสกินเนอร์

1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของฮัลล์

2. ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม หรือกลุ่มความรู้ความเข้าใจ (Cognitivism)

กลุ่มพุทธินิยม หรือกลุ่มความรู้ความเข้าใจ หรือกลุ่มที่เน้นกระบวนการทางปัญญาหรือความคิด นักคิดกลุ่มนี้ เริ่มขยายขอบเขตของความคิดที่เน้นทางด้านพฤติกรรมออกไปสู่กระบวนการทางความคิด ซึ่งเป็นกระบวนการภายในของสมอง นักคิดกลุ่มนี้เชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ใช่เรื่องของพฤติกรรมที่เกิดจากกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพียงเท่านั้น การเรียนรู้ของมนุษย์มีความซับซ้อนยิ่งไปกว่านั้น การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดที่เกิดจากการสะสมข้อมูล การสร้างความหมายและความสัมพันธ์ของข้อมูล การดึงข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ในการที่จะสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ตนเอง ทฤษฎีในกลุ่มนี้ที่สำคัญ ๆ มี 5 ทฤษฎี คือ

2.1 ทฤษฎีเกสตัลท์ นักจิตวิทยาคนสำคัญ คือ แมกซ์ เวอร์ไทมเมอร์, วูล์ฟแกงต์ โคห์เลอร์, เคิร์ท คอฟฟ์กา และเคิร์ท เลวิน

2.2 ทฤษฎีสนาม นักจิตวิทยาคนสำคัญ คือ เคิร์ท เลวิน ซึ่งแยกตัวจากกลุ่มทฤษฎีเกสตัลท์ ในระยะหลัง

2.3 ทฤษฎีเครื่องหมายของทอลแมน

2.4 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา นักจิตวิทยาคนสำคัญ คือ เพียเจต์และบรุนเนอร์

2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล

3. ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มมนุษยนิยม (Humanism)

นักคิดกลุ่มมนุษยนิยมให้ความสำคัญของความเป็นมนุษย์ และมองมนุษย์ว่ามีคุณค่า มีความดีงาม มีความสามารถ มีความต้องการ และมีแรงจูงใจภายในที่จะพัฒนาศักยภาพของตน

หากบุคคลได้รับอิสรภาพและเสรีภาพ มนุษย์จะพยายามพัฒนาตนเองไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ นักจิตวิทยาคนสำคัญในกลุ่มนี้คือ มาสโลว์ รอเจอร์ส โคมส์ โนลส์ แฟร์ อิลลิช และนิต

4 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มผสมผสาน (Eclecticism)

กานเย่ เป็นนักจิตวิทยาและนักการศึกษาในกลุ่มผสมผสานระหว่างพฤติกรรมนิยมกับพุทธินิยม เขาอาศัยทฤษฎีและหลักการที่หลากหลาย เนื่องจากความรู้สึกมีหลายประเภท บางประเภทสามารถเข้าใจได้อย่างรวดเร็วไม่ต้องใช้ความคิดที่ลึกซึ้งซึ่งบางประเภท มีความซับซ้อนมาก จำเป็นต้องใช้ความสามารถในขั้นสูง กานเย่ได้จัดชั้นการเรียนรู้ซึ่งเริ่มจากง่ายไปหายาก โดยผสมผสานทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มพฤติกรรมนิยมและพุทธินิยมเข้าด้วยกัน

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (Piaget) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร เขาอธิบายว่าการเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม เพียเจต์เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น (ทิสนา แจมมณี, 2550, หน้า 64-66)

ทฤษฎีการเรียนรู้

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น ดังนี้
 - 1.1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางและยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น
 - 1.2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือ ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด (2-4 ปี) และขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง (4-7 ปี)
 - 1.3 ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

1.4 ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้และสามารถคิดตั้งสมมติฐาน และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

2. ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

3. กระบวนการทางสติปัญญา มีลักษณะ ดังนี้

3.1 การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราวและข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

3.2 การปรับและจัดระบบ (Accommodation) คือ กระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

3.3 การเกิดความสมดุล (Equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญารึ้นในตัวบุคคล

หลักการจัดการศึกษา/ การสอน

1. ในการพัฒนาเด็กควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก และจัดประสบการณ์ให้เด็กอย่างเหมาะสมกับพัฒนาการนั้น ไม่ควรบังคับให้เด็กเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อมหรือยากเกินพัฒนาการตามวัยของตน เพราะจะก่อให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีได้

1.1 การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามวัยของตน สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปสู่พัฒนาการขั้นสูงขึ้นได้

1.2 เด็กแต่ละคนมีพัฒนาการแตกต่างกันถึงแม้อายุจะเท่ากัน แต่ระดับพัฒนาการอาจไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็ก ควรให้เด็กมีอิสระที่จะเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของเขาไปตามระดับพัฒนาการของเขา

1.3 ในการสอนควรใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม เพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจในลักษณะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น แม้ในพัฒนาการช่วงการคิดแบบรูปธรรม เด็กจะสามารถสร้างภาพในใจได้ แต่การสอนที่ใช้อุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรมจะช่วยให้เด็กเข้าใจแจ่มชัดขึ้น

2. การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิด จะช่วยให้ได้ทราบลักษณะเฉพาะตัวของเด็ก

3. ในการสอนเด็กเล็ก ๆ เด็กจะรับรู้ส่วนรวม (Whole) ได้ดีกว่าส่วนย่อย (Part) ดังนั้น ครูจึงควรสอนภาพรวมก่อนแล้วจึงแยกสอนทีละส่วน

4. ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็ก ควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อน แล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การทำเช่นนี้จะช่วยให้กระบวนการซึมซับและจัดระบบความรู้ของเด็กเป็นไปด้วยดี

5. การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมาก ๆ ช่วยให้เด็กดูดซึมข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็ก อันเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก

ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์

Bruner เป็นนักจิตวิทยาที่สนใจและศึกษาเรื่องของพัฒนาการทางสติปัญญาต่อเนื่องจากเพียเจต์ บรูเนอร์ เชื่อว่า มนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตัวเอง (Discovery learning) แนวคิดที่สำคัญ ๆ ของบรูเนอร์ มีดังนี้ (ทศนา เขมมณี, 2550, หน้า 66-68)

ทฤษฎีการเรียนรู้

1. การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก
 2. การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของนักเรียน และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน จะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ
 3. การคิดแบบหยั่งรู้ (Intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้
 4. แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้
 5. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์แบ่งได้เป็น 3 ชั้นใหญ่ ๆ คือ ชั้นการเรียนรู้จากกระทำ ชั้นการเรียนรู้จากความคิด ชั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม
 6. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากกาที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
 7. การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดคือการใช้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- หลักการจัดการศึกษา/ การสอน
1. กระบวนการค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดีที่สุดที่มีความหมายสำหรับนักเรียน
 2. การวิเคราะห์และจัด โครงสร้างเนื้อหาสาระการเรียนรู้ให้เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำก่อนการสอน

3. การจัดหลักสูตรแบบเกลียวช่วยให้สามารถสอนเนื้อหาหรือความคิดรวบยอดเดียวกันแก่นักเรียนทุกวัยได้ โดยต้องจัดเนื้อหาความคิดรวบยอดและวิธีสอนให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการของนักเรียน
4. ในการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มากที่สุด เพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
5. การสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เป็นสิ่งจำเป็นในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แก่นักเรียน
6. การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี
7. การสอนความคิดรวบยอดให้นักเรียนเป็นสิ่งจำเป็น
8. การจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนต์ตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีดังนี้ ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ และทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ผู้วิจัยขอนำเสนอวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ความหมายของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นที่รู้จักกันหลายชื่อ เช่น วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน วิธีสอนแบบสอบสวน วิธีสอนแบบสืบสอบ วิธีสอนแบบสืบเสาะ มาจากภาษาอังกฤษว่า Inquiry method และมีผู้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ ดังนี้

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549, หน้า 28) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่วนครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก

จิราวรรณ จันทะศรี (2553, หน้า 23) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จากกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากคิดแก้ปัญหา โดยการสืบเสาะ สำรวจ และค้นหาคำตอบ ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางคิดแก้ปัญหา ได้ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ โดยครูมีหน้าที่ ส่งเสริมช่วยเหลือ และใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียนคิด เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริง หรือคำตอบ และคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้เหตุผลได้ด้วยตนเอง และสามารถนำการคิดแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

อดุลย์ คำมิตร (2555, หน้า 56) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนเพื่อไปสู่การพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน และรวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วย

วันวิสาข์ ศรีวิไล (2556, หน้า 45) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาคิดค้นขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

จากความหมายของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จากกิจกรรมที่ครูได้จัดขึ้นเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากคิดแก้ปัญหา โดยการสืบเสาะ สำรวจ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูมีหน้าที่คอยชี้แนะและช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเองและสามารถนำความรู้ที่ตนเองได้สร้างขึ้นมากับปัญหาและสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้

ขั้นตอนของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2547, หน้า 6-8) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่า การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การพัฒนาความคิดและความสามารถ โดยอาศัยประสบการณ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสิ่งแวดล้อม ทำให้บุคคลดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขในสังคม ดังนั้น ก่อนที่ครูผู้สอนจะจัดการเรียนการสอน จะต้องตระหนักว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง การเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ฉะนั้น ประสบการณ์ของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียน

ไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น กระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สืบหา ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่าง ๆ จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้จึงต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process)

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะเป็นการพัฒนาให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง สามารถหาความรู้หรือวิเคราะห์ข้อมูลได้ การจัดการให้นักเรียนเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจทำเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษา ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง การค้นพบ

ในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ในเรื่องอื่น ๆ

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความครอบคลุมกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายที่มุ่งหวังได้ ผู้วิจัยจึงใช้เป็นแนวทางการวิจัยครั้งนี้ร่วมกับการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา โดยดำเนินการสอนตามขั้นตอนทั้ง 5 ขั้น คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) และใช้เทคนิคการแก้ปัญหามาเสริมในขั้นขยายความรู้

ข้อดีของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 73) อธิบายถึงข้อดีของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือ ฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์และนักจัดระเบียบ
2. เป็นการค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ
3. ฝึกให้นักเรียนหาวิธีค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. ช่วยให้อาจจำความรู้ได้นานและสามารถถ่ายทอดความรู้ได้
5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้บรรยากาศในการเรียนมีชีวิตชีวา
6. ช่วยพัฒนาอึดทน โน้ตค้นแก่ผู้เรียน
7. พัฒนาให้ผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
8. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

9. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์
10. นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์
11. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
 - สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550, หน้า 142) อธิบายถึงข้อดีของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้
 1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
 2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
 3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวา และสนุกสนานกับการเรียนรู้
 4. ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธี และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 สรุปได้ว่า ข้อดีของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ เน้นการค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจในการศึกษาหาความรู้ ซึ่งเป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญาโดยการเรียนรู้จากการสำรวจ สังเกต ค้นคว้าหาความรู้และคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง ช่วยให้จดจำความรู้ได้ยาวนาน และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

ความหมายของทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

Polya (1957, pp. 4-5) ได้ให้นิยามของการแก้ปัญหาคือ การแก้ปัญหาคือความสามารถพิเศษทางสมอง ซึ่งเป็นพรสวรรค์ของแต่ละบุคคล ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถพิเศษเหนือผู้อื่น

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 332) กล่าวถึงการมองเห็นปัญหาและการหาทางที่จะแก้ปัญหาคือ ประกอบด้วย ความสามารถย่อย ๆ คือ การยอมรับและมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

ประพันธ์ศิริ สุเราร์จ (2543, หน้า 103) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาคือเป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปมประเด็นสำคัญของเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวน สร้างความรำคาญ ความยุ่งยาก ความสับสน และความวิตกกังวล โดยพยายามหาทาง

คลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏและหาหนทางจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาที่ก่อความรำคาญ ความยุ่งยาก สับสนให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549, หน้า 33) กล่าวว่า การแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดหาหนทางในการแก้สิ่งที่เป็นปัญหาที่สร้างความรำคาญ ความยุ่งยาก ความสับสน หรือหาคำตอบของปัญหาที่ไม่รู้มาก่อนทั้งเนื้อหาในวิทยาศาสตร์และปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การยอมรับและมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

ลิขิต สุเมธานุสรณ์ (2556, หน้า 63) กล่าวว่า การแก้โจทย์ปัญหามีกระบวนการที่จะได้มาซึ่งคำตอบ โดยที่ผู้แก้ปัญหาก็ต้องประยุกต์ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ พร้อมทั้งใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามาช่วยในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหานั้น ๆ

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการคิดหาหนทางที่ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่เป็นขั้นตอนมาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา

Polya (1957, pp. 16-27) ได้กล่าวถึงขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาวาดคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นการมองไปที่ตัวปัญหา โดยพิจารณาว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง มีความเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ และคำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด จนกระทั่งสามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ ถ้าหากยังไม่ชัดเจนในโจทย์อาจใช้วิธีการต่าง ๆ ช่วย เช่น การวาดรูป เขียนแผนภูมิ หรือแยกแยะสถานการณ์โดยเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของนักเรียนเอง แล้วแบ่งเงื่อนไขในโจทย์ออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจโจทย์ปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญห (Devising a plan) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาวาดวิธีใด จะแก้ปัญหายังไง นักเรียนจะต้องมองเห็นความสำคัญของข้อมูลต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหายังชัดเจนมากขึ้น ซึ่งเป็นขั้นที่ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ถามกับข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ถ้าหากไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ก็ควรอาศัยหลักการของการวางแผนการแก้ปัญหาวาดนี้

1. โจทย์ปัญหาลักษณะนี้เคยพบมาก่อนหรือไม่และมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาที่เคยทำมาแล้วอย่างไร
2. เคยพบโจทย์ปัญหาลักษณะนี้เมื่อไรและใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา
3. ถ้าอ่านโจทย์ปัญหาครั้งแรกแล้วไม่เข้าใจ ควรอ่าน โจทย์ปัญหาอีกครั้งแล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของปัญหานี้กับปัญหาที่เคยทำมาก่อน ดังนั้น การวางแผนการแก้ปัญหาคือเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่แล้วนำมากำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาด้วยการรู้จักเลือกวิธีการคิดคำนวณ กฎ หรือสูตรที่เหมาะสมมาใช้โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนเพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติ จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking back) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาเป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยพิจารณาและตรวจดูว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอีกวิธีหนึ่งตรวจสอบเพื่อผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าว ๆ แล้วพิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้กะทัดรัดชัดเจนเหมาะสมขึ้นกว่าเดิม ขั้นตอนนี้ครอบคลุมถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านมา ขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม

การแก้ปัญหาก็ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น กรมวิชาการ (2546, หน้า 222-223) ได้เสนอแนะขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเข้าใจปัญหา

ผู้แก้ปัญหาคงต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบในประเด็นต่าง ๆ คือ ปัญหาถามว่าอย่างไร มีข้อมูลใดบ้าง มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างนี้จะช่วยให้ขั้นตอนนี้ดำเนินไปอย่างราบรื่น การจะประเมินว่านักเรียนเข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใดทำได้โดยการกำหนดให้นักเรียนเขียนแสดงถึงประเด็นต่าง ๆ หรือแผนภาพที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น และนำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา ในกรณี

ที่ปัญหาต้องตรวจสอบหรือหาคำตอบจากการทดลอง ขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย การตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลอง หรือตรวจสอบ และอาจรวมทั้งแนวทาง ในการประเมินผลการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล

ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหา และผลที่ได้ถูกต้อง หรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้ถูกต้องก็จะมี การประเมินต่อไปว่าวิธีการนั้นน่าจะ ขอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ หรือไม่ แต่ถ้าพบว่าการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบความสำเร็จ ก็จะต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นที่ 2 แล้วถ้ายังไม่ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลกำหนดให้เพียงพอหรือไม่ เพื่อจะได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา

เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งในด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ในการแก้ปัญหาใด ๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาของกรมวิชาการจะเห็นว่ามีความสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนของโพทยา ซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา 4) ขั้นตรวจสอบ

ดังนั้น งานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และทักษะการแก้โจทย์ ปัญหาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพทยา ได้เสริมการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์โดยนำ ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพทยามาใช้ตามขั้นตอนทั้ง 4 ขั้น คือ 1) ขั้นเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา 4) ขั้นตรวจสอบ โดยนำเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพทยา มาเสริมในวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ขั้นที่ 4 คือ ขั้นขยายความรู้ เนื่องจากเป็นขั้นตอน ที่สามารถเสริมเทคนิคอื่น ๆ เพื่อให้ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า มีการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในงานวิจัย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

พนารัตน์ วัดไทยสง (2544, หน้า 42) วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพทยา ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย โดยกำหนดสถานการณ์

ในรูปโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาลงตามเทคนิคของโพลยา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน 4) การตรวจสอบ

จิราภรณ์ เป็งวงศ์ (2545, หน้า 40) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ โดยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก แบบทดสอบมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อย ซึ่งครอบคลุมขั้นตอนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นค้นพบความจริง ขั้นค้นพบปัญหา ขั้นค้นพบความคิด ขั้นค้นพบคำตอบ และขั้นค้นพบการยอมรับ

สถาปนา เกษมศิลป์ (2546, หน้า 75) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการออกแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ของคิวอี้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมการ ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาวง ขั้นตรวจสอบ และขั้นในการนำไปประยุกต์ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549, หน้า 49) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงฟิสิกส์ แบบอัตนัยที่มีลักษณะให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาวงในสถานการณ์ใหม่ ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาวงของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหาวง 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาวง 4) ขั้นตรวจสอบ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงตามเทคนิคของโพลยา ลักษณะแบบทดสอบมีการกำหนดคำถามที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนดำเนินการคิดแก้ปัญหาวงตามขั้นตอนการแก้ปัญหาวงของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ เข้าใจปัญหา วางแผนปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาวงและตรวจสอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยขอนำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สิ่งที่สามารถบอกถึงผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งจะทราบได้จาก การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

ภพ เลหาโพบูลย์ (2542, หน้า 329) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำหรือกระทำได้น้อยที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่มีการวัดได้

สุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548, หน้า 27) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคลที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

ละออ ปิ่นทอง (2549, หน้า 59) ให้ความหมายว่า คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาขึ้นอันเนื่องเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกและประสบการณ์ ที่ได้รับความรู้ ความสามารถ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่าง ๆ

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549, หน้า 37) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการอบรม สั่งสอน การค้นคว้า ประสบการณ์ต่าง ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ที่แสดงออกถึงความสามารถทางด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการศึกษา ค้นคว้า ประสบการณ์ต่าง ๆ โดยแสดงออกในรูปแบบของด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื่องจากการประเมินผลเป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัดการเรียนรู้ของนักเรียน ในภาพรวม ดังนั้น แนวทางในการวัดและประเมินผลตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาความก้าวหน้าด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่นำมาใช้ เป็นการวัดและประเมินผลซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน คือ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2545, หน้า 31-42)

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านสมองหรือสติปัญญาของบุคคล ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ แบ่งเป็น 6 ระดับเรียงตามลำดับขั้นตอนการเกิดพฤติกรรมจากขั้นต่ำสุด ถึงขั้นสูงสุด คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ดังนี้

1.1 ความรู้-ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถทางสมองในการทรงไว้หรือรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับรู้ไว้ในสมองได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

- 1.1.1 ความรู้ในเรื่องเฉพาะ
- 1.1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ
- 1.1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของเรื่อง สามารถถ่ายทอดเรื่องราวเดิมออกมาเป็นภาษาของตนเองได้โดยที่ยังมีความหมายเหมือนเดิม พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกว่ามีความเข้าใจ มี 3 ลักษณะ คือ

- 1.2.1 การแปลความ
- 1.2.2 การตีความ
- 1.2.3 การขยายความ

1.3 การนำไปใช้ (Application) หมายถึง เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งอาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เคยพบเห็นมาก่อน

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ว่าเรื่องราวหรือสิ่งนั้น ๆ ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผล และที่เป็นไปอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

- 1.4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ
- 1.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์
- 1.4.3 การวิเคราะห์หลักการ

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อเป็นสิ่งใหม่อีกรูปแบบหนึ่งมีคุณลักษณะ โครงสร้างหรือหน้าที่ใหม่ที่แตกต่างไปจากของเดิม แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

- 1.5.1 การสังเคราะห์ข้อความ
- 1.5.2 การสังเคราะห์แผนงาน
- 1.5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินหรือลงข้อสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหา และวิธีการต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

- 1.6.1 ประเมิน โดยอาศัยเกณฑ์ภายใน
- 1.6.2 ประเมิน โดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย

เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความรู้สึกรู้สึกนึกคิดทางจิตใจ อารมณ์และคุณธรรม ของบุคคลซึ่งต้องอาศัยการสร้างหรือปลูกฝังคุณลักษณะนิสัยต่าง ๆ ให้เกิดขึ้น โดยเริ่มจากพฤติกรรม ขั้นแรกที่ย้ายไปหายากซึ่งมี 5 ระดับ คือ การรับรู้ การตอบสนอง การสร้างค่านิยม การจัดระบบ ค่านิยม และการสร้างลักษณะนิสัย ดังนี้

2.1 การรับรู้ (Receiving or attending) เป็นขั้นที่บุคคลรู้สึกว่ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้ แสดงพฤติกรรม และจะเริ่มทำความรู้จักในสิ่งนั้น นั่นคือ เริ่มสนใจและเต็มใจในสิ่งนั้น พฤติกรรม ขั้นนี้มีพฤติกรรมย่อย 3 ขั้น คือ

- 2.1.1 การทำความรู้จัก
- 2.1.2 การเต็มใจที่จะรับรู้
- 2.1.3 การเลือกรับสิ่งเร้าที่ต้องการ

2.2 การตอบสนอง (Responding) เป็นขั้นที่บุคคลแสดงปฏิกิริยาโต้ตอบสิ่งเร้า นั้น ด้วยความยินยอม เต็มใจ พฤติกรรมในขั้นนี้ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 3 ขั้น คือ

- 2.2.1 การยินยอมที่จะตอบสนอง
- 2.2.2 ความเต็มใจที่จะตอบสนอง
- 2.2.3 ความพึงพอใจในการตอบสนอง

2.3 การเกิดค่านิยม (Valuing) เป็นขั้นที่บุคคลมองเห็นคุณค่าของการตอบสนอง สิ่งเร้าหรือประสบการณ์แล้วกลายมาเป็นสิ่งที่ยึดถือของบุคคลในโอกาสต่อไป ขั้นการเกิดค่านิยม ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 3 ขั้น คือ

- 2.3.1 การยอมรับในคุณค่า
- 2.3.2 การชื่นชอบในคุณค่า
- 2.3.3 การสร้างคุณค่า

2.4 การจัดระบบคุณค่า (Organization) เป็นขั้นตอนที่บุคคลนำค่านิยมที่ตนเอง สร้างไว้แล้วมาจัดระบบหรือหมวดหมู่ โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างค่านิยมเหล่านั้นและ ปรับสิ่งที่ขัดแย้งกัน เพื่อนำมาสร้างเป็นค่านิยมสำหรับยึดถือปฏิบัติต่อไป ขั้นการเกิดการจัดระบบ ค่านิยมประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 2 ขั้น คือ

- 2.4.1 การสร้างความคิดรวบยอดของคุณค่า
- 2.4.2 การจัดค่านิยมให้เป็นระบบ

2.5 การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization by a value complex) เป็นขั้นการนำ ค่านิยมที่จัดระบบคุณค่าที่มีในตัวเข้าเป็นระบบที่ถาวรและทำหน้าที่ควบคุมพฤติกรรมของบุคคล

ไม่ว่าจะอยู่ในสถานการณ์ใด ๆ ก็จะได้แสดงพฤติกรรมตามค่านิยมที่ยึดถือตลอดไปสม่ำเสมอ จนเกิดเป็นลักษณะนิสัยประจำตัวของแต่ละบุคคล การสร้างลักษณะนิสัย มี 2 ลักษณะ คือ

2.5.1 การสร้างลักษณะนิสัยชั่วคราว

2.5.2 การสร้างลักษณะนิสัยถาวร

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย

เป็นผลสัมฤทธิ์ที่เน้นความสามารถเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับระบบการใช้งานของ อวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายที่ต้องอาศัยการประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อกับการทำงานของระบบ ประสาทต่าง ๆ ซึ่งเป็นหน่วยสั่งการ เช่น การเคลื่อนไหวอวัยวะต่าง ๆ ในการทำกิจวัตรประจำวัน เล่นกีฬา เล่นดนตรีหรือกิจกรรมอื่น ๆ หากนักเรียนได้ฝึกฝน การทำงานของกล้ามเนื้อและระบบ ประสาทให้มีการประสานสัมพันธ์กัน ย่อมก่อให้เกิดความชำนาญหรือทักษะในการปฏิบัติงาน สามารถจำแนกได้ 2 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 แบ่งลักษณะของพฤติกรรมตามพัฒนาการด้านทักษะพิสัยออกเป็น 5 ระดับ คือ

1. ขึ้นเลียนแบบ
2. การทำโดยยึดแบบ
3. การทำด้วยความชำนาญ
4. การทำในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
5. การแก้ปัญหาได้โดยฉับพลัน

แนวทางที่ 2 แบ่งลักษณะของพฤติกรรมในเรื่องทักษะการเคลื่อนไหว แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ

1. ทักษะการเคลื่อนไหวทั้งร่างกาย
2. ทักษะการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้ประสาทรวม ๆ กัน
3. ทักษะการสื่อสารโดยใช้ท่าทาง
4. ทักษะพฤติกรรมทางด้านภาษา

สรุปว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น สามารถวัดได้ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย โดยด้านพุทธิพิสัยเป็นการวัดจากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ ส่วนด้านจิตพิสัยเป็นการวัดที่เน้นความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะพิสัยเป็นการวัดที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงาน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องมีเครื่องมือวัด ซึ่งเครื่องมือวัดที่นิยมใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ พัฒนาการสอนของครูให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีนักการศึกษาให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ในแนวเดียวกัน ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540, หน้า 28) ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ ความสามารถ จากการเรียนรู้ในอดีตหรือสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมบูรณ์ ดันยะ (2545, หน้า 143) ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทั่วไปไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบ เขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted response type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพมีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความจำ ความเข้าใจ และทักษะที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วว่า บรรลุผลตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

เจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์

ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติ หรือทัศนคติ (Attitude) เป็นพฤติกรรมการวัดด้านเจตพิสัย (Affectivedomain) โดยเน้นในด้านการเห็นความสำคัญและประโยชน์ ด้านการรู้สึกพึงพอใจ และด้านความพร้อมในการเรียน ได้มีผู้ให้ความหมายของเจตคติไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2546, หน้า 14) ได้กล่าวว่า เจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้ทางจิตใจ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลาานพอสมควร และมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ

จिरพันธุ์ ทัศนศรี (2548, หน้า 39) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกอันเป็นสภาวะความพร้อมของจิตใจที่เกิดจากประสบการณ์ซึ่งมีส่วนที่เป็นต่อนามธรรม วัตถุประสงค์ หรือ สมมติธรรมที่กำหนดต่อบุคคลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งในแง่ว่า ชอบหรือไม่ชอบอย่างไรและพร้อมที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็น

พัชรินทร์ ศรีพล (2556, หน้า 60) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคล เมื่อได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งนามธรรมและรูปธรรม ทำให้เกิดความรู้สึกตอบสนองด้วยอาการเต็มใจหรือไม่เต็มใจที่จะทำสิ่งนั้น ๆ และพร้อมที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็นหรือพฤติกรรมต่าง ๆ

สรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งทางบวกและทางลบ เมื่อได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ จนทำให้เกิดความรู้สึกตอบสนองทั้งด้าน สนับสนุนหรือต่อต้านก็ได้

องค์ประกอบของเจตคติ

ลิวิน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 59) กล่าวว่า เจตคติจะมีองค์ประกอบ อะไรบ้างและมีจำนวนเท่าไร นักจิตวิทยามีความเชื่อแตกต่างกันยังไม่มียุทธวิธีแน่นอน เพราะแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มพยายามศึกษาค้นคว้าไปเรื่อย ๆ ปัจจุบันมีแนวความคิดเห็น แตกต่างกันอยู่ 3 กลุ่ม

1. เจตคติมีองค์ประกอบเดียว ตามความคิดหรือแนวความเชื่อนี้พิจารณาได้จากนิยาม เจตคตินั้นเอง กลุ่มนี้จะมองเจตคติเกิดจากการประเมินเป้าของเจตคติว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบ นักจิตวิทยากลุ่มนี้ได้แก่ เทอร์สโตน (Thurstone) แอลพอร์ต (Allport) และคนอื่น ๆ อีกหลายคน

2. เจตคติมีสององค์ประกอบ ตามแนวคิดนี้มองเจตคติประกอบด้วยองค์ประกอบ ด้านสติปัญญา (Cognitive) และความรู้สึก (Affective) นักจิตวิทยาที่สนับสนุนการแบ่งเจตคติ เป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ แคทซ์ (Katz)

3. เจตคติมีสามองค์ประกอบแนวความคิดนี้เชื่อว่าเจตคติมี 3 องค์ประกอบหรือ 3 ส่วน (Three componens) ได้แก่

3.1 ด้านสติปัญญา (Cognitive component) ประกอบด้วย ความรู้ความคิดและ ความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อเป้าเจตคติ

3.2 ด้านความรู้สึก (Affective component) หมายถึง ความรู้สึกหรืออารมณ์ของ คนใดคนหนึ่งที่มีต่อเป้าเจตคติ ว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น พอใจหรือไม่พอใจ หลังจาก การสัมผัสหรือรับรู้เป้าเจตคติแล้ว สามารถแสดงความรู้สึกโดยการประเมินสิ่งนั้นว่าดีหรือไม่ดี

3.3 ด้านพฤติกรรม (Behavioral component) บางทีเรียกว่า Action component เป็นด้านแนวโน้มของการจะกระทำหรือจะแสดงพฤติกรรม เจตคติเป็นพฤติกรรมซ่อนเร้นในขั้นนี้ เป็นการแสดงแนวโน้มของการกระทำต่อเป้าเจตคติเท่านั้น ยังไม่แสดงออกจริง

เครื่องมือการวัดเจตคติ

ลิวิน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 60-63) กล่าวว่า เจตคติเป็นมโนภาพ (Concept) ที่วัดได้ยาก เครื่องมือการวัดจึงมีได้หลายรูปแบบ แล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัด เครื่องมือที่นิยมใช้กันมีอยู่ 5 ชนิด คือ

1. สัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์ หมายถึง การพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย ผู้สัมภาษณ์ที่ดีต้องฟังมากกว่าพูดเสียเองต้องไม่หุบปาก จะยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัดและ

บันทึกไว้ได้อย่างถูกต้อง การสัมภาษณ์ใช้ปากเป็นเครื่องมือสำคัญ ได้ผลอย่างไรบันทึกเอาไว้ การวัดเจตคติโดยการสัมภาษณ์ จะต้องสร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ดีเป็นมาตรฐานก่อน ข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเป้าเจตคติ ที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ต้องการ ได้ข้อคำถามหรือข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติได้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคนและเตรียมเครื่องมือการวัดจึงเป็นสิ่งสำคัญ การวางแผนสร้างข้อคำถามจะต้องคิดถึงระยะเวลา ลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์ด้วย ข้อคำถามควรถามคลุม ทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ประเมินเปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง ลักษณะของการสัมภาษณ์ที่ดี ควรมีลักษณะ ดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์ต้องเป็นการช่วยเหลือหรือกระตุ้นให้ผู้สัมภาษณ์อยากจะตอบและให้คำตอบที่คงที่พอควร คือ ถามให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตื่นตัวอยู่เสมอ อย่าปล่อยให้หลงผิดผู้สัมภาษณ์จะตั้งคำถามให้เป็นที่น่าสนใจแก่ผู้ถูกสัมภาษณ์

1.2 คำถามที่ถามพยายามถามให้ตรงจุดที่สุด หรือเป็นคำถามที่มีความแจ่มชัดว่าผู้สัมภาษณ์ต้องการให้ตอบในแง่ไหนไม่ควรใช้คำถามกว้างเกินไป อาจจะทำให้การลงสรุปได้ยาก

1.3 คำถามควรมีความเชื่อมั่นสูง แม้จะใช้คำถามเดิม ถามซ้ำอีกก็ได้รับคำตอบเหมือนเดิม

1.4 คำถามที่ใช้สัมภาษณ์ควรจะได้คำตอบที่สามารถนำไปขยายอิงสู่เหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้

2. การสังเกต (Observation) การสังเกต คือ การเฝ้ามองดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดมุ่งหมาย เครื่องมือสำคัญของการสังเกตก็คือ ตาและหูนั่นเอง การเฝ้าดูโดยการบันทึกในสมองจะทำให้ลืมเลือนง่าย ข้อยางงาน (Checklist) ที่จะใช้ในการสังเกตจึงควรเตรียมไว้ให้พร้อมการสังเกตที่ดีก็ต้องฝึกเหมือนกัน จึงจะทำหน้าที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ ผู้สังเกตควรจะเป็นที่รับรู้และมีประสาทตาดี มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน

3. การรายงานตนเอง (Self-report) เครื่องมือแบบนี้ต้องการให้ผู้ถูกสอบถามแสดงความรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่เขาได้สัมผัส นั่นคือสิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือเป็นภาพ เพื่อให้ผู้สอบถามแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมานั่นเอง แบบทดสอบหรือมาตรวัดที่ถือว่าเป็นแบบมาตรฐาน (Standard form) เป็นแนวการสร้างของเทอร์สโตน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) ลิเกิต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood) ส่วนการวัดเจตคติแบบรายงานตนเองยังมีวิธีแบบอื่น ๆ อีกมาก แต่ไม่ถือว่าเป็นรูปแบบมาตรฐาน ซึ่งสร้างแล้วจุดมุ่งหมายของการสร้างหรือการวัดเป็นคราว ๆ ไป

4. เทคนิคการจินตนาการ (Projective techniques) แบบนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ สถานการณ์ที่กำหนดให้จะไม่มีการสร้างที่แน่นอนทำให้ผู้สอบจะต้องจินตนาการออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตน แต่ละคนจะแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่น ประเภทให้เติมประโยคให้สมบูรณ์ ภาพนามธรรมเดิมเรื่องราวสั้น ๆ เล่านิทานจากภาพ ฯลฯ การแปลความหมาย อาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้ว ก็พอจะรู้ว่าผู้นั้นมีเจตคติอย่างไรต่อเป้าเจตคตินั้น ๆ

5. การวัดทางสรีระภาพ (Physiological measurement) การวัดด้านนี้อาศัย เครื่องมือไฟฟ้า หรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงสภาพของร่างกาย เช่น การใช้เครื่องกัลป์วานอมิเตอร์ชนิดหนึ่ง เพื่อวัดความต้านทานกระแสไฟฟ้าในผิวหนัง เมื่อคนเกิดการเปลี่ยนแปลงอารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ เรียกว่า มีกระแสไฟฟ้าไหล สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าก็จะสามารถวัดตรวจสอบเปรียบเทียบกับขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติได้ เครื่องมือจับเท็จอาศัยหลักการอันนี้ การจะเชื่อถือได้ขนาดไหนต้องศึกษาให้รอบคอบ อารมณ์ต่าง ๆ อาจศึกษาได้จาก การเปลี่ยนแปลงของลูกตา ค่า ปริมาณของฮอร์โมนบางอย่างก็สามารถบอกอารมณ์ความพอใจหรือไม่พอใจของคนได้

การวัดประเมินผลเจตคติ

บุญธรรม กิจปริดาบริสุทธิ (2542, หน้า 137-138) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวัดเจตคติไว้ดังนี้

1. การศึกษาเจตคติ เป็นการศึกษาความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะคงเส้นคงวา หรืออย่างน้อยเป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่จะไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้น เนื้อหา หรือสิ่งเร้าให้แสดงกิริยาท่าทีออกมาต้องมีโครงสร้างแน่นอน
2. เจตคติเป็นสิ่งที่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง ฉะนั้นการวัดเจตคติจึงเป็นการวัดทางอ้อม จากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือประพฤติอย่างมีระเบียบแบบแผนคงที่ไม่ใช่พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์
3. การศึกษาเจตคติของบุคคลเหล่านั้น ไม่ใช่เป็นการศึกษาแต่เฉพาะ ทิศทาง เจตคติของบุคคลเหล่านั้น แต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของเจตคตินั้นด้วย โดยทั่วไปกำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่องกัน

การวัดเจตคติสามารถทำได้หลายวิธี คือ บางวิธีเน้นความเป็นมิติเดียวกันมากกว่าวิธีอื่น ๆ บางวิธีเน้นทางด้าน การกำหนดช่วงคะแนนเท่ากัน บางวิธีเน้นความสามารถในการสร้าง

ทฤษฎีใหม่ได้ ซึ่งแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสีย แต่ที่นิยมกันได้แก่การวัดของลิเกิต (Likert) เพราะมาตรการวัดเจตคติแบบลิเกิต (Likert scale) วัดโดยใช้ข้อความเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้นแล้วให้บุคคลนั้นแสดงความรู้สึกต่อข้อความดังกล่าวการตอบสนองข้อความนั้นอาจเป็นได้ทั้งเห็นด้วยหรือพอใจ (Favorable) หรือไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น (Unfavorable) หรือแสดงความไม่แน่ใจ (Uncertain) กับข้อความนั้นมีวิธีการสร้างข้อความ โดยเขียนข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะของเรื่องที่จะสอบถามให้ครอบคลุม

ลักษณะที่สำคัญให้ครบถ้วนทุกแง่มุม โดยให้มีข้อความที่แสดงคุณค่าทั้งทางด้านบวกและด้านลบ กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

1. เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree)
2. เห็นด้วย (Agree)
3. ไม่แน่ใจ (Uncertain)
4. ไม่เห็นด้วย (Disagree)
5. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Unstrongly agree)

ให้ผู้ตอบอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อ แล้วแสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อนั้น มากน้อยเพียงใด หรือในระดับใด หรืออีกในหนึ่งให้พิจารณาว่าแต่ละข้อความนั้นกล่าวถึงเรื่องต่าง ๆ ตรงกับระดับความรู้สึกของผู้ตอบในระดับใด ในระดับการให้น้ำหนักคะแนนเพื่อแทนระดับ เจตคติตามวิธีการของลิเกิต (Likert) สามารถให้ได้ 3 วิธี คือ วิธีใช้หลักคะแนนมาตรฐาน วิธีกำหนดค่าน้ำหนัก และวิธีหาผลรวมน้ำหนัก ความเบี่ยงเบน ทั้งสามวิธีจะได้น้ำหนักของความเห็นของบุคคลได้สอดคล้องสัมพันธ์กัน ในเชิงปฏิบัตินิยมกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น คือ กำหนด 5-4-3-2-1 หรือแบบ 4-3-2-1-0 แต่ถ้าข้อความใดกล่าวลบ การให้น้ำหนักความเห็นของข้อความนั้นจะให้กลับเป็น 1-2-3-4-5 หรือ 0-1-2-3-4 เมื่อแต่ละระดับความเห็นของแต่ละข้อความวัดเจตคติมีค่าประจำตายตัว การที่จะหาว่าบุคคลใดมีเจตคติอย่างไร ก็ใช้วิธีรวมน้ำหนัก หรือคะแนนจากการตอบทุกข้อความของแต่ละคน ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบข้อความทั้งหมดมีค่าสูง แสดงว่าระดับเจตคติของบุคคลนั้นต่อสิ่งนั้นเป็นไปในลักษณะพอใจหรือคล้อยตาม แต่ถ้าได้คะแนนหรือน้ำหนักรวมต่ำ แสดงว่าบุคคลนั้นมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นหรือมีความรู้สึกไม่พอใจ หรือคัดค้านในสิ่งนั้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิราวรรณ จันทะศรี (2553) ได้ศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยใช้การจัดประสบการณ์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยรวมและรายด้าน ได้แก่ การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่ต้องแก้ไขทันที การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่ไม่ต้องแก้ไขทันที การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่เกี่ยวข้องกับผู้อื่น และการคิดแก้ปัญหาของผู้อื่นสูงกว่าก่อนได้รับการจัดประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยรวมและรายด้าน ได้แก่ การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่ต้องแก้ไขทันที การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่ไม่ต้องแก้ไขทันที การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่เกี่ยวข้องกับผู้อื่น และการคิดแก้ปัญหาของผู้อื่นสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัชรินทร์ ศรีพล (2556) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ระดับมาก (ระดับ 4)

วันวิสาข์ ศรีวิไล (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) กับการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) กับการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน หลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ระดับ ดี (ระดับ 4)

งานวิจัยต่างประเทศ

Orvik (2003) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ ในมหาวิทยาลัย ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการสอน สืบเสาะหาความรู้ ให้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ ความสำคัญในการสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการทำงาน ผลวิจัย พบว่า วิธีสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักศึกษาใหม่ สาขาวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิชา วิทยาศาสตร์มากขึ้น

Lee (2003) ได้ศึกษาค่านิยมของครูในเรื่องการใช้วิธีสอนแบบแนะแนวทาง วิธีการ แบบค้นพบและวิธีสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า ครูส่วนใหญ่ใช้ทั้งสามวิธีในการสอนในห้องเรียน วิธีการค้นพบแบบแนะแนวทางถูกใช้ บ่อยที่สุดในการสอนวิทยาศาสตร์ ครูส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าองค์ประกอบของทั้งสามวิธีการสอน มีความสำคัญอย่างมากต่อการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา นักเรียนมีส่วนร่วมใน การทำกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาความเข้าใจในมโนคติในวิทยาศาสตร์ ซึ่งมึ ความสัมพันธ์ต่อการประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์

Ebrahim (2004) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนที่เรียนตามปกติ และเรียนแบบสืบเสาะตามวงจรการเรียนรู้ โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะ กลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชา วิทยาศาสตร์ แสดงว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะสามารถนำไปใช้ได้ประสพผลในโรงเรียนประถมศึกษา

อาจกล่าวได้ว่า การนำวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความตื่นตัวในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองตลอดจนสร้างองค์ความรู้ได้ และการนำวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา จะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะปฏิบัติ วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนสูงขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยต่างประเทศที่ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอีกด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการประยุกต์ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหา ตามเทคนิคของโพลยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมกุฏเมืองราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวน 143 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมกุฏเมืองราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) มีกลุ่มควบคุม จำนวน 25 คน และกลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฟิสิกส์และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ

Randomized control group pretest-posttest design (ถ้วน สายยศ และอังกณา สายยศ, 2538, หน้า 250) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบ Randomized control group pretest-posttest design

การสุ่ม	กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
R	E	O ₁	X	O ₂
	C	O ₁	Y	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R แทน การสุ่มหน่วยทดลองเข้ากลุ่ม

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

O₁ แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

O₂ แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของ โพลยา

Y แทน วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ Posttest-only control group design

และในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ได้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Posttest-only control group design (ถ้วน สายยศ และอังกณา สายยศ, 2538, หน้า 254) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แบบแผนการทดลองแบบ Posttest-only control group design

การสุ่ม	กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
R	E	-	X	O ₂
	C	-	Y	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R	แทน	การสุ่มหน่วยทดลองเข้ากลุ่ม
E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
O ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน	วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา
Y	แทน	วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
2. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์
4. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์
5. แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนมกุฎเมืองราชวิทยาลัย โดยกำหนดเนื้อหา เรื่องโมเมนตัมและการชน ซึ่งได้เนื้อหา 5 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัม และการชน

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก
อธิบายความหมายของโมเมนตัม แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับมวลและความเร็วภายใต้แรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันในการชนกันหรือการระเบิด	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - โมเมนตัม - แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม	1. อธิบายความหมายของโมเมนตัมได้ 2. บอกได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไป 3. บอกความหมายของแรงว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมตามสมการ $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$	2	2
อธิบายความหมายของโมเมนตัมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับมวลและความเร็ว ภายใต้แรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันในการชนกันหรือการระเบิด	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 - การดลและแรงดล	4. อธิบายได้ว่าผลคูณของแรงที่ทำให้วัตถุมีการเปลี่ยนโมเมนตัมกับช่วงเวลาที่ใช้เรียกว่าการดล 5. แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุได้ว่าพื้นที่ใต้กราฟคือ ขนาดของการดล	2	12

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	หน้าหลัก
		6. บอกได้ว่า แรงที่กระทำ ต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงคลและ หาแรงคลจากสูตร ที่กำหนดให้โดยถือว่าเป็นแรงคลเฉลี่ย		
อธิบายความหมาย ของโมเมนต์ แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างโมเมนต์กับ มวลและความเร็ว ภายใต้แรงซึ่งเป็นไป ตามกฎการเคลื่อน ที่ข้อที่สามของนิวตัน ในการชนกันหรือ การระเบิด	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3 - การชนในหนึ่งมิติ และกฎการอนุรักษ์ โมเมนต์	7. บอกความหมาย ลักษณะ และประเภทของการชน ใน 1 มิติได้ 8. บอกลักษณะการชนของ วัตถุ 2 สิ่ง ที่เรียกว่า การชนใน 1 มิติได้ 9. บอกได้ว่าการชนใน 1 มิติ ศูนย์กลางมวลของ วัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชน ผ่านศูนย์กลางมวลของ วัตถุที่ถูกชน 10. บอกได้ว่าการชนใน 1 มิติแบบยืดหยุ่น ผลรวมของพลังงานจลน์ ของระบบคงตัว 11. บอกได้ว่าการชนใน 1 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น โมเมนต์ของระบบ คงตัว แต่ผลรวมพลังงาน จลน์ของระบบไม่คงตัว	5	32

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก
		12. บอกความหมายของการชนใน 1 มิติ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้		
		13. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการชนใน 1 มิติ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้		
อธิบายความหมายของโมเมนตัม แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับมวลและความเร็ว ภายใต้แรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน ในการชนกันหรือการระเบิด	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 - การชนในสองมิติ	14. เขียนเวกเตอร์โมเมนตัมการชนของวัตถุในสองมิติได้	4	25
		15. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ชนกันใน 2 มิติได้		
อธิบายความหมายของโมเมนตัม แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับมวลและความเร็ว ภายใต้แรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน ในการชนกันหรือการระเบิด	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 - การระเบิด	16. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ชนกันหรือดีดตัวออกจากกันได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้	3	19

1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาพีลิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 5 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.3.1 สาระสำคัญ

1.3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.3.3 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.3.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.3.4.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.3.4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1.3.4.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1.3.4.4 ขั้นขยายความรู้

โดยแทรกเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ดังนี้

1) ขั้นเข้าใจปัญหา

2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

4) ขั้นตรวจสอบ

5) ขั้นประเมิน

1.3.5 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1.3.6 การวัดและประเมินผล

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาพีลิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาและด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์

การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียน และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการ
การเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสม โดยการนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน
นำมาแปลงเป็นคะแนน ได้ดังนี้

เหมาะสมอย่างยิ่ง	กำหนดคะแนนเป็น 5
เหมาะสม	กำหนดคะแนนเป็น 4
เหมาะสมปานกลาง	กำหนดคะแนนเป็น 3
ไม่เหมาะสม	กำหนดคะแนนเป็น 2
ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง	กำหนดคะแนนเป็น 1

จากนั้นนำคะแนนมาคำนวณ เพื่อหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
ถ้าวัดความเหมาะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้ แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการ
ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพต่อไป

1.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
ในประเด็นที่ยังไม่ผ่าน

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียน
ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้
ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและ
ปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์
เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน
มกุฎเมืองราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ต่อไป

2. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีขั้นตอนการสร้าง
ดังนี้

2.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตร
สถานศึกษา กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนมกุฎเมืองราชวิทยาลัย
โดยกำหนดเนื้อหา เรื่องโมเมนตัมและการชน ซึ่งได้เนื้อหา 5 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง
โดยใช้โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามตารางที่ 2

2.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 5 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

2.3.1 สารสำคัญ

2.3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.3.3 สารการเรียนรู้ (เนื้อหา)

2.3.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.3.4.1 ขั้นสร้างความสนใจ

2.3.4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.3.4.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

2.3.4.4 ขั้นขยายความรู้

2.3.4.5 ขั้นประเมิน

2.3.5 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

2.3.6 การวัดและประเมินผล

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสม โดยการนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน นำมาแปลงเป็นคะแนน ได้ดังนี้

เหมาะสมอย่างยิ่ง	กำหนดคะแนนเป็น 5
เหมาะสม	กำหนดคะแนนเป็น 4
เหมาะสมปานกลาง	กำหนดคะแนนเป็น 3
ไม่เหมาะสม	กำหนดคะแนนเป็น 2
ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง	กำหนดคะแนนเป็น 1

จากนั้นนำคะแนนมาคำนวณ เพื่อหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ถ้าค่าความเหมาะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้ แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพต่อไป

2.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นที่ยังไม่ผ่าน

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน มกุฏเมืองราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์

3.2 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สารระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือและคู่มือ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความคิดและผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์

3.3 วิเคราะห์และกำหนดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบในการวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 4 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้
กับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	หน้าหลัก	พฤติกรรม						จำนวน ข้อสอบ ที่ออก/ ข้อ	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้จริง/ ข้อ
		ความจำ	เข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	ประเมินค่า		
1. อธิบายความหมายของโมเมนต์ได้	15	-	1	-	-	-	-	2	1
2. บอกได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้โมเมนต์เปลี่ยนไป		-	1	-	-	-	-	2	1
3. บอกความหมายของแรงว่า มีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยน โมเมนต์ตามสมการ		-	-	1	-	-	-	2	1
4. อธิบายได้ว่าผลคูณของแรงที่ทำให้ วัตถุมีการเปลี่ยนโมเมนต์ กับช่วงเวลาที่ใช้เรียกว่า การดล	15	-	1	-	-	-	-	2	1
5. แปลความหมายจากกราฟระหว่าง ขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำ ต่อวัตถุได้ว่าพื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดของการดล		-	-	1	-	-	-	2	1
6. บอกได้ว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุ ในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่าแรงดล และหาแรงดลจากสูตรที่กำหนดให้ โดยถือว่าเป็นแรงดลเฉลี่ย		-	-	1	-	-	-	2	1
7. บอกความหมาย ลักษณะและ ประเภทของการชนใน 1 มิติได้	40	1	-	-	-	-	-	2	1
8. บอกลักษณะการชนของวัตถุ 2 สิ่ง ที่เรียกว่า การชนใน 1 มิติได้		-	1	-	-	-	-	2	1
9. บอกได้ว่าการชนใน 1 มิติ ศูนย์กลาง มวลของวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชน ผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน		-	1	-	-	-	-	2	1
10. บอกได้ว่าการชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่น ผลรวมของพลังงาน จลน์ของระบบคงตัว		-	-	1	-	-	-	2	1

ตารางที่ 4 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก	พฤติกรรม						จำนวน ข้อสอบ ที่ออก/ ข้อ	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้จริง/ ข้อ
		ความจำ	เข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	ประเมินค่า		
11. บอกได้ว่าการชนใน 1 มิติแบบ ไม่ยืดหยุ่น โมเมนตัมของระบบ คงตัว แต่ผลรวมพลังงานจลน์ของ ระบบไม่คงตัว		-	-	1	-	-	-	2	1
12. บอกความหมายของการชนใน 1 มิติ และกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม ได้		-	1	-	-	-	-	2	1
13. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการชนใน 1 มิติ และ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้		-	1	1	-	-	-	4	2
14. เขียนเวกเตอร์โมเมนตัมการชน ของวัตถุในสองมิติได้	15	-	-	1	-	-	-	2	1
15. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ชนกันใน 2 มิติได้		-	1	1	-	-	-	4	2
16. คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ชนกันหรือ คิดตัวออกจากกันได้จากสถานการณ์ ที่กำหนดให้	15	1	1	1	-	-	-	6	3
รวม	100	1	9	10	0	0	0	40	20

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน
ประกอบด้วย คำถามและคำตอบ 4 ตัวเลือก

3.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- ตอบถูก ได้ 1
- ตอบผิด ได้ 0

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้

กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหา ตรวจสอบในประเด็นต่อไปนี้เป็น การสื่อความหมายของข้อคำถาม ความเหมาะสมของข้อคำถามในการวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ โดยประเมินค่า ความเหมาะสมและความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.8 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มี ค่าดัชนีความสอดคล้อง .50-1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตั้งแต่ .60 ขึ้นไป

3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชน มาแล้วที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ มาตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-211) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ถึง 1.00 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-211)

3.11 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

3.12 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้ค่าประมาณความเชื่อมั่นของเครื่องมือจากสูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .82

3.13 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาครั้งต่อไป

4. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้
- 4.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และการวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์
- 4.2 ศึกษาเทคนิคในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์
- จากหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์
- 4.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน ชุดละ 3 ข้อ เพื่อใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและใช้ในการทดสอบหลังเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบ จำนวน 6 ข้อ ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ที่ครอบคลุมองค์ประกอบของการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ขั้นเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบ ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 5 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

สถานการณ์	เข้าใจปัญหา	วางแผนแก้ปัญหา	ดำเนินการแก้ปัญหา	ตรวจสอบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	1	1	1	1
- โมเมนตัม				
- แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม				
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	1	1	1	1
- การคลและแรงคล				
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	1	1	1	1
- การชนในหนึ่งมิติและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (การชนในหนึ่งมิติ)				
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	1	1	1	1
- การชนในหนึ่งมิติและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม)				
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	1	1	1	1
- การชนในสองมิติ				
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	1	1	1	1
- การระเบิด				

4.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดผล เพื่อตรวจสอบลักษณะ ในเรื่อง สถานการณ์ การใช้คำถามภาษาที่ใช้เนื้อหา เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) โดยแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ .80

4.6 พิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มี ค่าดัชนีความสอดคล้อง .50-1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

4.7 นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

4.8 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-211) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ถึง 1.00 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-211)

4.9 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ทั้งฉบับ โดยการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค โดยแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .88

4.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

5. แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

5.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติ

5.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และนำหนักในแบบวัด โดยมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ดังนี้

5.2.1 ความคิดเห็นทั่วไปที่มีต่อวิชาฟิสิกส์

5.2.2 การเห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์

5.2.3 ความสนใจในวิชาฟิสิกส์

5.2.4 ความนิยมชมชอบต่อวิชาฟิสิกส์

5.2.5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์
วิเคราะห์เนื้อหา องค์ประกอบของเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และน้ำหนักในแบบวัดเจตคติที่มีต่อ
วิชาฟิสิกส์

ตารางที่ 6 วิเคราะห์เนื้อหาขององค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักในแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์

เนื้อหาขององค์ประกอบของเจตคติ ที่มีต่อวิชาฟิสิกส์	น้ำหนัก	ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive)	ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)	รวม
1. ความคิดเห็นทั่วไปที่มีต่อวิชา ฟิสิกส์	20	3 (2)	3 (2)	6 (4)
2. ความสนใจในวิชาฟิสิกส์	20	3 (2)	3 (2)	6 (4)
3. การเห็นความสำคัญของวิชา ฟิสิกส์	20	3 (2)	3 (2)	6 (4)
4. ความนิยมชมชอบต่อวิชา ฟิสิกส์	20	3 (2)	3 (2)	6 (4)
5. การแสดงออกหรือมีส่วนร่วม ในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชา ฟิสิกส์	20	3 (2)	3 (2)	6 (4)
รวม	100	15 (10)	15 (10)	30 (20)

5.3 สร้างแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ตามวิธีการวัดของลิเกิต (Likert) ซึ่งเป็น
ข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประกอบด้วย
ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 30 ข้อ การให้คะแนน
แต่ละข้อมีเกณฑ์ให้คะแนน โดยกำหนด ดังนี้

ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive)

5 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วย

3 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

2 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

1 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)

5 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

3 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

2 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วย

1 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5.4 นำแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งข้อเสนอแนะคือ ควรให้ข้อคำถามเชิงนิเสธ สลับกับข้อคำถามเชิงนิเสธ

5.5 นำแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอน วิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และด้านการวัดประเมินผล ทำการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาเป็นรายข้อ แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50-1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) โดยแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ .60 ขึ้นไป

5.6 ปรับปรุงแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

5.7 คัดเลือกแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ จำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าดัชนี

ความสอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.8 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
2. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์และแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน
3. ดำเนินการสอนตามแผนการประยุกต์ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหามาตามเทคนิคของโพลยาเรื่อง โมเมนตัมและการชน ใช้เวลาในการสอน 16 ชั่วโมง

กับกลุ่มทดลอง และประยุกต์ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับกลุ่มควบคุม โดยผู้วิจัย เป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน และวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ โดยใช้ แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์

5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ แบบทดสอบ วัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน และแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา วิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยใช้ในการทดสอบ One-way ANOVA

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชา ฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยใช้ในการทดสอบ One-way ANCOVA

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้ เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยใช้ในการทดสอบ Independent samples *t-test*

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน

1. หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306)

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

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307)

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

SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum (X - \bar{X})^2$ แทน ผลรวมของคะแนนลบด้วยคะแนนเฉลี่ย
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

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

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach (สม โภชน์ อนุช, 2556, หน้า 108)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อ

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้ค่าประมาณความเชื่อมั่นของเครื่องมือจากสูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (สม โภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 108)

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_x^2} \right\}$$

r_u แทน ค่าประมาณความเชื่อมั่นของเครื่องมือจากสูตร KR-20

k แทน จำนวนข้อในเครื่องมือวัด

p_i แทน ค่าความยากของข้อที่ i

q_i แทน $1-p_i$

S_x^2 แทน ค่าความแปรปรวนของค่าที่ได้จากการวัด

4. ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โดยใช้สูตร (สม โภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 107)

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

r_{xy} แทน ค่าอำนาจจำแนก

X แทน คะแนนรวม

Y แทน คะแนนรายข้อ

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

5. ค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้สูตร (สม โภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 106)

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

P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

6. ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โดยใช้สูตร (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2545)

$$r = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

- r แทน ค่าอำนาจจำแนก
- S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
- S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
- X_{\max} แทน คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด
- X_{\min} แทน คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด
- N แทน จำนวนผู้สอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

7. ค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้สูตร (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2545)

$$P_d = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

- P_d แทน คำนี้นค่าความยาก
- S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
- S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
- X_{\max} แทน คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด
- X_{\min} แทน คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด
- N แทน จำนวนผู้สอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
SD	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t
F	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน F -distribution
p	แทน ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
SS	แทน ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of squares)
MS	แทน ค่าเฉลี่ยของผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
df	แทน ระดับชั้นแห่งความอิสระ
*	แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE)

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE)

3. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ได้ผลดังตารางที่ 7-ตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

กลุ่ม	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		(คะแนนเต็ม 36 คะแนน)	SD	(คะแนนเต็ม 36 คะแนน)	SD
ทดลอง	25	13.56	2.35	28.00	3.98
ควบคุม	25	13.28	2.48	20.88	4.37

จากตารางที่ 7 พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ก่อนเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มีค่า $\bar{X} = 13.56$, $SD = 2.35$ และหลังเรียนมีค่า $\bar{X} = 28.00$, $SD = 3.98$ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ก่อนเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มีค่า $\bar{X} = 13.28$, $SD = 2.48$ และหลังเรียน มีค่า $\bar{X} = 20.88$, $SD = 4.37$

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะ การแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

แหล่งความแปรปรวน	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Corrected model	977.522	2	488.761	46.427	0.000
Intercept	137.059	1	137.059	13.019	0.001
Pretest	343.842	1	343.842	32.661	0.000
Group	577.550	1	577.550	54.861*	0.000
Error	494.798	47	10.528		
Total	31338.000	50			
Corrected total	1472.320	49			

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 พบว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทักษะการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ได้ผลดังตารางที่ 9-ตารางที่ 10

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยของคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน
ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์
โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE)

กลุ่ม	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		(คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	SD	(คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	SD
ทดลอง	25	6.92	1.12	14.96	1.86
ควบคุม	25	6.56	1.29	11.80	1.92

จากตารางที่ 9 พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์
ปัญหาของโพลยา ก่อนเรียนมีผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ มีค่า $\bar{X} = 6.92$, $SD = 1.12$ และหลังเรียน
มีค่า $\bar{X} = 14.96$, $SD = 1.86$ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้ (SE) ก่อนเรียนมีผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ มีค่า $\bar{X} = 6.56$, $SD = 1.29$ และหลังเรียน
มีค่า $\bar{X} = 11.80$, $SD = 1.92$

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึก
ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
Corrected model	258.459	2	129.230	162.746	.000
Intercept	24.728	1	24.728	31.142	.000
Pretest	133.639	1	133.639	168.300	.000
Group	86.612	1	86.612	109.076*	.000
Error	37.321	47	0.794		
Total	9247.000	50			
Corrected total	295.780	49			

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 พบว่า ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธี
สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิค
การแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์
ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิค
การแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ สูงกว่าการจัดการเรียนรู้
ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธี
สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิค
การแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ได้ผลดังตารางที่ 11-ตารางที่ 12

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (กลุ่มทดลอง)

เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์	กลุ่มทดลอง ($n = 25$)		
	\bar{X}	SD	ระดับ
ความคิดเห็นทั่วไปที่มีต่อวิชาฟิสิกส์			
1. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ทำนายต่อการพิสูจน์ ค้นคว้า ทดลอง	4.48	0.51	มาก
2. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.12	0.67	มาก
3. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้	4.56	0.51	มากที่สุด
4. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ	4.16	0.69	มาก
เฉลี่ย	4.33	0.60	มาก
ความสนใจในวิชาฟิสิกส์			
1. ข้าพเจ้าชอบใช้เวลาว่างในการศึกษาหาความรู้ทางด้านฟิสิกส์	4.52	0.51	มากที่สุด
2. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อต้องเรียนวิชาฟิสิกส์	4.16	0.69	มาก
3. ข้าพเจ้าจะเกิดความกระตือรือร้นเมื่อเรียนวิชาฟิสิกส์	4.52	0.51	มากที่สุด
4. ข้าพเจ้ารู้สึกท้อว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ไม่น่าศึกษาต่อ	4.20	0.71	มาก
เฉลี่ย	4.35	0.61	มาก
การเห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์			
1. การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้นักเรียนนำไปใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาต่อในระดับสูงได้	4.56	0.51	มากที่สุด
2. การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้ไม่มีความปลอดภัยในการดำรงชีพ	4.24	0.72	มาก
3. การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้นักเรียนสามารถทำนายการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้	4.64	0.49	มากที่สุด
4. การเรียนวิชาฟิสิกส์ไม่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต	4.16	0.69	มาก
เฉลี่ย	4.40	0.60	มาก

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์	กลุ่มทดลอง ($n = 25$)		
	\bar{X}	SD	ระดับ
ความนิยมชมชอบต่อวิชาฟิสิกส์			
1. ข้าพเจ้าชอบพัฒนาความรู้ทางฟิสิกส์อยู่เสมอ	4.64	0.49	มากที่สุด
2. ข้าพเจ้าไม่ชอบที่จะติดตามข่าวความก้าวหน้าทางฟิสิกส์	4.16	0.69	มาก
3. ข้าพเจ้าชอบหาเวลาว่างไปสนทนาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์กับผู้อื่น	4.60	0.50	มากที่สุด
4. ข้าพเจ้าไม่ชอบสนทนาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์กับผู้อื่น	4.16	0.69	มาก
เฉลี่ย	4.39	0.59	มาก
การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์			
1. ข้าพเจ้ามักนำความรู้ทางฟิสิกส์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	4.64	0.49	มากที่สุด
2. การเรียนวิชาฟิสิกส์ข้าพเจ้าฟังที่ครูอธิบายเท่านั้น ไม่ค้นคว้าเพิ่ม	4.12	0.67	มาก
3. ข้าพเจ้าชอบทำการบ้านวิชาฟิสิกส์ด้วยตนเอง	4.60	0.50	มากที่สุด
4. ถ้าได้รับมอบหมายให้ค้นคว้าเกี่ยวกับฟิสิกส์ข้าพเจ้าจะพยายาม หลีกเลี่ยง	4.08	0.70	มาก
เฉลี่ย	4.36	0.59	มาก

จากตารางที่ 11 พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์โดยภาพรวมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.37$) โดยมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์มากที่สุดในด้านการเห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์ รองลงมา คือ ความนิยมชมชอบต่อวิชาฟิสิกส์ การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ ความสนใจในวิชาฟิสิกส์ และความคิดเห็นทั่วไปที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ตามลำดับ

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (กลุ่มควบคุม)

เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์	กลุ่มควบคุม ($n = 25$)		
	\bar{X}	SD	ระดับ
ความคิดเห็นทั่วไปที่มีต่อวิชาฟิสิกส์			
1. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ทำลายต่อการพิสูจน์ ค้นคว้า ทดลอง	3.88	0.83	มาก
2. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	3.24	0.83	ปานกลาง
3. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้	3.80	0.87	มาก
4. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ	3.32	0.80	ปานกลาง
เฉลี่ย	3.56	0.83	มาก
ความสนใจในวิชาฟิสิกส์			
1. ข้าพเจ้าชอบใช้เวลาว่างในการศึกษาหาความรู้ทางด้านฟิสิกส์	3.80	0.76	มาก
2. ข้าพเจ้ามีความรู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อต้องเรียนวิชาฟิสิกส์	3.44	0.71	ปานกลาง
3. ข้าพเจ้าจะเกิดความกระตือรือร้นเมื่อเรียนวิชาฟิสิกส์	3.68	0.69	มาก
4. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ไม่น่าศึกษาต่อ	3.28	0.79	ปานกลาง
เฉลี่ย	3.55	0.74	มาก
การเห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์			
1. การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้นักเรียนนำไปใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาต่อในระดับสูงได้	4.48	0.51	มาก
2. การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้ไม่มีความปลอดภัยในการดำรงชีพ	3.40	0.82	ปานกลาง
3. การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้นักเรียนสามารถทำนายการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้	3.84	0.62	มาก
4. การเรียนวิชาฟิสิกส์ไม่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต	3.36	0.76	ปานกลาง
เฉลี่ย	3.77	0.68	มาก

ตารางที่ 12 (ต่อ)

เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์	กลุ่มควบคุม ($n = 25$)		
	\bar{X}	SD	ระดับ
ความนิยมชมชอบต่อวิชาฟิสิกส์			
1. ข้าพเจ้าชอบพัฒนาความรู้ทางฟิสิกส์อยู่เสมอ	3.68	0.69	มาก
2. ข้าพเจ้าไม่ชอบที่จะติดตามข่าวความก้าวหน้าทางฟิสิกส์	3.44	0.77	ปานกลาง
3. ข้าพเจ้าชอบหาเวลาว่างไปสนทนาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์กับผู้อื่น	3.84	0.69	มาก
4. ข้าพเจ้าไม่ชอบสนทนาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์กับผู้อื่น	3.32	0.85	ปานกลาง
เฉลี่ย	3.57	0.75	มาก
การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์			
1. ข้าพเจ้ามักนำความรู้ทางฟิสิกส์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	3.72	0.68	มาก
2. การเรียนวิชาฟิสิกส์ข้าพเจ้าฟังที่ครูอธิบายเท่านั้น ไม่ค้นคว้าเพิ่ม	3.28	0.84	ปานกลาง
3. ข้าพเจ้าชอบทำการบ้านวิชาฟิสิกส์ด้วยตนเอง	4.00	0.71	มาก
4. ถ้าได้รับมอบหมายให้ค้นคว้าเกี่ยวกับฟิสิกส์ข้าพเจ้าจะพยายาม หลีกเลี่ยง	3.24	0.83	ปานกลาง
เฉลี่ย	3.56	0.77	มาก

จากตารางที่ 12 พบว่า กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์โดยภาพรวมในระดับมาก ($\bar{X} = 3.60$) โดยมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์มากที่สุดในด้าน การเห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์ รองลงมา คือ ความนิยมชมชอบต่อวิชาฟิสิกส์ ความคิดเห็นทั่วไปที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์และความสนใจในวิชาฟิสิกส์ ตามลำดับ

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยของคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียน เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

กลุ่ม	N	หลังเรียน	
		\bar{X}	SD
ทดลอง	25	4.33	0.449
ควบคุม	25	3.71	0.455

จากตารางที่ 13 พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยาหลังเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ มีค่า $\bar{X} = 4.33$, $SD = 0.449$ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หลังเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ มีค่า $\bar{X} = 3.71$, $SD = 0.455$

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

แหล่งความแปรปรวน	n	\bar{X}	SD	df	t	p
กลุ่มทดลอง	25	4.33	0.449	48	4.883*	.000
กลุ่มควบคุม	25	3.71	0.455	47.993		

* $p < .05$

จากตารางที่ 14 พบว่า เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน

กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมกุฏเมืองราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) มีกลุ่มควบคุม จำนวน 25 คน และกลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย (ก่อนเรียนและหลังเรียน) จำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย (ก่อนเรียนและหลังเรียน) จำนวน 3 ข้อ และแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ โดยประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมิตและข้อคำถามเชิงนิเสธ รวมทั้งสิ้นจำนวน 20 ข้อ การดำเนินการทดลองเลือกแผนการวิจัยแบบ Randomized control group pretest-posttest design เปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) โดยใช้สถิติ One-way ANCOVA และ Independent samples *t*-test ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา สรุปผลการวิจัย และมีประเด็นอภิปราย ดังนี้

1. ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยผ่านกระบวนการสร้างอย่างมีระบบตามหลักการสร้างแบบฝึก สำหรับการจัดลำดับเนื้อหาที่เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ได้นำเสนอจากง่ายไปหายากและเป็นไปตามลำดับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา นักเรียนได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาจนเกิดทักษะ ตลอดทั้งแบบฝึกที่สร้างขึ้น ยึดหลักจิตวิทยาและหลักการเรียนรู้ คือ หลักการฝึกหัด

โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหลาย ๆ ครั้ง โดยจะทำให้ให้นักเรียนมีพัฒนาการทางสติปัญญาจนเกิดทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Piaget (n.d. อ้างถึงใน สถาปนา เกษมศิลป์, 2546) ที่ว่าการเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามเพียเจต์เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น ซึ่งพัฒนาการของเด็กนั้นยังขึ้นกับการฝึกฝนอีกด้วย หลักการสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ดังคำกล่าวของ Maslow (n.d. อ้างถึงใน สถาปนา เกษมศิลป์, 2546) ที่ว่า มนุษย์ทุกคนมีความต้องการพื้นฐานตามธรรมชาติเป็นลำดับขั้น คือ ขั้นความต้องการทางร่างกาย (Physical need) ขั้นความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety need) ขั้นความต้องการความรัก (Love need) ขั้นความต้องการยอมรับและการยกย่องจากสังคม (Esteem need) และขั้นความต้องการที่จะพัฒนาศักยภาพของตนอย่างเต็มที่ (Self-actualization) หากความต้องการขั้นพื้นฐานได้รับการตอบสนองอย่างพอเพียงสำหรับตนในแต่ละขั้น มนุษย์จะสามารถพัฒนาตนไปสู่ขั้นที่สูงขึ้น นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ยังช่วยให้นักเรียนได้ฝึกตีความ การแปลความ การสรุปความไปตามขั้นตอน ตลอดจนการวางแผนในการคิดหาคำตอบและเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ยังเป็นหลักการที่มีกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเข้าใจปัญหา เป็นการมองที่ตัวปัญหา พิจารณาว่าโจทย์ปัญหาต้องการอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง มีเงื่อนไขอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับคำตอบของปัญหานั้นและอยู่ในรูปแบบใดบ้าง โดยการใช้วิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหา ดังนี้ 1) เป็นโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาที่เคยแก้ปัญหามาหรือไม่ และจะใช้ทฤษฎีหรือสูตรคำนวณใดแก้ได้หรือไม่ 2) พิจารณาส่งที่ไม่รู้ในโจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และดูว่าจะใช้วิธีที่เคยประสบมาใช้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ปัญหามา 3) ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้งและวิเคราะห์ เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยประสบมาหรือไม่ ขั้นตอนที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่จะลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนและเพิ่มรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจสอบปัญหา เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปที่ยื่นต่าง ๆ

ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา มีวิธีแก้ปัญหาลักษณะอื่นอีกหรือไม่ พิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาลักษณะที่รัด ชัดเจน เหมาะสมดีขึ้นกว่าเดิม นักเรียนจะฝึกฝนแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ด้วยตนเองได้

จากที่กล่าวมาจะพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาช่วยพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนได้ดีขึ้น โดยพบว่า ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สามารถพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ก่อนเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มีค่า $\bar{X} = 13.56$, $SD = 2.35$ และหลังเรียน มีค่า $\bar{X} = 28.00$, $SD = 3.98$ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ก่อนเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มีค่า $\bar{X} = 13.28$, $SD = 2.48$ และหลังเรียน มีค่า $\bar{X} = 20.88$, $SD = 4.37$ โดยจะพบว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

โดยผลวิจัยดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของอรพินท์ ชื่นชอบ (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของจิราวรรณ จันทะศรี (2553) ได้ศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยใช้การจัดประสบการณ์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบสืบเสาะ

หาความรู้ มีทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยรวมและรายด้าน ได้แก่ การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่ต้องแก้ไขทันที การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่ไม่ต้องแก้ไขทันที การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่เกี่ยวข้องกับผู้อื่น และการคิดแก้ปัญหาของผู้อื่นสูงกว่าก่อนได้รับการจัดประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยรวมและรายด้าน ได้แก่ การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่ต้องแก้ไขทันที การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่ไม่ต้องแก้ไขทันที การคิดแก้ปัญหาของตนเองที่เกี่ยวข้องกับผู้อื่น และการคิดแก้ปัญหาของผู้อื่นสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าก่อนเรียนนักเรียนยังไม่มี ความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหา ไม่สามารถคิดวิเคราะห์หาคำตอบได้อย่างมีเหตุผลและ เป็นขั้นตอนหรือเป็นระบบ อีกทั้งยังไม่มีตรวจสอบคำตอบว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ แต่เมื่อได้เรียนรู้วิธีการ โดยมีขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเข้าใจปัญหา ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจสอบปัญหา การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ตามขั้นตอนดังกล่าว ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถแก้โจทย์ ปัญหาวิชาฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัย จัดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยนักเรียนได้ศึกษาคิด ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาจากใบความรู้ สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้ว และการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ยังมีส่วนช่วยในการยกระดับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนให้สูงขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้และฝึกค้นหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความกล้าที่จะหาคำตอบของโจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เพื่อให้ได้ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของออร์พินท์ ชื่นชอบ (2549, หน้า 28) ที่กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด

ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่วนครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก และแนวคิดของจิราวรรณ จันทะศรี (2553, หน้า 23) ที่กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จากกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากคิดแก้ปัญหา โดยการสืบเสาะ สำรวจ และค้นหาคำตอบ ใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางคิดแก้ปัญหาได้ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ โดยครูมีหน้าที่ส่งเสริมช่วยเหลือ และใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียนคิด เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงหรือคำตอบ และคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้เหตุผลได้ด้วยตนเอง และสามารถนำการคิดแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากที่กล่าวมาจะพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนได้ดีขึ้น โดยพบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) และนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ก่อนเรียนมีผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ มีค่า $\bar{X} = 6.92$, $SD = 1.12$ และหลังเรียน มีค่า $\bar{X} = 14.96$, $SD = 1.86$ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ก่อนเรียนมีผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ มีค่า $\bar{X} = 6.56$, $SD = 1.29$ และหลังเรียน มีค่า $\bar{X} = 11.80$, $SD = 1.92$ โดยจะพบว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

โดยผลวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของวันวิสาข์ ศรีวิไล (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง พืชสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SE) กับการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SE) กับการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค

STAD ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ระดับดี (ระดับ 4) งานวิจัยของ Orvik (2003) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับนักศึกษาระดับมัธยมศึกษา ในมหาวิทยาลัย ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ให้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ ความสำคัญในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการทำงาน ผลการวิจัย พบว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักศึกษาใหม่ สาขาวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น งานวิจัยของ Lee (2003) ได้ศึกษาค่านิยมของครูในเรื่องการใช้วิธีสอนแบบแนะแนวทาง วิธีการแบบค้นพบ และวิธีสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า ครูส่วนใหญ่ใช้ทั้งสามวิธีในการสอนในห้องเรียน วิธีการค้นพบแบบแนะแนวทางถูกใช้บ่อยที่สุดในการสอนวิทยาศาสตร์ ครูส่วนใหญ่มีความเชื่อว่างค์ประกอบของทั้งสามวิธีการสอนมีความสำคัญอย่างมากต่อการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาความเข้าใจในโมเดลในวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อการประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยของ Ebrahim (2004) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนที่เรียนตามปกติ และเรียนแบบสืบเสาะตามวงจรการเรียนรู้ โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะ กลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แสดงว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะสามารถนำไปใช้ได้ประสพผลในโรงเรียนประถมศึกษา

3. เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมหลากหลาย มีการใช้สื่อการเรียนการสอนที่เร้าความสนใจของนักเรียน มีกิจกรรมการทดลองที่เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวที่นักเรียนควรรู้ และนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้นั้น ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ กิจกรรมส่วนใหญ่จะเน้นการมีส่วนร่วมและการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเพื่อนนักเรียน นักเรียนกับผู้วิจัย

ทำให้นักเรียนมีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นมากขึ้น นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ส่งผลให้นักเรียนเห็นความสำคัญและอยากที่จะทดลองตามกิจกรรมที่ผู้วิจัยจัดให้ เมื่อนักเรียนได้เรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจ นักเรียนก็จะมีความสุขในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนการสอนส่งผลให้มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Bruner (n.d. อ้างถึงใน สถาปนา เกษมศิลป์, 2546) ที่กล่าวว่า มนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตัวเอง (Discovery learning) โดยจากการสังเกตพบว่านักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมและการเรียนเป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น และมีความรู้สึที่ดีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ ดังคำกล่าวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2546, หน้า 14) ที่ว่า เจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้ทางจิตใจ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลาพอสมควรและมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ

จากที่กล่าวมา จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา สามารถพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์มากที่สุดในด้านการเห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์ รองลงมา คือ ความนิยมชมชอบต่อวิชาฟิสิกส์ การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ ความสนใจในวิชาฟิสิกส์และความคิดเห็นทั่วไปที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ตามลำดับ

โดยผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรินทร์ ศรีพล (2556) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการสอน โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอน โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอน โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือระดับมาก (ระดับ 4)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลวิจัยไปใช้

1. ในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้น ก่อนเริ่มดำเนินการสอน ควรมีการประชุมนิเทศนักเรียนให้เกิดความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการจัดกิจกรรม เพื่อให้สามารถปฏิบัติได้ถูกต้องและไม่เกิดปัญหาหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ มีขั้นตอนและรายละเอียดค่อนข้างมาก

2. ในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก โดยแต่ละกระบวนการครูผู้สอนควรปรับยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยที่นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเองหรือกลุ่ม เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความคิดความสามารถของตนเอง ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ รวมทั้งความพร้อมทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม สติปัญญาและพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างถูกต้อง เหมาะสม เต็มตามศักยภาพ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับรายวิชาฟิสิกส์ในเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ โดยเฉพาะเรื่องที่มีการสอดแทรกโจทย์ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีพื้นฐานที่ดีในการแก้โจทย์ปัญหา ช่วยเพิ่มทักษะในการแก้ปัญหานั้นที่พบเจอในชีวิตประจำวัน และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ดีขึ้นต่อไป

2. ควรทำการศึกษาวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ร่วมกับวิธีการสอนอื่น ๆ ที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *แนวทางปฏิรูปการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ*. กรุงเทพฯ: ที.เอส.บี. โปรดักส์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จिरพันธุ์ ทศนศรี. (2548). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอน โดยรูปแบบชิปปากับแบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิราภรณ์ เป็งวงศ์. (2545). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จิราวรรณ จันทะศรี. (2553). *การศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยใช้การจัดประสบการณ์แบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ทิสนา แจมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ. (2542). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: B and B Publishing.
- ประพันธ์ศิริ สุเรารัจ. (2543). *คิดเก่ง สมองไว*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พนารัตน์ วัลไทยสง. (2544). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พัชรินทร์ ศรีพล. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น
(5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:
แฮส ออฟ เดอร์มิสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธี และเทคนิค
การสอน 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2540). การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (พิมพ์ครั้งที่ 2).
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น.
- ละออ ปิ่นทอง. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนาของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยใช้วิธีสอนตามรูปแบบการสอนแบบกลุ่ม
ร่วมมือกิจกรรม STAD กับวิธีสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- ลิจิต สุเมธานุสรณ์. (2556). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสมการ โดยจัด
การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ของ โพลยาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพฯ:
สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วันวิสาข์ ศรีวิไล. (2556). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง
พืชสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนแบบผสมผสานระหว่าง
วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) กับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD.
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยบูรพา.

- ศุภพงษ์ คล้ายคลึง. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะ การทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2547). *คู่มือครูสาระ การเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- สถาปนา เกษมศิลป์. (2546). *การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตร และการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมบูรณ์ ดันยะ. (2545). *การประเมินทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สมโภชน์ อนนทสุข. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2550). *21 วิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อดุลย์ คำมิตร. (2555). *การพัฒนาชุดการเรียนการสอนที่เน้นวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และเทคนิคเอสคิวสามอาร์ เรื่องสารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- อรนุช ศรีสะอาด. (2546). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษาโครงการตำรา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อรพินท์ ชื่นชอบ. (2549). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหตามเทคนิคของโพลยา*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Ebrahim, A. (2004). *The effects of traditional learning and a learning cycle inquiry learning strategy on students science achievement and attitudes toward elementary science*. Retrieved from <http://proquest.umi.com/pqdweb>
- Lee, D. (2003). *An analysis of K-5 teachers' beliefs regarding the uses of direct instruction, the discovery method, and the inquiry method in elementary science education*. Retrieved from <http://proquest.umi.com/pqdweb>
- Orvik, L. (2003). *The effects of explicit inquiry instruction on Freshman college science majors' understanding of the nature of science*. Retrieved from <http://proquest.umi.com/pqdweb>
- Polya, G. (1957). *How to solve it* (3rd ed.). New York: Doublebay Anchor Books.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ
- ตัวอย่างหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

1. นางนฤมล ไกรพงษ์
 ครูชำนาญการ ผู้สอนวิชาเคมี
 โรงเรียนมกุฏเมืองราชวิทยาลัย
 อำเภอแกลง จังหวัดระยอง
 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
2. นายศุภพงษ์ คล้ายคลึง
 ครูชำนาญการพิเศษ ผู้สอนวิชาฟิสิกส์
 โรงเรียนมกุฏเมืองราชวิทยาลัย
 อำเภอแกลง จังหวัดระยอง
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
3. นางประไพพร ไพโรจน์ศรีกิจ
 ครูชำนาญการพิเศษ ผู้สอนวิชาฟิสิกส์
 โรงเรียนมกุฏเมืองราชวิทยาลัย
 อำเภอแกลง จังหวัดระยอง
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้
 วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
4. นางสาวรัตนภรณ์ จินดาสวัสดิ์
 พนักงานมหาวิทยาลัย ผู้สอนวิชาฟิสิกส์
 โรงเรียนสาริต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
 อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้
 วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ
 แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์
 โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
5. นางสาวพรนิกา สุวรรณอำไพ
 ครูชำนาญการพิเศษ ผู้สอนวิชาฟิสิกส์
 โรงเรียนแกลง “วิทย์สถาวร”
 อำเภอแกลง จังหวัดระยอง
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล

(สำเนา)

ที่ ศธ 6621/ ว.2224

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

19 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวทิตยา สลีน นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาและโพลยา โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ภาคผนวก ข

- การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
- การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
- การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน
- การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน
- การวิเคราะห์แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของข้อความที่แสดงถึงเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ในด้านต่าง ๆ
- ผลคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
- ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
- ผลคะแนนเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์

การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ตารางที่ 15 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	5	4.4	มาก
3. สาระสำคัญ	4	4	5	5	5	4.6	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	4.6	มากที่สุด
5. การวัดผลและประเมินผล	4	4	5	4	4	4.2	มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4	4	3	4	4	3.8	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก
8. แบบบันทึกหลังสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก

ตารางที่ 16 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง การดูแลและแรงจูงใจ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.4	มาก
3. สาระสำคัญ	5	4	4	5	5	4.6	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	4	5	5	4	5	4.6	มากที่สุด
5. การวัดผลและประเมินผล	5	4	4	4	4	4.2	มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้	3	4	4	4	4	3.8	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน	5	4	4	4	4	4.2	มาก
8. แบบบันทึกหลังสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก

ตารางที่ 17 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.6	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
5. การวัดผลและประเมินผล	5	4	4	4	4	4.2	มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.0	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก
8. แบบบันทึกหลังสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก

ตารางที่ 18 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง การชนในสองมิติ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					เฉลี่ย	ระดับ ความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.6	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	4	4	5	5	5	4.6	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
5. การวัดผลและประเมินผล	4	4	5	4	4	4.2	มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.0	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก
8. แบบบันทึกหลังสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก

ตารางที่ 19 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 5 เรื่อง การระเบิด

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					เฉลี่ย	ระดับ ความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	4	5	5	4	5	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.4	มาก
3. สาระสำคัญ	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.6	มากที่สุด
5. การวัดผลและประเมินผล	5	4	4	4	4	4.2	มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.0	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน	5	4	4	4	4	4.2	มาก
8. แบบบันทึกหลังสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก

การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้ (5E)

ตารางที่ 20 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม แรงและ
การเปลี่ยนโมเมนตัม

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					เฉลี่ย	ระดับ ความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	5	4.4	มาก
3. สาระสำคัญ	4	4	5	5	5	4.6	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	4	4	5	4	4.4	มาก
5. การวัดผลและประเมินผล	4	4	5	4	4	4.2	มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.0	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก
8. แบบบันทึกหลังสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก

ตารางที่ 21 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง การดลและแรงดล

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					เฉลี่ย	ระดับ ความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.4	มาก
3. สาระสำคัญ	5	4	4	5	5	4.6	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	4	5	5	4	5	4.6	มากที่สุด
5. การวัดผลและประเมินผล	5	4	4	4	5	4.4	มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	5	4.2	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน	5	4	4	4	4	4.2	มาก
8. แบบบันทึกหลังสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก

ตารางที่ 22 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					เฉลี่ย	ระดับ ความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.6	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
5. การวัดผลและประเมินผล	5	4	4	4	4	4.2	มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.6	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนการสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก
8. แบบบันทึกหลังสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก

ตารางที่ 23 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง การชนในสองมิติ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.4	มาก
3. สาระสำคัญ	5	4	5	4	5	4.6	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.6	มากที่สุด
5. การวัดผลและประเมินผล	5	4	4	4	4	4.2	มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.4	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก
8. แบบบันทึกหลังสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก

ตารางที่ 24 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 5 เรื่อง การระเบิด

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	5	5	4	5	4	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.4	มาก
3. สาระสำคัญ	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	4	5	5	4	5	4.6	มากที่สุด
5. การวัดผลและประเมินผล	5	4	5	4	4	4.4	มาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4	5	4	4	4	4.2	มาก
7. สื่อการเรียนการสอน	4	4	5	4	4	4.2	มาก
8. แบบบันทึกหลังสอน	4	4	4	4	4	4.0	มาก

การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ตารางที่ 25 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน กับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	0	1	1	1	1	4	0.80
2	0	1	1	1	1	4	0.80
3	0	1	1	1	1	4	0.80
4	0	1	1	1	1	4	0.80
5	0	1	1	1	1	4	0.80
6	0	1	1	1	1	4	0.80

จากตารางได้แบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตั้งแต่ .80 ขึ้นไป

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ตารางที่ 26 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ข้อที่	ค่า p	ค่า r
1	.51	.54
2	.50	.44
3	.44	.51
4	.52	.52
5	.41	.46
6	.43	.42

หมายเหตุ: ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .88

การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน
เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ตารางที่ 27 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัม
และการชน กับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC $\sum R/N$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	0	1	1	4	0.80
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00
6	1	1	1	1	1	5	1.00
7	1	0	1	1	1	4	0.80
8	0	1	0	1	1	3	0.60
9	1	0	1	0	1	3	0.60
10	1	0	0	1	1	3	0.60
11	0	1	1	1	0	3	0.60
12	1	1	0	1	1	4	0.80
13	1	0	1	1	1	4	0.80
14	1	1	1	1	1	5	1.00
15	1	1	1	1	1	5	1.00
16	1	1	1	1	1	5	1.00
17	1	1	1	1	1	5	1.00
18	1	1	1	1	1	5	1.00
19	1	1	1	1	1	5	1.00
20	1	1	1	1	1	5	1.00

จากตารางได้แบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตั้งแต่ .60 ขึ้นไป การวิเคราะห์
ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง
โมเมนตัมและการชน

ตารางที่ 28 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ข้อที่	ค่า p	ค่า r
1	.57	.47
2	.60	.53
3	.57	.47
4	.57	.47
5	.57	.60
6	.60	.40
7	.57	.47
8	.57	.47
9	.57	.47
10	.53	.53
11	.63	.33
12	.57	.47
13	.67	.27
14	.47	.40
15	.53	.40
16	.57	.33
17	.63	.47
18	.50	.47
19	.60	.27
20	.60	.40

หมายเหตุ: ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .82

การวิเคราะห์แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของข้อความ
ที่แสดงถึงเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ในด้านต่าง ๆ

ตารางที่ 29 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความที่แสดงถึงเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ในด้านต่าง ๆ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC $\sum R/N$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	0	1	1	1	4	0.80
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00
6	1	1	1	1	1	5	1.00
7	1	1	1	1	1	5	1.00
8	1	1	0	1	1	4	0.80
9	1	1	1	1	1	5	1.00
10	1	1	1	1	1	5	1.00
11	1	0	0	1	1	3	0.60
12	1	1	1	1	0	4	0.80
13	0	1	1	1	1	4	0.80
14	1	0	1	1	1	4	0.80
15	1	1	1	1	1	5	1.00
16	1	1	1	1	1	5	1.00
17	1	1	1	1	1	5	1.00
18	1	1	1	1	1	5	1.00
19	1	1	1	1	1	5	1.00
20	1	1	1	1	1	5	1.00

จากตารางได้แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความ
ที่แสดงถึงเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ในด้านต่าง ๆ ตั้งแต่ .60 ขึ้นไป

ผลคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (กลุ่มทดลอง)

ตารางที่ 30 คะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	14	21	14	15	30
2	15	22	15	16	31
3	16	24	16	13	29
4	14	29	17	10	25
5	17	25	18	14	28
6	15	30	19	11	29
7	13	31	20	14	32
8	14	29	21	10	26
9	15	33	22	12	29
10	17	32	23	14	34
11	14	28	24	8	18
12	12	29	25	10	24
13	16	32			

หมายเหตุ: ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 13.56 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 28.00 คะแนน

ผลคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน
จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
(5E) (กลุ่มควบคุม)

ตารางที่ 31 คะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน (คะแนนเต็ม
36 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	7	11	14	14	21
2	14	19	15	13	18
3	14	20	16	14	26
4	13	18	17	14	25
5	12	19	18	13	22
6	15	20	19	14	20
7	16	24	20	15	30
8	13	20	21	14	21
9	14	21	22	14	22
10	11	20	23	13	19
11	14	23	24	15	20
12	16	28	25	5	10
13	15	25			

หมายเหตุ: ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 13.28 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 20.88 คะแนน

ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึก ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (กลุ่มทดลอง)

ตารางที่ 32 คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	7	13	14	6	14
2	4	10	15	7	16
3	6	13	16	8	17
4	7	15	17	7	16
5	8	16	18	8	17
6	8	17	19	8	16
7	5	12	20	7	15
8	6	14	21	7	14
9	8	18	22	8	16
10	6	14	23	8	17
11	7	15	24	7	16
12	7	13	25	5	14
13	8	16			

หมายเหตุ: ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 6.92 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 14.96 คะแนน

ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (กลุ่มควบคุม)

ตารางที่ 33 คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการชน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	6	11	14	7	13
2	7	12	15	6	12
3	7	13	16	8	14
4	8	14	17	8	14
5	5	10	18	3	7
6	8	14	19	6	11
7	4	8	20	7	10
8	5	10	21	7	11
9	6	12	22	6	10
10	6	11	23	8	13
11	7	13	24	7	12
12	8	14	25	7	14
13	7	12			

หมายเหตุ: ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 6.56 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 11.80 คะแนน

ผลคะแนนเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (กลุ่มทดลอง)

ตารางที่ 34 คะแนนเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

คนที่	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนหลังเรียน
1	4.35	14	4.50
2	4.55	15	4.65
3	4.45	16	4.20
4	4.55	17	4.20
5	4.10	18	4.30
6	4.25	19	4.50
7	4.55	20	4.30
8	4.35	21	4.45
9	4.35	22	4.25
10	4.20	23	4.50
11	4.30	24	4.20
12	4.25	25	4.55
13	4.30		

หมายเหตุ: ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 4.36 คะแนน

ผลคะแนนเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (กลุ่มควบคุม)

ตารางที่ 35 คะแนนเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
(คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

คนที่	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนหลังเรียน
1	3.75	14	3.40
2	3.35	15	3.50
3	3.55	16	3.85
4	3.60	17	3.65
5	3.70	18	3.40
6	3.10	19	3.40
7	3.70	20	3.90
8	3.80	21	3.80
9	3.65	22	3.60
10	3.50	23	3.35
11	3.35	24	3.75
12	3.90	25	3.75
13	3.75		

หมายเหตุ: ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 3.60 คะแนน

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
- แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์
- แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์
- แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

(แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะ
การแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา)

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวทิตยา สลีน

มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ
มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้
ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 ทดลองและอธิบายหลักการของการชนใน 1 มิติ
การชนใน 2 มิติ การชนใน 3 มิติและโมเมนตัม รวมทั้งคำนวณและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของโมเมนตัมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับมวลและ
ความเร็ว ภายใต้แรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันในการชนกันหรือการระเบิด

จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

- 1) อธิบายความหมายของโมเมนตัมได้
- 2) บอกได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไป
- 3) บอกความหมายของแรงว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมตามสมการ

$$F = (\Delta P) / (\Delta t)$$

ทักษะ/ กระบวนการ

- 1) ทำกิจกรรมเกี่ยวกับโมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัมได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) ความสนใจใฝ่รู้
- 2) ความมุ่งมั่นในการทำงาน
- 3) ความซื่อสัตย์

4) รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น

5) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระสำคัญ

โมเมนตัมเป็นปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ใช้บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็ว โมเมนตัมของวัตถุหาได้จากผลคูณของมวลและความเร็ว โมเมนตัมมีหน่วยกิโลกรัม เมตรต่อวินาที อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุกับเวลา หมายถึงการที่แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุที่ขณะใด ๆ จะมีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุที่ขณะนั้นทั้งขนาดและทิศทาง หรือ $F = dp/dt$

สาระการเรียนรู้

โมเมนตัม (Momentum: P) คือ ผลคูณระหว่างระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเป็นปริมาณหนึ่งที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อให้ \vec{p} คือ โมเมนตัมของวัตถุ

m คือ มวลของวัตถุ

\vec{v} คือ ความเร็วของวัตถุ

โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางตามทิศของความเร็ว มีหน่วยเป็นกิโลกรัมเมตรต่อวินาที ในการทำให้วัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่งพบว่า วัตถุที่มีโมเมนตัมมากต้องออกแรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันที่เรียกว่า กฎของความเฉื่อย สามารถเขียนในรูปโมเมนตัมได้ว่า โมเมนตัมของวัตถุคงตัวเสมอ นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุนั้น

เมื่อวัตถุมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว \vec{u} มีแรงคงตัว \vec{F} กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนเป็น \vec{v} จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \text{และ} \quad \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{\Delta t}$$

ดังนั้น

$$\vec{F} = \frac{m(\vec{v} - \vec{u})}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t} \quad \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ	\vec{F}	คือ	แรงลัพธ์ที่คงตัวที่กระทำต่อวัตถุมวล m
	$m\vec{u}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุก่อนออกแรงกระทำ
	$m\vec{v}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุหลังออกแรงกระทำ
	$m\vec{v} - m\vec{u}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลา Δt
	$\frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไปใน 1 หน่วยเวลา หรืออัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

สรุปได้ว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ เท่ากับอัตราการเปลี่ยน โมเมนตัมของวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง

การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
ความรู้ 1) อธิบายความหมายของโมเมนตัมได้ 2) บอกได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไป 3) บอกความหมายของแรงว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมตามสมการ $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$	การตรวจใบงาน	แบบบันทึกการตรวจใบงาน	ระดับดีขึ้นไป
ทักษะ/ กระบวนการ 1) ทำกิจกรรมเกี่ยวกับโมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัมได้	การประเมินทักษะการทำกิจกรรม	แบบประเมินทักษะการทำกิจกรรม	ระดับดีขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความมุ่งมั่นในการทำงาน 3) ความซื่อสัตย์ 4) รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น 5) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	การสังเกตพฤติกรรมในระหว่างเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	ระดับดีขึ้นไป

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
1) ขั้นสร้าง ความสนใจ	1.1 ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ 1.2 ครูกล่าวถึงประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเล่นกีฬาบางประเภทมาแล้ว เช่น บาสเกตบอล ห่วงยาง จะเห็นว่าในการออกแรงรับลูกบอลหรือห่วงยางที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่าง ๆ กัน ขนาดของแรงที่ใช้รับวัตถุในแต่ละครั้งต่างกันด้วย 1.3 ครูตั้งปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรมรับดูงทราบว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการที่ออกแรงต่างกันเพื่อรับวัตถุนั้น ขึ้นกับปริมาณใดบ้าง (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด) และนักเรียนคิดว่ามวลและความเร็ว มีผลต่อแรงต้านอย่างไร ให้นักเรียนลองทำกิจกรรมการรับดูงทราบ	ชุดกิจกรรม การทดลอง การรับดูงทราบ	10 นาที

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
2) ขั้นสำรวจและค้นหา	<p>2.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมการรับถุงทรายตามเอกสารในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 2 หน้า 58 โดยการรับถุงทราย 1 ถุง ที่ตกจากตำแหน่งระดับความสูงต่างกัน จากนั้นทำกิจกรรมโดยการรับถุงทราย 1 ถุง และถุงทราย 2 ถุงซึ่งผูกติดกัน ที่ตกจากตำแหน่งระดับความสูงเท่ากัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบแรงที่รับถุงทรายในแต่ละครั้ง ซึ่งผลการทำกิจกรรมมีดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - เมื่อมวลเท่ากัน แต่ถ้าตกจากตำแหน่งระดับความสูงต่างกัน จะมีความเร็วต่างกันและมีแรงที่รับถุงทรายต่างกันด้วย - เมื่อมวลต่างกัน แต่ถ้าตกจากตำแหน่งระดับความสูงเท่ากัน จะมีความเร็วเท่ากันและแรงที่ใช้รับถุงทรายต่างกันด้วย 	ชุดกิจกรรม การทดลอง การรับ ถุงทราย	30 นาที
3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	<p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันนำผลจากการทำกิจกรรมมาอภิปรายเพื่อหาผลสรุปว่า</p> <p>3.1.1 เมื่อปล่อยถุงทรายมวลเท่ากันให้ตกจากตำแหน่งที่ระดับความสูงต่างกัน ถุงทรายที่ปล่อยจากตำแหน่งที่สูงกว่าจะมีความเร็วขณะกระทบมือมากกว่าและแรงที่ใช้รับถุงทรายจากตำแหน่งที่สูงกว่ามีค่ามากกว่าด้วย</p> <p>3.1.2 เมื่อปล่อยถุงทรายที่มีมวลต่างกันจากตำแหน่งระดับความสูงเท่ากัน ถุงทรายจะตกกระทบมือด้วยความเร็วเท่ากัน แรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลมากจะมีค่ามากกว่าแรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลน้อย</p> <p>3.1.3 จากผลสรุปทั้ง 2 ข้อ สามารถสรุปรวมได้ว่าแรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งแรงดังกล่าวเรียกว่า “โมเมนตัม” และมีสูตรในการคำนวณ คือ $P = mv$</p>	หนังสือเรียน รายวิชา เพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2	30 นาที

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
4) ขั้นขยายความรู้	<p>4.1 ครูแจกเอกสารใบความรู้เรื่อง โมเมนตัม แรง และการเปลี่ยน โมเมนตัม ให้กับนักเรียน พร้อมทั้งให้ความรู้ให้นักเรียนเรื่อง โมเมนตัมว่า ผลคูณระหว่างมวลกับความเร็ว เรียกว่า โมเมนตัม ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็วและมีหน่วยกิโลกรัม เมตรต่อวินาที โดยโมเมนตัมของวัตถุเป็นปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ใช้บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ</p> <p>4.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม โดยใช้สถานการณ์ว่า</p> <p>4.2.1 ในการเตะฟุตบอลที่หยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็วที่ต่างกัน จะต้องออกแรงแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร</p> <p>4.2.2 ในการรับลูกฟุตบอลซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน ผู้รับจะต้องออกแรงรับเพื่อให้ลูกฟุตบอลหยุดนิ่งด้วยแรงต่างกันหรือไม่ อย่างไร</p> <p>4.2.3 จากกรณีนี้เราจะสรุปได้ว่าอย่างไร (แรงที่กระทำต่อวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ)</p> <p>4.3 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาโมเมนตัมแรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม โดยใช้การแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา และยกตัวอย่างปัญหาพร้อมแสดงวิธีการแก้ปัญหาคตามเทคนิคของโพลยา</p> <p>4 ขั้นตอน ตลอดจนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาคแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจ</p>	<p>1. ใบความรู้เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม</p> <p>2. ใบงานเรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม</p>	40 นาที

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
	<p>ตัวอย่าง จงหาโมเมนตัมของรถจักรยานมวล 24 กิโลกรัม ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 48 เมตร/วินาที</p> <p>ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>ครูอธิบายว่าขั้นนี้นักเรียนจะต้องบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (มวล 24 กิโลกรัม ความเร็ว 48 เมตร/วินาที) และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบจากปัญหา (โมเมนตัมของรถจักรยาน)</p> <p>ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา</p> <p>เป็นการหาแนวทางว่าจะใช้วิธีการใดได้บ้าง (วาดรูป, คำนวณ) และนักเรียนจะเลือกใช้วิธีการใดเพื่อแก้ปัญหา (คำนวณ)</p> <p>ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 จากปัญหาสามารถทำได้ ดังนี้</p> <p>จาก $P = mv$</p> <p>$P = (24)(48)$</p> <p>$P = 1152$ กิโลกรัม.เมตร/วินาที</p> <p>นั่นคือ โมเมนตัมของรถจักรยาน มีค่าเท่ากับ 1152 กิโลกรัม.เมตร/วินาที</p> <p>ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ</p> <p>เป็นการตรวจสอบว่าผลลัพธ์นั้นถูกต้องหรือไม่ ใช้หลักการใด</p> <p>4.4 นักเรียนทำใบงานเรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม โดยแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา</p>		
5) ชั้นประเมิน	<p>5.1 นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้รับ</p> <p>5.2 การถาม-ตอบคำถามของนักเรียน</p> <p>5.3 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา</p>	สมุดฟลิคส์	10 นาที

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2
- ใบความรู้เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
- ใบงาน เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
- ชุดกิจกรรมการทดลองการรับฉุทหาย

แบบบันทึกหลังสอน

1. การเตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนนำเข้าสู่บทเรียน

- 1.1 บอกเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้
- 1.2 บอกสาระการเรียนรู้ (K, P, A)
- 1.3 กระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน โดยการ.....
-

2. ผลของการกระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน ปรากฏดังนี้

- 2.1 นักเรียนให้ความสนใจกับบทเรียนเป็นอย่างดี เพราะ.....
-
- 2.2 นักเรียนไม่ค่อยให้ความสนใจต่อบทเรียนมากนัก เพราะ.....
-

2.2.1 ท่านคิดว่าข้อที่ควรพัฒนา/ ปรับปรุงแก้ไขในการกระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน ได้แก่.....

.....

3. การนำเข้าสู่บทเรียน

- 3.1 สามารถนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ได้ตามแผนที่วางไว้ทุกประการ เพราะ
-
-

3.2 สามารถนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ได้เป็นบางส่วน แต่ไม่ครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะ.....

.....

3.2.1 ท่านคิดว่าแนวทางในการพัฒนาการปรับปรุงการนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ให้ดีขึ้น ได้แก่.....

.....

4. การวัดประเมินผล (เลือกตอบได้หลายข้อ)

- 4.1 มีการวัดประเมินผลย่อยระหว่างทางตามที่กำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้ (K P A)
- 4.2 มีการวัดประเมินผลพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้รวมยอดของผู้เรียน (K+ P+ A)

4.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง (Self assessment)

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน (เลือกตอบได้หลายข้อ)

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน.....

5.1 มีความเหมาะสมกับบรรยากาศของชั้นเรียน

5.2 เป็นไปอย่างหลากหลาย ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

5.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนเป็นไปอย่าง

สมดุลเหมาะสม

5.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างสนุกสนาน

5.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดตามที่กำหนด

5.6 ครูผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้

5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกขั้นตอน

5.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนไม่ค่อยประสบผลสำเร็จ เนื่องจาก

5.9 แนวทางในการพัฒนา/ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในโอกาสต่อไป

6. การใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้

6.1 เลือกใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

6.2 สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ไม่ค่อยช่วยเสริม/ กระตุ้นการเรียนรู้ของ

ผู้เรียนมากนัก เพราะ.....

6.3 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้

7. แนวทางในการพัฒนา/ ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้/

ตัวชี้วัดในโอกาสต่อไป ได้แก่.....

ลงชื่อ.....

ผู้บันทึก

(.....)

แบบบันทึกการตรวจใบงาน

วิชา.....ชั้น.....หน่วยการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....กำหนดส่งวันที่.....

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการตรวจใบงานของผู้เรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่กำหนด

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน			รวม 15 คะแนน	สรุปผล การประเมิน
		ความถูกต้อง	ความตรงต่อเวลา	ความสะอาด เรียบร้อย	คะแนนที่ได้	

เกณฑ์การประเมิน

12-15 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

8-11 คะแนน หมายถึง ดี

4-7 คะแนน หมายถึง พอใช้

0-3 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินการตรวจใบงาน

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน				น้ำหนัก
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0	
1. ความถูกต้อง	ทำใบงานได้ถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ทำใบงานได้ถูกต้องร้อยละ 50-79	ทำใบงานได้ถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 50	ทำใบงานผิดทุกข้อ	3
2. ความตรงต่อเวลา	ส่งใบงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งใบงานหลังเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งใบงานหลังเวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งใบงานหลังเวลาที่กำหนดมากกว่า 2 วัน	
3. ความสะอาดเรียบร้อย	เขียนข้อมูลในใบงานด้วยลายมือที่เป็นระเบียบเรียบร้อย มีความสะอาด เป็นแบบอย่างแก่ผู้อื่นได้	เขียนข้อมูลในใบงานด้วยลายมือที่เป็นระเบียบเรียบร้อย มีความสะอาด เป็นส่วนใหญ่	เขียนข้อมูลในใบงานด้วยลายมือที่เป็นระเบียบเรียบร้อย มีความสะอาด เป็นบางส่วน	เขียนข้อมูลในใบงานด้วยลายมือที่ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย และไม่สะอาด	

แบบประเมินทักษะการทำกิจกรรม

วิชา.....ชั้น.....หน่วยการเรียนรู้.....

เรื่อง.....กิจกรรม.....

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรม

โดยใช้ระดับคะแนนลงตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน				รวม 12 คะแนน	สรุปผล การประเมิน
		วิธีดำเนินกิจกรรม	การปฏิบัติกิจกรรม	ความคล่องแคล่ว ในการทำกิจกรรม	การนำเสนอ	คะแนน ที่ได้	

เกณฑ์การประเมิน

10-12 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

7-9 คะแนน หมายถึง ดี

4-6 คะแนน หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินทักษะในการทำกิจกรรม

ประเด็นที่ ประเมิน	ระดับคะแนน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. วิธีดำเนิน กิจกรรม	กำหนด วิธีการ ขั้นตอน ถูกต้อง เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ใน การทำ กิจกรรม เหมาะสม	กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง การใช้เครื่องมือและ วัสดุอุปกรณ์ ยังไม่เหมาะสม	กำหนด วิธีการและ ขั้นตอนไม่ ถูกต้อง ต้อง ให้ความ ช่วยเหลือ
2. การ ปฏิบัติ กิจกรรม	ดำเนิน กิจกรรมเป็น ขั้นตอนและ ใช้อุปกรณ์ ต่างๆ ได้อย่าง ถูกต้อง	ดำเนินกิจกรรมเป็นขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ถูกต้อง ถ้าให้คำแนะนำ	ต้องให้ความ ช่วยเหลือใน การดำเนิน กิจกรรมและ การใช้ อุปกรณ์
3. ความ คล่องแคล่ว ในขณะ ทำกิจกรรม	มีความ คล่องแคล่ว ในการ ดำเนิน กิจกรรมและ การใช้ อุปกรณ์ ดำเนิน กิจกรรม ได้อย่าง ปลอดภัยและ	มีความคล่องแคล่ว ในการทำกิจกรรมและการใช้อุปกรณ์แต่ต้องชี้แนะ เรื่องการใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย	ทำกิจกรรม ไม่ทันเวลาที่ กำหนด เนื่องจาก ขาดความ คล่องแคล่ว ในการใช้ อุปกรณ์และ ดำเนิน กิจกรรม

	เสร็จทันเวลา		
4. การ นำเสนอ	สรุปการทำ กิจกรรม ถูกต้องและ นำเสนอเป็น ขั้นตอน ชัดเจน	สรุปการทำกิจกรรมถูกต้อง แต่การนำเสนอยังไม่ เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำ ชี้แนะ ในการสรุป การทำกิจกรรม และ การนำเสนอจึง จะ ปฏิบัติได้

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

ชั้น.....วิชา.....

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียนและ
ขณะปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรม
ของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน	รวม 15 คะแนน	สรุปผล การประเมิน
--------	--------------	---------------	-----------------	----------------------

		ความสนใจใฝ่รู้	ความมุ่งมั่นในการทำงาน	ความซื่อสัตย์	รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น	ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	คะแนน ที่ทำได้	

เกณฑ์การประเมิน

12-15 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

8-11 คะแนน หมายถึง ดี

4-7 คะแนน หมายถึง พอใช้

0-3 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมนักเรียน

ประเด็นที่ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
1. ความสนใจใฝ่รู้	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และ มีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้ มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้ มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และ มีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้ มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ	ไม่ตั้งใจเรียนและ ไม่เข้าร่วมกิจกรรมใด ๆ

	เป็นประจำและเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	
2. ความมุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ ทำงานด้วยความขยัน อดทน และพยายามให้งานสำเร็จ ตามเป้าหมาย ก่อนเวลาที่กำหนด ไม่ย่อท้อต่อปัญหา อุปสรรค เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ ทำงานด้วยความขยัน อดทน และพยายามให้งานสำเร็จ ตามเป้าหมาย ก่อนเวลาที่กำหนด ไม่ย่อท้อต่อปัญหา อุปสรรค	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ ทำงานด้วยความขยัน อดทน และพยายามให้งานสำเร็จ	ไม่ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ไม่ขยันอดทนในการทำงาน
3. ความซื่อสัตย์	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง บ่อยครั้ง	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง บางครั้ง	ไม่ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง
4. รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น	รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่นด้วยความเต็มใจ เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่นด้วยความเต็มใจ บ่อยครั้ง	รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่นด้วยความเต็มใจ บางครั้ง	ไม่รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น
5. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกับผู้อื่นได้ เป็นอย่างดี รวมถึงมีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำงานและเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี รวมถึงมีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำงาน บ่อยครั้ง	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี รวมถึงมีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำงาน บางครั้ง	ไม่สามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกับผู้อื่นได้

ใบความรู้

เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

โมเมนตัมคืออะไร (Momentum: P)

เราทราบกันแล้วว่า วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์ วัตถุใดมีพลังงานจลน์มาก จะมีความเร็วหรือมวลมาก วัตถุใดมีพลังงานจลน์น้อย จะมีความเร็วหรือมวลน้อย และวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะมีคุณสมบัติข้อหนึ่ง คือ พยายามเคลื่อนที่ไปข้างหน้าตลอดเวลา วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุเป็นศูนย์ แต่ถ้าจะให้วัตถุที่เคลื่อนที่หยุดลง เราจะต้อง

ออกแรงกระทำกับวัตถุ และแรงนั้นจะต้องเป็นแรงต้าน คือ มีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าเราใช้มือต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุก้อนหนึ่งซึ่งมีความเร็วมาก และวัตถุอีกก้อนหนึ่งซึ่งมีมวลเท่ากันแต่มีความเร็วน้อย เราจะรู้สึกออกแรงต้านไม่เท่ากัน วัตถุที่มีความเร็วมากจะต้องใช้แรงต้านมากกว่า และถ้าเราใช้มือต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุสองก้อนซึ่งมีความเร็วเท่ากัน แต่วัตถุก้อนหนึ่งมีมวลมากกว่าวัตถุอีกก้อนหนึ่ง วัตถุที่มีมวลมากกว่าต้องใช้แรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ฉะนั้น เราสามารถบอกได้ว่าการเคลื่อนที่ของวัตถุจะใช้แรงมากหรือน้อย ขึ้นกับมวลและความเร็วของวัตถุ ถ้าเรานำมวลคูณกับความเร็วของวัตถุ เราเรียกค่าที่ได้ว่า โมเมนตัมของวัตถุ

โมเมนตัม เป็นปริมาณหนึ่งซึ่งบอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางตามทิศของความเร็วในการที่จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งนั้น วัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะทำให้หยุดการเคลื่อนที่ยากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย

เมื่อ $P =$ โมเมนตัมของวัตถุ

$m =$ มวลของวัตถุ

$v =$ ความเร็วของวัตถุ

เขียนเป็นสมการได้ว่า $P = mv$

โมเมนตัมมีหน่วยเป็น กิโลกรัม.เมตร/วินาที (kg.m/ s)

ตัวอย่างที่ 1 จงหาโมเมนตัมของรถยนต์มวล 20 กิโลกรัม ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตร/ ชั่วโมง

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

มวล (m) = 20 กิโลกรัม

ความเร็ว (v) = 72 กิโลเมตร/ ชั่วโมง = 20 เมตร/ วินาที

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

โมเมนตัม (P) = ?

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- เลือกใช้สูตรที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ
- แทนค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ลงไปในสูตร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาคตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

$$\text{จาก } P = mv$$

$$P = (20)(20)$$

$$P = 400 \text{ กิโลกรัม.เมตร/ วินาที}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- นำคำตอบที่ได้แทนค่าลงไปในสูตรเพื่อตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

$$\text{จาก } P = mv$$

$$(400) = (20)(v)$$

$$v = (400)/(20)$$

$$v = 20 \text{ เมตร/ วินาที}$$

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุมีมวล 7 กิโลกรัม เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 4 เมตร/ วินาที²

หลังจากเวลาผ่านไป 5 วินาที จะมีโมเมนตัมเท่าใด

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

$$\text{มวล (m) = 7 กิโลกรัม}$$

$$\text{ความเร็วต้น (u) = 0 เมตร/ วินาที}$$

$$\text{ความเร่ง (a) = 4 เมตร/วินาที}^2$$

$$\text{เวลา (t) = 5 วินาที}$$

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

ความเร็วปลาย (v) = ?

โมเมนตัม (P) = ?

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- เลือกใช้สูตรที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ
- แทนค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ลงไปในสูตร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาคงตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

$$\text{จาก } v = u + at$$

$$v = (0) + (4)(5)$$

$$v = 20 \text{ เมตร/วินาที}$$

$$\text{จาก } P = mv$$

$$P = (7)(20)$$

$$P = 140 \text{ กิโลกรัม.เมตร/วินาที}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- นำคำตอบที่ได้แทนค่าลงไปในสูตรเพื่อตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

$$\text{จาก } P = mv$$

$$(140) = (m)(20)$$

$$m = (140)/(20)$$

$$m = 7 \text{ กิโลกรัม}$$

การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม (ΔP)

เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิม ขนาดของความเร็วเปลี่ยนแปลงไป โดยไม่เปลี่ยนทิศทาง หรือขนาดของความเร็วไม่เปลี่ยนแต่ทิศของความเร็วเปลี่ยน ก็เป็นผลให้สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งเรียกว่า มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ทิศของการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมจะมีทิศเดียวกับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

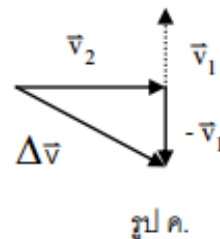
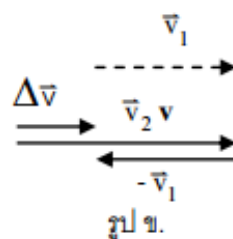
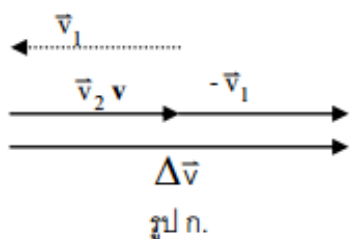
หาขนาดของการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมได้ดังนี้

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

$$\text{หรือ } \Delta P = mv_2 - mv_1$$

$$\text{หรือ } \Delta P = m (v_2 - v_1)$$

$$\text{หรือ } \Delta P = m (\Delta v)$$



จากรูป ก. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อขนาดของความเร็วไม่เปลี่ยน แต่ทิศของความเร็วเปลี่ยน

จากรูป ข. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อขนาดของความเร็วเปลี่ยน แต่ทิศของความเร็วไม่เปลี่ยน

จากรูป ค. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อขนาดของความเร็วเปลี่ยน และทิศของความเร็วเปลี่ยน

ผลจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ และทิศของโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป จะมีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป

ตัวอย่างที่ 3 ชายคนหนึ่งมีมวล 60 กิโลกรัม ขับรถยนต์ด้วยความเร็วคงที่ 90 กิโลเมตร/ชั่วโมง บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าเขาบังคับให้รถหยุดภายในเวลาขณะหนึ่ง จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปที่เกิดขึ้น

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

$$\text{มวล (m)} = 60 \text{ กิโลกรัม}$$

$$\text{ความเร็วต้น (u)} = 90 \text{ กิโลเมตร/ชั่วโมง} = 25 \text{ เมตร/วินาที}$$

ความเร็วปลาย (v) = 0 เมตร/วินาที

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป (ΔP) = ?

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- เลือกใช้สูตรที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ
- แทนค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ลงไป

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

$$\text{จาก } \Delta P = mv - mu$$

$$\Delta P = (60)(0) - (60)(25)$$

$$\Delta P = -1500 \text{ กิโลกรัม.เมตร/วินาที}$$

ตอบ โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปเท่ากับ 1500 กิโลกรัม.เมตร/วินาที มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- นำคำตอบที่ได้แทนค่าลงไป

$$\text{จาก } \Delta P = mv - mu$$

$$-1500 = m(0) - m(25)$$

$$-1500 = 0 - m(25)$$

$$-1500 = -m(25)$$

$$m = (1500)/(25)$$

$$m = 60 \text{ กิโลกรัม}$$

ใบงาน

เรื่อง โมเมนตัม แรง และการเปลี่ยนโมเมนตัม

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่กำหนดให้ต่อไปนี้ โดยใช้เทคนิคของโพลยา

สถานการณ์ที่ 1 วัตถุมวล 15 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 กิโลเมตร/ ชั่วโมง จะมีโมเมนตัมเท่าไร

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....
.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....
.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....
.....
.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....
.....
.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....
.....
.....

สถานการณ์ที่ 2 ถ้าปล่อยมวล 2 กิโลกรัม จากที่สูง 500 เมตร เมื่อกระทบพื้นโลก จะมีโมเมนตัมเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้
2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....
.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา
วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา
นักเรียนแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ
ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 รถเก๋งมีมวล 500 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที และรถบรรทุกมีมวล 1,000 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว เท่ากับรถเก๋ง จงหาว่ารถทั้งสองมีโมเมนตัมเท่ากันหรือไม่

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา
1. สิ่งที่กำหนดให้

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา
วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา
นักเรียนแก้ปัญหาคตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ
ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สถานการณ์ที่ 4 มวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนผิวราบผ่านผิวขรุขระยาว 3 เมตร ส่วนผิวราบทั้งหมดเป็นผิวเกลี้ยง ขณะที่มวลเคลื่อนที่เข้าไปในผิวขรุขระมีอัตราเร็ว 10 เมตร/วินาที ถ้าอัตราเร่งขณะมวลเคลื่อนที่ผ่านผิวขรุขระ -6 เมตร/วินาที² จงหาขนาดของโมเมนต์ัมที่เปลี่ยนไปในช่วงที่มวลเคลื่อนที่ผ่านผิวขรุขระ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 5 ปล่อยลูกบอลมวล 0.2 กิโลกรัม จากระดับความสูง 1.8 เมตร หลังจากกระทบพื้นแล้ว ลูกบอลกระดอนขึ้นสูง 1.25 เมตร จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของลูกบอลเมื่อกระทบพื้น

1. สิ่งที่กำหนดให้

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา
วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา
นักเรียนแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ
ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

(แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะ

การแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา)

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การคลและแรงคล

เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวทิตยา สลทิน

มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 ทดลองและอธิบายหลักการของการชนใน 1 มิติ การชนใน 2 มิติ การชนใน 3 มิติและโมเมนตัม รวมทั้งคำนวณและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของโมเมนตัมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับมวลและความเร็ว ภายใต้แรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันในการชนกันหรือการระเบิด

จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

- 1) อธิบายได้ว่าผลคูณของแรงที่ทำให้วัตถุมีการเปลี่ยนโมเมนตัมกับช่วงเวลาที่ใช้เรียกว่า การดล
- 2) แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุได้ว่าพื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดของการดล
- 3) บอกได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดลและหาแรงดลจากสูตรที่กำหนดให้โดยถือว่าเป็นแรงดลเฉลี่ย

ทักษะ/ กระบวนการ

- 1) ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการดลและแรงดลได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) ความสนใจใฝ่รู้
- 2) ความมุ่งมั่นในการทำงาน
- 3) ความซื่อสัตย์
- 4) รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น
- 5) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระสำคัญ

แรงที่กระทำต่อวัตถุในขณะที่กระทบกันในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่าแรงดล ปริมาณแรง

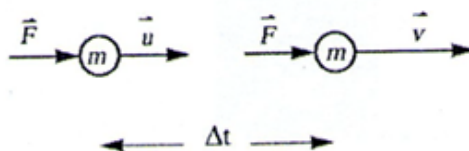
ที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือปริมาณของแรงคูณในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า การคูณหรือการคูณ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมในช่วงเวลาสั้น ๆ

สาระการเรียนรู้

การคูณ คือ การเปลี่ยนโมเมนตัม เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป มีหน่วยเป็น $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ หรือ $\text{N}\cdot\text{s}$

ถ้าให้ F กับ Δt หรือ $F\Delta t$ เรียกว่า การคูณ

จากสมการ จะได้ว่า $F\Delta t = mv - mu$

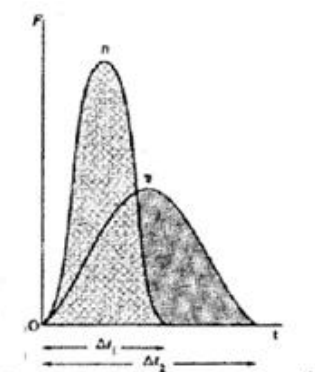


รูปที่ 1 แรง F กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนจาก mu เป็น mv

เมื่อมีแรง F กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนจาก mu เป็น mv แสดงดังรูปที่ 1 ในกรณีที่วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในแนวตรง การคูณกับโมเมนตัมจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยถ้าการคูณเป็นบวก (+) หมายความว่า การคูณนั้นจะเสริมการเคลื่อนที่ที่ทำให้โมเมนตัมเพิ่มขึ้นในแนวเส้นตรง ($mv > mu$ หรือ $v > u$) ถ้าการคูณเป็นลบ (-) หมายความว่า การคูณนั้นจะต้านการเคลื่อนที่ที่ทำให้โมเมนตัมของวัตถุลดลงในแนวเส้นตรง ($mv < mu$ หรือ $v < u$)

แรงคูณ คือ อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม หรือแรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในช่วงเวลาสั้น ๆ

ถ้าวัตถุชิ้นเดียวกันถูกทำให้เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่แบบเดียวกัน แต่ใช้ช่วงเวลาแตกต่างกันแล้วจะเกิดแรงคูณไม่เท่ากัน ดังแสดงในกราฟรูปที่ 2

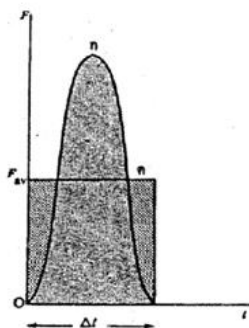


รูปที่ 2 กราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาในขณะที่วัตถุกระทบกัน

จากรูปจะเห็นว่า ถ้าใช้ช่วงเวลาสั้น (Δt_1) แล้วจะเกิดแรงคลมมาก ถ้าใช้ช่วงเวลายาว (Δt_2) จะเกิดแรงคลน้อย

จากกราฟ ก ในรูปที่ 2 จะเห็นว่า ขนาดของแรงกระทำต่อวัตถุไม่คงตัวในช่วงเวลาในการกระทบ แต่การคำนวณการคล ขนาดของแรงที่ใช้จะต้องมีค่าคงตัวค่าหนึ่ง ซึ่งเมื่อเขียนกราฟระหว่างขนาดของแรงนี้กับเวลา จะได้ดังกราฟดังรูปที่ 3 โดยพื้นที่ใต้กราฟรูปที่ 3 เท่ากับพื้นที่ใต้กราฟรูปที่ 2 ก ขนาดของแรง จากกราฟรูป 3 นี้เรียกว่า ขนาดของแรงเฉลี่ย ในช่วงเวลา Δt

กรณีที่แรงค่ามากกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น รถยนต์ชนกัน การตอกตะปู ด้วยค้อน เป็นต้น แรงค่ามากที่กระทำในช่วงเวลาสั้น ๆ นี้ เรียกว่า แรงคล ค่าแรงคลที่เราหาได้ จึงถือว่าเป็นแรงคลเฉลี่ย



รูปที่ 3 การหาแรงเฉลี่ยจากการคล

การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
ความรู้	การตรวจใบงาน	แบบบันทึกการตรวจ	ระดับดี

<p>1) อธิบายได้ว่าผลคูณของแรงที่ทำให้วัตถุมีการเปลี่ยนโมเมนตัมกับช่วงเวลาที่ใช้เรียกว่า การดล</p> <p>2) แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุได้ว่าพื้นที่ใต้กราฟคือ ขนาดของการดล</p> <p>3) บอกได้ว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่าแรงดลและหาแรงดลจากสูตรที่กำหนดให้โดยถือว่าเป็นแรงดลเฉลี่ย</p>		ใบงาน	ขึ้นไป
<p>ทักษะ/ กระบวนการ</p> <p>1) ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการดลและแรงดลได้</p>	การประเมินทักษะการทำกิจกรรม	แบบประเมินทักษะการทำกิจกรรม	ระดับดีขึ้นไป
<p>คุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <p>1) ความสนใจใฝ่รู้</p> <p>2) ความมุ่งมั่นในการทำงาน</p> <p>3) ความซื่อสัตย์</p> <p>4) รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น</p> <p>5) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์</p>	การสังเกตพฤติกรรมในระหว่างเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	ระดับดีขึ้นไป

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
1) ขั้นสร้าง ความสนใจ	1.1 ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ 1.2 ครูให้นักเรียนพิจารณารูป 6.7 ในหนังสือเรียน	หนังสือเรียน	10 นาที

	แล้วอภิปรายร่วมกันถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุในรูป เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า แรงที่กระทำให้วัตถุหยุดหรือ เปลี่ยนความเร็วขึ้นอยู่กับความเร็วของวัตถุ 1.3 ครูตั้งปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การพิจารณา สถานการณ์การปล่อยไข่มวลเท่ากันให้ตกลงบนพื้น แข็งและปล่อยให้ตกลงบนฟองน้ำหนา ๆ จากที่ระดับ ความสูง 0.5 เมตร เท่ากัน	รายวิชา เพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2	
2) ขั้นสำรวจและ ค้นหา	2.1 ครูยกสถานการณ์การปล่อยไข้ดิบ 2 ใบ ซึ่งมี มวลเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ตกจากระดับความสูง 0.5 เมตร ใบหนึ่งให้ตกลงบนพื้นแข็ง อีกใบหนึ่ง ให้ตกลงบนฟองน้ำหนา ๆ จากสถานการณ์การปล่อย ไข้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถาม 2.1.1 ความเร็วของไข้ ขณะตกกระทบฟองน้ำ และตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร (เท่ากัน เนื่องจาก ปล่อยที่ระดับความสูงเดียวกัน) 2.1.2 ผลที่เกิดขึ้นเมื่อไข้ตกกระทบฟองน้ำและ ตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร (ไข้ที่ตกลงบนพื้นแข็งจะแตก ส่วนไข้ที่ตกลงบน ฟองน้ำจะไม่แตก) 2.1.3 โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของไข้ทั้งสอง เมื่อตกกระทบฟองน้ำกับตกกระทบพื้นแข็งต่างกัน หรือไม่ อย่างไร (เท่ากัน) 2.1.4 ช่วงเวลาที่ไข้เปลี่ยนความเร็วขณะกระทบ ฟองน้ำจนหยุดนิ่งต่างกับช่วงเวลาที่ไข้	ชุดกิจกรรม การปล่อย ไข้	30 นาที

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
	กระทบพื้นแข็งจนหยุดนิ่งหรือไม่ อย่างไร (ช่วงเวลาที่ ไข้เปลี่ยนความเร็วขณะกระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่ง มากกว่าช่วงเวลาที่ไข้กระทบพื้นแข็ง)		
3) ขั้นอธิบายและ	3.1 ครูชี้ให้เห็นว่าจากสถานการณ์การปล่อยไข้	หนังสือเรียน	30

<p>ลงข้อสรุป</p>	<p>แรงที่กระทำต่อวัตถุนอกจากจะขึ้นอยู่กับค่าของการเปลี่ยนโมเมนตัมแล้ว ยังขึ้นกับช่วงเวลาที่ยังกระทำต่อวัตถุเพื่อใช้ในการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ</p> <p>3.2 ครูใช้สมการ $F = (mv - mu) / \Delta t$ ประกอบการอภิปรายโดยกล่าวถึงสถานการณ์ไข่ดิบมวลเท่ากันตกลงบนฟองน้ำและตกลงบนพื้นแข็งที่ตำแหน่งระดับความสูงเดียวกันจนหยุดนิ่ง เมื่อให้ $mv - mu$ เป็นค่าคงตัว Δt คือ ช่วงเวลาที่ไข่กระทบฟองน้ำหรือกระทบพื้นแข็งจนหยุดนิ่ง ซึ่งจะพิจารณาได้ว่า ช่วงเวลาที่ไข่ตกกระทบบนฟองน้ำจนหยุดนิ่งมากกว่าช่วงเวลาที่ไข่ตกกระทบบนพื้นแข็งจนหยุดนิ่ง ดังนั้น แรงต้าน F ที่ฟองน้ำกระทำต่อไข่จึงน้อยกว่าเป็นผลทำให้ไข่ไม่แตก สำหรับไข่ที่ตกบนพื้นราบแข็งนั้น ช่วงเวลาในการกระทบน้อยแรงที่พื้นกระทำต่อไข่จึงมาก เป็นผลให้ไข่แตก</p> <p>3.3 จากการอธิบายสามารถสรุปได้ว่า แรงต้านดังกล่าวเรียกว่า การดล ซึ่งสามารถหาได้จาก ผลคูณของแรงกับช่วงเวลาที่ยังกระทำต่อวัตถุ</p>	<p>รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2</p>	<p>นาที่</p>
<p>4) ขันขยายความรู้</p>	<p>4.1 ครูแจกเอกสารใบความรู้เรื่องการดลและแรงดล ให้นักเรียนพร้อมทั้งให้ความรู้ว่าการดลเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศเดียวกับทิศของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน.วินาที หรือ กิโลกรัม.เมตร/ วินาที ครูเน้นว่าในกรณีที่การดล ($F\Delta t$) และ โมเมนตัมเริ่มต้น (mu) อยู่ในแนวเดียวกันโดย</p>	<p>1. ใบความรู้ เรื่อง การดลและแรงดล</p>	<p>40 นาที่</p>
<p>ขั้นตอนการเรียนรู้</p>	<p>กิจกรรมการเรียนรู้</p>	<p>สื่อประกอบ</p>	<p>เวลา</p>
	<p>อาจมีทิศทางเดียวกันหรือทิศทางเดียวกันหรือทิศทางตรงข้ามกันก็ได้การใช้สมการ $F\Delta t = mv - mu$ จึงควรใส่เครื่องหมายบวก (+) และลบ (-) เพื่อกำหนดทิศทางของปริมาณเวกเตอร์เหล่านั้น</p>	<p>2. ใบงาน เรื่อง การดลและแรงดล</p>	

	<p>4.2 ครูให้นักเรียนพิจารณากราฟรูปที่ 2 ก. และ ข. แล้วอภิปรายร่วมกัน จนได้ข้อสรุปว่า</p> <p>4.2.1 ขณะที่วัตถุสองสิ่งกระทบกัน แรงที่เกิดขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าแรงสูงสุดอ่านได้ตรงจุดยอดของเส้นกราฟ</p> <p>4.2.2 พื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดการดล</p> <p>4.2.3 ถ้าขนาดของการดลเท่าเดิม แต่เวลาในการกระทบของวัตถุมากขึ้น ค่าของแรงสูงสุดจะลดลง</p> <p>4.3 เมื่อได้ขนาดของการดลแล้วจะสามารถหาขนาดของแรงดลได้จาก ขนาดของแรงดล = (ขนาดของการดล)/ (ช่วงเวลา) หรือ $F = (\text{ขนาดของการดล}) / (\Delta t)$</p> <p>4.4 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาการดลและแรงดล โดยใช้การแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา และยกตัวอย่างปัญหา พร้อมแสดงวิธีการแก้ปัญหาคตามเทคนิคของโพลยา 4 ขั้นตอน ตลอดจนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาคแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจ</p> <p>ตัวอย่าง ทัศกรตีลูกเทนนิสมวล 0.2 กิโลกรัมที่กำลังลอยเข้าหาตัวเขาในแนวระดับด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ให้สะท้อนกลับไปในแนวเดิมด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที จงหาการดลของลูกเทนนิส</p>		
--	---	--	--

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
	<p>ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>ครูอธิบายว่าขั้นนี้ นักเรียนจะต้องบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (มวล 0.2 กิโลกรัม โดยให้ทิศพุ่งเข้าเป็นลบและทิศพุ่งออกเป็นบวก ความเร็วต้น</p>		

	<p>20 เมตร/วินาที ความเร็วปลาย-30 เมตร/วินาที) และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบจากปัญหา (การลดลงของลูกเทนนิส)</p> <p>ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา</p> <p>เป็นการหาแนวทางว่าจะใช้วิธีการใดได้บ้าง (วาดรูป, คำนวณ) และนักเรียนจะเลือกใช้วิธีการใดเพื่อแก้ปัญหา (คำนวณ)</p> <p>ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 จากปัญหาสามารถทำได้ ดังนี้</p> <p>จาก $F\Delta t = \Delta p$</p> $F\Delta t = mv - mu$ $F\Delta t = (0.2)(-30) - (0.2)(20)$ $F\Delta t = -10 \text{ กิโลกรัม.เมตร/วินาที}$ <p>นั่นคือ การลดลงของลูกเทนนิส มีค่าเท่ากับ 10 กิโลกรัม.เมตร/วินาที โดยมีทิศพุ่งออก</p> <p>ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ</p> <p>เป็นการตรวจสอบว่าผลลัพธ์นั้นถูกต้องหรือไม่ ใช้หลักการใด</p> <p>4.5 นักเรียนทำใบงานเรื่องการลดและแรงดล โดยแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา</p>		
5) ชั้นประเมิน	<p>5.1 นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้รับ</p> <p>5.2 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา</p>	สมุดฟิสิกส์	10 นาที

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2
- ใบความรู้ เรื่องการดลและแรงดล
- ใบงาน เรื่องการดลและแรงดล
- ชุดกิจกรรมการปล่อยไข่

แบบบันทึกหลังสอน

1. การเตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนนำเข้าสู่บทเรียน
 - 1.1 บอกเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้
 - 1.2 บอกสาระการเรียนรู้ (K, P, A)
 - 1.3 กระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน โดยการ

2. ผลของการกระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน ปรากฏดังนี้

2.1 นักเรียนให้ความสนใจกับบทเรียนเป็นอย่างดี เพราะ.....

2.2 นักเรียนไม่ค่อยให้ความสนใจต่อบทเรียนมากนัก เพราะ.....

2.2.1 ท่านคิดว่าข้อที่ควรพัฒนา/ปรับปรุงแก้ไขในการกระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน ได้แก่.....

3. การนำเข้าสู่บทเรียน

3.1 สามารถนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ได้ตามแผนที่วางไว้ทุกประการ เพราะ.....

3.2 สามารถนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ได้เป็นบางส่วน แต่ไม่ครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะ.....

3.2.1 ท่านคิดว่าแนวทางในการพัฒนาการปรับปรุงการนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ให้ดีขึ้น ได้แก่.....

4. การวัดประเมินผล (เลือกตอบได้หลายข้อ)

4.1 มีการวัดประเมินผลย่อยระหว่างทางตามที่กำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้

(K P A)

4.2 มีการวัดประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้รวมยอดของผู้เรียน (K+P+A)

4.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง (Self assessment)

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน (เลือกตอบได้หลายข้อ)

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน.....

5.1 มีความเหมาะสมกับบรรยากาศของชั้นเรียน

5.2 เป็นไปอย่างหลากหลาย ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

5.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนเป็นไปอย่างสมคูลเหมาะสม

5.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างสนุกสนาน

5.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดตามที่กำหนด

5.6 ครูผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้

5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกขั้นตอน

5.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนไม่ค่อยประสบผลสำเร็จ เนื่องจาก

.....
 5.9 แนวทางในการพัฒนา/ ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในโอกาสต่อไป

6. การใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้

6.1 เลือกใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

6.2 สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ไม่ค่อยช่วยเสริม/ กระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน

มากนัก เพราะ.....

6.3 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้

.....
 7. แนวทางในการพัฒนา/ ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดในโอกาสต่อไป ได้แก่.....

ลงชื่อ.....

ผู้บันทึก

(.....)

แบบบันทึกการตรวจใบงาน

วิชา.....ชั้น.....หน่วยการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....กำหนดส่งวันที่.....

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการตรวจใบงานของผู้เรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่กำหนด

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน			รวม 15 คะแนน	สรุปผล การประเมิน
		ความถูกต้อง	ความตรงต่อเวลา	ความสะอาด เรียบร้อย	คะแนนที่ได้	

เกณฑ์การประเมิน

12-15 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

8-11 คะแนน หมายถึง ดี

4-7 คะแนน หมายถึง พอใช้

0-3 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินการตรวจใบงาน

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน				น้ำหนัก
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0	
1. ความถูกต้อง	ทำใบงานได้ ถูกต้อง ตั้งแต่ ร้อยละ 80	ทำใบงาน ได้ถูกต้อง ร้อยละ 50-79	ทำใบงานได้ ถูกต้องน้อย กว่าร้อยละ	ทำใบงาน ผิด ทุกข้อ	3

	ขึ้นไป		50		
2. ความตรง ต่อเวลา	ส่งใบงาน ภายในเวลาที่ กำหนด	ส่งใบงาน หลังเวลาที่ กำหนด 1 วัน	ส่งใบงาน หลังเวลาที่ กำหนด 2 วัน	ส่งใบงาน หลังเวลา ที่กำหนด มากกว่า 2 วัน	1
3. ความสะอาด เรียบร้อย	เขียนข้อมูล ในใบงาน ด้วยลายมือ ที่เป็นระเบียบ เรียบร้อย มีความสะอาด เป็นแบบอย่าง แก่ผู้อื่นได้	เขียนข้อมูล ในใบงาน ด้วยลายมือ ที่เป็นระเบียบ เรียบร้อย มีความสะอาด เป็นส่วนใหญ่	เขียนข้อมูล ในใบงาน ด้วยลายมือ ที่เป็นระเบียบ เรียบร้อย มีความสะอาด เป็นบางส่วน	เขียนข้อมูล ในใบงาน ด้วยลายมือ ที่ไม่เป็น ระเบียบ เรียบร้อย และไม่สะอาด	1

แบบประเมินทักษะการทำกิจกรรม

วิชา.....ชั้น.....หน่วยการเรียนรู้.....
เรื่อง.....กิจกรรม.....
คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ในการปฏิบัติกิจกรรม
โดยให้ระดับคะแนนลงตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน				รวม	สรุปผล การประเมิน
		วิธีดำเนินงานกิจกรรม	การปฏิบัติตามกิจกรรม	ความคล่องแคล่ว ในการทำกิจกรรม	การนำเสนอ	12 คะแนน คะแนน ที่ได้	

เกณฑ์การประเมิน

10-12 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

7-9 คะแนน หมายถึง ดี

4-6 คะแนน หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินทักษะในการทำกิจกรรม

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. วิธีดำเนินงานกิจกรรม	กำหนดวิธีการขั้นตอน ถูกต้อง เลือกใช้วัสดุ	กำหนดวิธีการขั้นตอน ถูกต้อง การใช้เครื่องมือ	กำหนดวิธีการและ ขั้นตอนไม่ถูกต้อง

	อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมเหมาะสม	และวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม	ต้องให้ความช่วยเหลือ
2. การปฏิบัติกิจกรรม	ดำเนินกิจกรรมเป็นขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	ดำเนินกิจกรรมเป็นขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ถูกต้องถ้าให้คำแนะนำ	ต้องให้ความช่วยเหลือในการดำเนินกิจกรรมและการใช้อุปกรณ์
3. ความคล่องแคล่ว ในขณะที่ทำกิจกรรม	มีความคล่องแคล่วในการดำเนินกิจกรรมและการใช้อุปกรณ์ดำเนินกิจกรรมได้อย่างปลอดภัยและเสร็จทันเวลา	มีความคล่องแคล่วในการทำกิจกรรมและการใช้อุปกรณ์แต่ต้องชี้แนะเรื่องการใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย	ทำกิจกรรมไม่ทันเวลาที่กำหนดเนื่องจากขาดความคล่องแคล่วในการใช้อุปกรณ์และดำเนินกิจกรรม
4. การนำเสนอ	สรุปการทำกิจกรรมถูกต้องและนำเสนอเป็นขั้นตอนชัดเจน	สรุปการทำกิจกรรมถูกต้อง แต่การนำเสนอยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำชี้แนะในการสรุปการทำกิจกรรมและการนำเสนอจึงจะปฏิบัติได้

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

ชั้น.....วิชา.....

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียนและขณะปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน					รวม	สรุปผล การประเมิน
		ความสนใจใฝ่รู้	ความมุ่งมั่น ในการทำงาน	ความซื่อสัตย์	รับฟังความคิดเห็นจาก ผู้อื่น	ความสามารถใน การทำงานร่วมกับผู้อื่น อย่างสร้างสรรค์	15 คะแนน	

เกณฑ์การประเมิน

12-15 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

8-11 คะแนน หมายถึง ดี

4-7 คะแนน หมายถึง พอใช้

0-3 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมนักเรียน

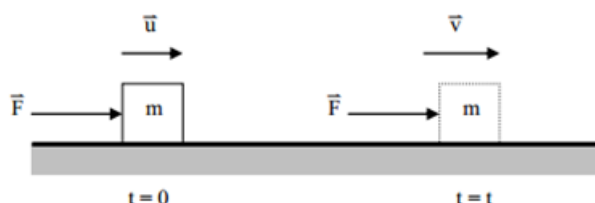
ประเด็น ที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
1. ความสนใจใฝ่รู้	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และ มีความเพียรพยายามใน การเรียนรู้มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และเข้าร่วม	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และ มีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และ	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และ มีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และ	ไม่ตั้งใจเรียนและ ไม่เข้าร่วมกิจกรรม ใด ๆ

	กิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นประจำและเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ บ่อยครั้ง	เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ บางครั้ง	
2. ความมุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ ทำงานด้วยความขยัน อดทน และพยายามให้งานสำเร็จตามเป้าหมายก่อนเวลาที่กำหนด ไม่ย่อท้อต่อปัญหา อุปสรรค เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	ตั้งใจแลรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ ทำงานด้วยความขยัน อดทน และพยายามให้งานสำเร็จ ตามเป้าหมายก่อนเวลาที่กำหนด ไม่ย่อท้อต่อปัญหา อุปสรรค	ตั้งใจแลรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ ทำงานด้วยความขยัน อดทน และพยายามให้งานสำเร็จ	ไม่ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ไม่ขยันอดทนในการทำงาน
3. ความซื่อสัตย์	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง บ่อยครั้ง	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง บางครั้ง	ไม่ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง
4. รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น	รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่นด้วยความเต็มใจ เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่นด้วยความเต็มใจ บ่อยครั้ง	รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่นด้วยความเต็มใจ บางครั้ง	ไม่รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น
5. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกับผู้อื่นได้ เป็นอย่างดีรวมถึงมีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำงานและเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี รวมถึงมีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำงาน บ่อยครั้ง	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี รวมถึงมีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำงาน บางครั้ง	ไม่สามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกับผู้อื่นได้

ใบความรู้

เรื่อง การดลและแรงดล

การดลและแรงดล (Impulse; Impulsive force)



วัตถุมวล m ได้รับแรงกระทำ F เคลื่อนที่บนพื้นราบจากความเร็วต้น u เป็นความเร็ว v ในเวลา t

$$\text{จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน} \quad F = ma \quad ; a = (v-u)/ \Delta t$$

$$\text{จะได้ว่า} \quad F = m (v-u)/ \Delta t$$

$$F = (mv-mu)/ \Delta t$$

- แรงที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงคด (Impulsive force)

- แรงลัพธ์คูณกับเวลา $F\Delta t$ เรียกว่า การคด (Impulse)

$$I = F\Delta t = mv-mu$$

การคด (I) แยกพิจารณาเป็น 2 แบบ

1. การคดเนื่องจากแรงคงที่ ถ้ามีแรงคงที่กระทำกับวัตถุจะได้รับการคดเท่ากับผลคูณของแรงลัพธ์กับเวลา มีหน่วยเป็น นิวตัน.วินาที

$$I = F\Delta t$$

การคดของแรงที่มีขนาดคงที่ ถ้าขนาดของการคดของแรงมีค่าเป็นบวก แสดงว่า โมเมนตัมของวัตถุที่เรากำลังพิจารณามีค่าเพิ่มขึ้น ถ้าเป็นลบแสดงว่า โมเมนตัมของวัตถุจะมีค่าลดลง และถ้าการคดมีค่าเป็นศูนย์ก็หมายถึงไม่มีการออกแรงกระทำกับวัตถุเลย

2. การคดเนื่องจากแรงไม่คงที่ ถ้ามีแรงไม่คงที่กระทำกับวัตถุจะได้รับการคดมีค่าเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับเวลา

$$I = \text{พื้นที่ใต้กราฟของ } F \text{ และ } t$$



การคดเนื่องจากแรงไม่คงที่ แยกการพิจารณาเป็น 2 แบบ คือ

2.1 ถ้ามีแรงไม่คงที่เพียงแรงเดียวกระทำกับวัตถุ จะได้รับการคดเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ F กับ Δt

2.2 ถ้ามีแรงคงที่และไม่คงที่กระทำกับวัตถุ จะได้รับการคดเท่ากับผลรวมของพื้นที่

ได้กราฟ โดยแรงที่มีทิศตามกัน การลดลงเท่ากับผลบวกของพื้นที่ใต้กราฟ แรงที่มีทิศตรงข้ามกัน การลดลงเท่ากับผลต่างของพื้นที่ใต้กราฟ

การคลที่เรพบบ่อย ๆ นั้นเป็นการคลที่แรงมีค่ามากมากกระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น รถยนต์ชนกัน การตีลูกเทนนิส การตีลูกปิงปอง การตอกตะปูด้วยค้อน ลูกบิลเลียดชนกัน เป็นต้น

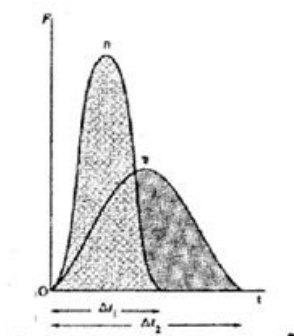
แรงคล หมายถึง แรงที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ หาได้จากสมการ

$$F = (mv - mu) / \Delta t \quad \text{มีหน่วยเป็น นิวตัน}$$

$$F = (I) / \Delta t \quad ; \quad \text{แรงคล} = \text{การคล} / \text{เวลา}$$

แรงคลไม่ใช่เป็นแรงใหม่อะไร ความจริง คือ แรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุดังกล่าวมาแล้ว มีชื่อแตกต่างกันเพียงเวลาที่แรงกระทำกับวัตถุต้องเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ จึงเรียกชื่อให้ต่างออกไปเสียใหม่ว่า “แรงคล” หน่วยที่ใช้ก็เป็นหน่วยเดียวกัน สูตรที่ใช้ก็เป็นสูตรเดียวกัน มีสิ่งที่ควรสังเกต ถ้า $mv - mu$ (การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม) นั้นเท่าเดิม แต่ t มีค่าน้อย เราจะได้ค่า F มากขึ้น เช่น ถ้า $mv - mu$ มีค่า 1 หน่วยและ t เท่ากับ 1 วินาที จะมีค่า 1 หน่วย แต่ถ้าเราใช้ t เท่ากับ $1/100$ วินาที F จะมีค่าเป็น 100 หน่วย มากขึ้นกว่าเดิมถึง 100 เท่า

ถ้าวัตถุชิ้นเดียวกันถูกทำให้เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่แบบเดียวกัน แต่ใช้ช่วงเวลาแตกต่างกันแล้ว จะเกิดแรงคลไม่เท่ากัน ดังแสดงในกราฟรูปที่ 1



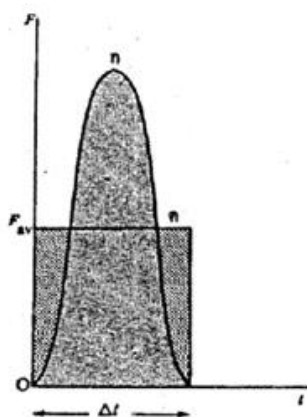
รูปที่ 2 กราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาในขณะที่วัตถุกระทบกัน

จากรูปจะเห็นว่า ถ้าใช้ช่วงเวลาสั้น (Δt_1) แล้วจะเกิดแรงคลมาก ถ้าใช้ช่วงเวลายาว (Δt_2) จะเกิดแรงคลน้อย

จากกราฟ ก ในรูปที่ 2 จะเห็นว่า ขนาดของแรงกระทำต่อวัตถุไม่คงตัวในช่วงเวลา ในการกระทบ แต่การคำนวณการคล ขนาดของแรง ที่ใช้จะต้องมีค่าคงตัวค่าหนึ่ง ซึ่งเมื่อเขียนกราฟ ระหว่างขนาดของแรงนี้กับเวลา จะได้ดังกราฟในรูปที่ 3 โดยพื้นที่ใต้กราฟรูปที่ 3 เท่ากับพื้นที่ใต้ กราฟรูปที่ 2 ก ขนาดของแรง จากกราฟรูป 3 นี้เรียกว่า ขนาดของแรงเฉลี่ย ในช่วงเวลา Δt

กรณีที่แรงค่ามากกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น รถยนต์ชนกัน การตอกตะปูด้วย ค้อน การตีลูกเทนนิส เป็นต้น แรงค่ามากที่กระทำในช่วงเวลาสั้น ๆ นี้เรียกว่า แรงคล ค่าแรงคล ที่เราหาได้จึงถือว่าเป็น

แรงคลเฉลี่ย

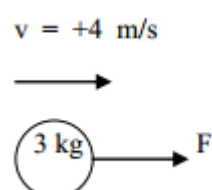
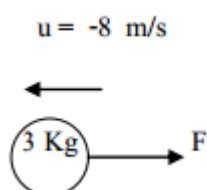


รูปที่ 3 การหาแรงเฉลี่ยจากการคล

ตัวอย่าง 1 วัตถุมวล 3 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที เมื่อมี แรงคลที่กระทำ กับวัตถุในทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเดิมเป็นเวลานาน 0.02 วินาที และทำให้วัตถุมีความเร็วเป็น 4 เมตร/วินาที ในทิศของแรงกระทำจงหาขนาดของ

ก. แรงคลที่กระทำกับวัตถุ

ข. การคลที่กระทำกับวัตถุ



ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....
.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....
.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....
.....
.....
.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหามาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....
.....
.....
.....

สถานการณ์ที่ 2 โร้ดโคตะลูกบอลมวล 0.5 กิโลกรัม ทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่
ด้วยอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาที เข้าชนฝาผนังในแนวตั้งฉาก แล้วสะท้อนกลับออกมาในแนวเดิม
ด้วยอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาทีเท่ากัน ถ้าลูกบอลกระทบฝาผนังนาน 0.05 วินาที จงหา

ก. การดลของลูกบอล ข. แรงเฉลี่ยที่ฝาผนังกระทำต่อลูกบอล

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....
.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....
.....
.....
.....
.....
.....

สถานการณ์ที่ 3 สุวิมล ตีลูกเทนนิสมวล 200 กรัม ที่กำลังลอยเข้าหาตัวเธอ ในแนวระดับด้วยความเร็ว 25 เมตร/วินาที ให้สะท้อนกลับไปในแนวเดิมด้วยความเร็ว 40 เมตร/วินาที ในช่วงเวลา 0.002 วินาที จงหาแรงดลเฉลี่ยของลูกเทนนิส

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....
.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....
.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....
.....
.....
.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 4 วัตถุมวล 4 กิโลกรัมกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที
 เมื่อมีแรงคงที่กระทำกับวัตถุในทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเดิมเป็นเวลานาน 0.03
 วินาที และทำให้วัตถุมีความเร็วเป็น 6 เมตร/วินาที ในทิศของแรงกระทำ จงหาขนาดของ

ก. แรงคลที่กระทำกับวัตถุ

ข. การคลที่กระทำกับวัตถุ

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 5 จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลาของวัตถุหนึ่ง

แรง(N)

เวลา ($\times 10^{-2}$ s)

ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 5×10^{-2} วินาทีแรก

ข. ขนาดของแรงดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 5×10^{-2} วินาทีแรก

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

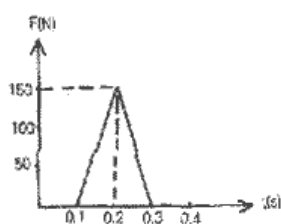
.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 6 วัตถุอันหนึ่งถูกแรงกระทำ มีความสัมพันธ์กับเวลาดังกราฟ

จงหาการดลและแรงดล



ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....
.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาคงตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

(แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E))

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวทิตยา สลีน

มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 ทดลองและอธิบายหลักการของการชนใน 1 มิติ การชนใน 2 มิติ การชนใน 3 มิติและโมเมนตัม รวมทั้งคำนวณและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของโมเมนตัมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับมวลและความเร็ว ภายใต้อิทธิพลของแรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันในการชนกันหรือการระเบิด

จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

- 1) อธิบายความหมายของโมเมนตัมได้
- 2) บอกได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไป
- 3) บอกความหมายของแรงที่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมตามสมการ

$$F = (\Delta P) / (\Delta t)$$

ทักษะ/ กระบวนการ

- 1) ทำกิจกรรมเกี่ยวกับ โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม ได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) ความสนใจใฝ่รู้
- 2) ความมุ่งมั่นในการทำงาน
- 3) ความซื่อสัตย์

- 4) รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น
- 5) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระสำคัญ

โมเมนตัมเป็นปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ใช้บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็ว โมเมนตัมของวัตถุหาได้จากผลคูณของมวลและความเร็ว โมเมนตัมมีหน่วยกิโลกรัม เมตรต่อวินาที อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุกับเวลา หมายถึง การที่แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุที่ขณะใด ๆ จะมีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุที่ขณะนั้นทั้งขนาดและทิศทาง หรือ $F = dp/dt$

สาระการเรียนรู้

โมเมนตัม (Momentum: P) คือ ผลคูณระหว่างระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเป็นปริมาณหนึ่งที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad \dots\dots\dots(1)$$

- เมื่อให้ \vec{p} คือ โมเมนตัมของวัตถุ
 m คือ มวลของวัตถุ
 \vec{v} คือ ความเร็วของวัตถุ

โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางตามทิศของความเร็ว มีหน่วยเป็นกิโลกรัมเมตรต่อวินาที ในการทำให้วัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่งพบว่า วัตถุที่มีโมเมนตัมมากต้องออกแรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน ที่เรียกว่ากฎของความเฉื่อย สามารถเขียนในรูปโมเมนตัมได้ว่า โมเมนตัมของวัตถุคงตัวเสมอ นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุนั้น

เมื่อวัตถุมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว \vec{u} มีแรงคงตัว \vec{F} กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนเป็น \vec{v} จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \text{และ} \quad \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{\Delta t}$$

ดังนั้น

$$\vec{F} = \frac{m(\vec{v} - \vec{u})}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t} \quad \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ \vec{F}	คือ	แรงลัพธ์ที่คงตัวที่กระทำต่อวัตถุมวล m
$m\vec{u}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุก่อนออกแรงกระทำ
$m\vec{v}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุหลังออกแรงกระทำ
$m\vec{v} - m\vec{u}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลา Δt
$\frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไปใน 1 หน่วยเวลา หรืออัตรา การเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

สรุปได้ว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ เท่ากับอัตราการเปลี่ยน โมเมนตัมของวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง

การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
ความรู้ 1) อธิบายความหมายของโมเมนตัมได้ 2) บอกได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไป 3) บอกความหมายของแรงว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมตามสมการ $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$	การตรวจใบงาน	แบบบันทึกการตรวจใบงาน	ระดับดีขึ้นไป
ทักษะ/ กระบวนการ 1) ทำกิจกรรมเกี่ยวกับโมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัมได้	การประเมินทักษะการทำกิจกรรม	แบบประเมินทักษะการทำกิจกรรม	ระดับดีขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
<p>คุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <p>1) ความสนใจใฝ่รู้</p> <p>2) ความมุ่งมั่นในการทำงาน</p> <p>3) ความซื่อสัตย์</p> <p>4) รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น</p> <p>5) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์</p>	<p>การสังเกตพฤติกรรมในระหว่างเรียน</p>	<p>แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน</p>	<p>ระดับดีขึ้นไป</p>

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
<p>1) ขั้นสร้าง</p> <p>ความสนใจ</p>	<p>1.1 ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ</p> <p>1.2 ครูกล่าวถึงประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเล่นกีฬาบางประเภทมาแล้ว เช่น บาสเกตบอล ห่วงยาง จะเห็นว่าในการออกแรงรับลูกบอลหรือห่วงยางที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่าง ๆ กัน ขนาดของแรงที่ใช้รับวัตถุในแต่ละครั้งต่างกันด้วย</p> <p>1.3 ครูตั้งปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรมรับดูทราบายว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการที่ออกแรงต่างกันเพื่อรับวัตถุนั้น ขึ้นกับปริมาณใดบ้าง (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด) และนักเรียนคิดว่ามวลและความเร็วมีผลต่อแรงต้านอย่างไร ให้นักเรียนลองทำกิจกรรมการรับดูทราบาย</p>	<p>ชุดกิจกรรม</p> <p>การทดลอง</p> <p>การรับดูทราบาย</p>	<p>10 นาที</p>

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
2) ขั้นสำรวจและค้นหา	<p>2.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมการรับ ถ่วงทรายตามเอกสารในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 2 หน้า 58 โดยการรับถ่วงทราย 1 ถุง ที่ตกจากตำแหน่ง ระดับความสูงต่างกัน จากนั้นทำกิจกรรมโดยการรับ ถ่วงทราย 1 ถุง และถ่วงทราย 2 ถุง ซึ่งผู้คิดค้น ที่ตกจากตำแหน่งระดับความสูงเท่ากัน ให้นักเรียน เปรียบเทียบแรงที่รับถ่วงทรายในแต่ละครั้ง ซึ่งผลการทำกิจกรรมมีดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - เมื่อมวลเท่ากัน แต่ถ้าตกจากตำแหน่งระดับ ความสูงต่างกัน จะมีความเร็วต่างกันและมีแรงที่รับ ถ่วงทรายต่างกันด้วย - เมื่อมวลต่างกัน แต่ถ้าตกจากตำแหน่งระดับ ความสูงเท่ากัน จะมีความเร็วเท่ากันและแรงที่ใช้รับ ถ่วงทรายต่างกันด้วย 	ชุดกิจกรรม การทดลอง การรับ ถ่วงทราย	30 นาที
3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	<p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันนำผลจากการทำ กิจกรรมมาอภิปรายเพื่อหาผลสรุปว่า</p> <p>3.1.1 เมื่อปล่อยถ่วงทรายมวลเท่ากันให้ตกจาก ตำแหน่งที่ระดับความสูงต่างกัน ถ่วงทรายที่ปล่อย จากตำแหน่งที่สูงกว่าจะมีความเร็วขณะกระทบมือ มากกว่าและแรงที่ใช้รับถ่วงทรายจากตำแหน่งที่ สูงกว่ามีค่ามากกว่าด้วย</p> <p>3.1.2 เมื่อปล่อยถ่วงทรายที่มีมวลต่างกันจาก ตำแหน่งระดับความสูงเท่ากัน ถ่วงทรายจะตกกระทบ มือด้วยความเร็วเท่ากัน แรงที่ใช้รับถ่วงทรายที่มีมวล มากจะมีค่ามากกว่าแรงที่ใช้รับถ่วงทรายที่มีมวลน้อย</p> <p>3.1.3 จากผลสรุปทั้ง 2 ข้อ สามารถสรุปรวมได้ว่า แรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุขึ้นอยู่กับมวล และความเร็วของวัตถุ ซึ่งแรงดังกล่าวเรียกว่า “โมเมนตัม” และมีสูตรในการคำนวณ คือ $P = mv$</p>	หนังสือเรียน รายวิชา เพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2	30 นาที

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
4) ขั้นขยายความรู้	<p>4.1 ครูแจกเอกสารใบความรู้เรื่อง โมเมนตัม แรง และการเปลี่ยน โมเมนตัม ให้กับนักเรียน พร้อมทั้งให้ความรู้นักเรียนเรื่อง โมเมนตัมว่า ผลคูณระหว่างมวลกับความเร็ว เรียกว่า โมเมนตัม ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็วและมีหน่วยกิโลกรัม เมตรต่อวินาที โดยโมเมนตัมของวัตถุเป็นปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ใช้บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ</p> <p>4.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายเรื่องแรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม โดยใช้สถานการณ์ว่า</p> <p>4.2.1 ในการเตะฟุตบอลที่หยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็วที่ต่างกัน จะต้องออกแรงแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร</p> <p>4.2.2 ในการรับลูกฟุตบอลซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน ผู้รับจะต้องออกแรงรับเพื่อให้ลูกฟุตบอลหยุดนิ่งด้วยแรงต่างกันหรือไม่ อย่างไร</p> <p>4.2.3 จากกรณีนี้เราจะสรุปได้ว่าอย่างไร (แรงที่กระทำต่อวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยน โมเมนตัมของวัตถุ)</p> <p>4.3 นักเรียนทำใบงานเรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม</p>	<p>1. ใบความรู้เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม</p> <p>2. ใบงานเรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยน โมเมนตัม</p>	40 นาที
5) ขั้นประเมิน	<p>5.1 นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้รับ</p> <p>5.2 การถาม-ตอบคำถามของนักเรียน</p> <p>5.3 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด</p>	สมุดฟลิคส์	10 นาที

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2
- ใบความรู้เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
- ใบงานเรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
- ชุดกิจกรรมการทดลองการรับดูทราย

แบบบันทึกหลังสอน

1. การเตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนนำเข้าสู่บทเรียน

- 1.1 บอกเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้
- 1.2 บอกสาระการเรียนรู้ (K, P, A)
- 1.3 กระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน โดยการ

2. ผลของการกระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน ปรากฏ ดังนี้

- 2.1 นักเรียนให้ความสนใจกับบทเรียนเป็นอย่างดี เพราะ.....
- 2.2 นักเรียนไม่ค่อยให้ความสนใจต่อบทเรียนมากนัก เพราะ.....

2.2.1 ท่านคิดว่าข้อที่ควรพัฒนา/ ปรับปรุงแก้ไขในการกระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน ได้แก่.....

3. การนำเข้าสู่บทเรียน

- 3.1 สามารถนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ได้ตามแผนที่วางไว้ทุกประการ เพราะ

3.2 สามารถนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ได้เป็นบางส่วน แต่ไม่ครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางไว้ทั้งนี้เพราะ.....

3.2.1 ท่านคิดว่าแนวทางในการพัฒนาการปรับปรุงการนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ให้ดีขึ้น ได้แก่.....

4. การวัดประเมินผล (เลือกตอบได้หลายข้อ)

- 4.1 มีการวัดประเมินผลย่อยระหว่างทางตามที่กำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้

(K P A)

- 4.2 มีการวัดประเมินผลพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้รวมยอดของผู้เรียน (K+ P+ A)
- 4.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง (Self assessment)

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน (เลือกตอบได้หลายข้อ)

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน.....

.....

- 5.1 มีความเหมาะสมกับบรรยากาศของชั้นเรียน
- 5.2 เป็นไปอย่างหลากหลาย ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคล
- 5.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนเป็นไป

อย่างสมดุลเหมาะสม

- 5.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างสนุกสนาน
- 5.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดตามที่กำหนด
- 5.6 ครูผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้
- 5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกขั้นตอน
- 5.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนไม่ค่อยประสบผลสำเร็จ เนื่องจาก

.....

- 5.9 แนวทางในการพัฒนา/ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในโอกาสต่อไป

.....

6. การใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้

- 6.1 เลือกใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย
- 6.2 สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ไม่ค่อยช่วยเสริม/ กระตุ้นการเรียนรู้ของ

ผู้เรียนมากนัก เพราะ.....

- 6.3 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้

.....

7. แนวทางในการพัฒนา/ ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้/
ตัวชี้วัดในโอกาสต่อไป ได้แก่.....

ลงชื่อ.....

ผู้บันทึก

(.....)

แบบบันทึกการตรวจใบงาน

วิชา.....ชั้น.....หน่วยการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....กำหนดส่งวันที่.....

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการตรวจใบงานของผู้เรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่กำหนด

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน			รวม 15 คะแนน	สรุปผล การประเมิน
		ความถูกต้อง	ความตรงต่อเวลา	ความสะอาดเรียบร้อย	คะแนนที่ได้	

เกณฑ์การประเมิน

12-15 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

8-11 คะแนน หมายถึง ดี

4-7 คะแนน หมายถึง พอใช้

0-3 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินการตรวจใบงาน

ประเด็น ที่ประเมิน	ระดับคะแนน				น้ำหนัก
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0	
1. ความถูกต้อง	ทำใบงานได้ ถูกต้องตั้งแต่ ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ทำใบงานได้ ถูกต้องร้อยละ 50-79	ทำใบงานได้ ถูกต้อง น้อยกว่า ร้อยละ 50	ทำใบงาน ผิดทุกข้อ	3
2. ความตรง ต่อเวลา	ส่งใบงาน ภายในเวลาที่ กำหนด	ส่งใบงานหลัง เวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งใบงานหลัง เวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งใบงานหลัง เวลาที่กำหนด มากกว่า 2 วัน	1
3. ความสะอาด เรียบร้อย	เขียนข้อมูล ในใบงาน ด้วยลายมือ ที่เป็นระเบียบ เรียบร้อย มีความสะอาด เป็นแบบอย่าง แก่ผู้อื่นได้	เขียนข้อมูล ในใบงาน ด้วยลายมือ ที่เป็นระเบียบ เรียบร้อย มีความสะอาด เป็นส่วนใหญ่	เขียนข้อมูล ในใบงาน ด้วยลายมือ ที่เป็นระเบียบ เรียบร้อย มีความสะอาด เป็นบางส่วน	เขียนข้อมูล ในใบงาน ด้วยลายมือ ที่ไม่เป็น ระเบียบ เรียบร้อย และ ไม่สะอาด	1

แบบประเมินทักษะการทำกิจกรรม

วิชา.....ชั้น.....หน่วยการเรียนรู้.....
เรื่อง.....กิจกรรม.....

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรม
โดยให้ระดับคะแนนลงตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน				รวม 12 คะแนน	สรุปผล การประเมิน
		วิธีดำเนินกิจกรรม	การปฏิบัติกิจกรรม	ความคล่องแคล่ว ในการทำกิจกรรม	การนำเสนอ	คะแนน ที่ได้	

เกณฑ์การประเมิน

10-12 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

7-9 คะแนน หมายถึง ดี

4-6 คะแนน หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินทักษะในการทำกิจกรรม

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. วิธีดำเนินกิจกรรม	กำหนดวิธีการขั้นตอน ถูกต้อง เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการทำ กิจกรรมเหมาะสม	กำหนดวิธีการขั้นตอน ถูกต้อง การใช้เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ ยังไม่เหมาะสม	กำหนดวิธีการและ ขั้นตอนไม่ถูกต้อง ต้องให้ความช่วยเหลือ
2. การปฏิบัติกิจกรรม	ดำเนินกิจกรรมเป็น ขั้นตอนและใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างถูกต้อง	ดำเนินกิจกรรม เป็นขั้นตอนและ ใช้อุปกรณ์ถูกต้อง ถ้าให้คำแนะนำ	ต้องให้ความช่วยเหลือ ในการดำเนินกิจกรรม และการใช้อุปกรณ์
3. ความคล่องแคล่ว ในขณะทำกิจกรรม	มีความคล่องแคล่ว ในการดำเนินกิจกรรม และการใช้อุปกรณ์ ดำเนินกิจกรรม ได้อย่างปลอดภัย และเสร็จทันเวลา	มีความคล่องแคล่ว ในการทำกิจกรรมและ การใช้อุปกรณ์แต่ต้อง ชี้แนะเรื่องการใช้ อุปกรณ์อย่างปลอดภัย	ทำกิจกรรมไม่ทันเวลาที่กำหนดเนื่องจาก ขาดความคล่องแคล่ว ในการใช้อุปกรณ์และ ดำเนินกิจกรรม
4. การนำเสนอ	สรุปการทำกิจกรรม ถูกต้องและนำเสนอ เป็นขั้นตอนชัดเจน	สรุปการทำกิจกรรม ถูกต้อง แต่การนำเสนอ ยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำชี้แนะ ในการสรุปการทำ กิจกรรมและ การนำเสนอจึงจะ ปฏิบัติได้

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

ชั้น.....วิชา.....

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียนและ
ขณะปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรม
ของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน					รวม 15 คะแนน	สรุปผล การประเมิน
		ความสนใจใฝ่รู้	ความมุ่งมั่น ในการทำงาน	ความซื่อสัตย์	รับฟังความคิดเห็น จากผู้อื่น	ความสามารถในการ ทำงานร่วมกับผู้อื่น อย่างสร้างสรรค์	คะแนน ที่ได้	

เกณฑ์การประเมิน

12-15 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

8-11 คะแนน หมายถึง ดี

4-7 คะแนน หมายถึง พอใช้

0-3 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมนักเรียน

ประเด็นที่ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
1. ความสนใจใฝ่รู้	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และ มีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้ มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นประจำและเป็น แบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้ มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ บ่อยครั้ง	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้ มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ บางครั้ง	ไม่ตั้งใจเรียนและไม่ เข้าร่วมกิจกรรมใด ๆ
2. ความมุ่งมั่น ในการทำงาน	ตั้งใจและรับผิดชอบ ในการปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมายให้ สำเร็จ ทำงานด้วย ความขยัน อดทน และพยายามให้งาน สำเร็จ ตามเป้าหมายก่อน เวลาที่กำหนด ไม่ย่อท้อ ต่อปัญหา อุปสรรค เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	ตั้งใจและรับผิดชอบ ในการปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ ทำงาน ด้วยความขยัน อดทน และพยายามให้งาน สำเร็จ ตามเป้าหมาย ก่อนเวลาที่กำหนด ไม่ย่อท้อต่อปัญหา อุปสรรค	ตั้งใจและรับผิดชอบ ในการปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ ทำงาน ด้วยความขยัน อดทน และพยายามให้งาน สำเร็จ	ไม่ตั้งใจและรับผิดชอบ ในการปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย ไม่ขยันอดทน ในการทำงาน
3. ความซื่อสัตย์	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและ เป็นจริง ปฏิบัติในสิ่ง ที่ถูกต้อง เป็นแบบอย่างที่ดี แก่ผู้อื่น	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและ เป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ ถูกต้อง บ่อยครั้ง	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและ เป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ ถูกต้อง บางครั้ง	ไม่ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง
4. รับฟังความคิดเห็น จากผู้อื่น	รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น ด้วยความเต็มใจ เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	รับฟังความคิดเห็นจาก ผู้อื่นด้วยความเต็มใจ บ่อยครั้ง	รับฟังความคิดเห็นจาก ผู้อื่นด้วยความเต็มใจ บางครั้ง	ไม่รับฟังความคิดเห็น จากผู้อื่น
5. ความสามารถ ในการทำงาน ร่วมกับผู้อื่น อย่างสร้างสรรค์	ปฏิบัติงานที่ได้รับ มอบหมายร่วมกับผู้อื่น ได้เป็นอย่างดี รวมถึง มีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำงานและ เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	ปฏิบัติงานที่ได้รับ มอบหมายร่วมกับผู้อื่น ได้เป็นอย่างดี รวมถึง มีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำงาน บ่อยครั้ง	ปฏิบัติงานที่ได้รับ มอบหมายร่วมกับผู้อื่นได้ เป็นอย่างดีรวมถึงมี แนวคิดใหม่ ๆ ในการ ทำงาน บางครั้ง	ไม่สามารถปฏิบัติงาน ที่ได้รับมอบหมาย ร่วมกับผู้อื่นได้

ใบความรู้

เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

โมเมนตัมคืออะไร (Momentum: P)

เราทราบกันแล้วว่า วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์ วัตถุใดมีพลังงานจลน์มาก จะมีความเร็วหรือมวลมาก วัตถุใดมีพลังงานจลน์น้อย จะมีความเร็วหรือมวลน้อย และวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะมีคุณสมบัติข้อหนึ่ง คือ พยายามเคลื่อนที่ไปข้างหน้าตลอดเวลา วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุเป็นศูนย์ แต่ถ้าจะให้วัตถุที่เคลื่อนที่หยุดลง เราจะต้องออกแรงกระทำกับวัตถุ และแรงนั้นจะต้องเป็นแรงต้าน คือ มีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าเราใช้มือต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุก้อนหนึ่งซึ่งมีความเร็วมาก และวัตถุอีกก้อนหนึ่งซึ่งมีมวลเท่ากันแต่มีความเร็ว น้อย เราจะรู้สึกออกแรงต้านไม่เท่ากัน วัตถุที่มีความเร็วมากจะต้องใช้แรงต้านมากกว่า และถ้าเราใช้มือต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุสองก้อนซึ่งมีความเร็วเท่ากัน แต่วัตถุก้อนหนึ่งมีมวลมากกว่าวัตถุอีกก้อนหนึ่ง วัตถุที่มีมวลมากกว่าต้องใช้แรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ฉะนั้นเราสามารถบอกได้ว่าในการเคลื่อนที่ของวัตถุจะใช้แรงมากหรือน้อย ขึ้นกับมวลและความเร็วของวัตถุ ถ้าเรานำ มวลคูณกับความเร็วของวัตถุ เราเรียกค่าที่ได้ว่า โมเมนตัมของวัตถุ

โมเมนตัม เป็นปริมาณหนึ่งซึ่งบอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางตามทิศของความเร็วในการที่จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งนั้น วัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะทำให้หยุดการเคลื่อนที่ที่ยากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย

เมื่อ $P =$ โมเมนตัมของวัตถุ

$m =$ มวลของวัตถุ

$v =$ ความเร็วของวัตถุ

เขียนเป็นสมการได้ว่า $P = mv$

โมเมนตัมมีหน่วยเป็น กิโลกรัม.เมตร/ วินาที (kg.m/ s)

ตัวอย่างที่ 1 จงหาโมเมนตัมของรถยนต์มวล 20 กิโลกรัม ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตร/ ชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{จาก} \quad P &= mv \\ P &= (20)(20) \\ P &= 400 \text{ กิโลกรัม.เมตร/ วินาที} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุมีมวล 7 กิโลกรัม เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 4 เมตร/ วินาที² หลังจากเวลาผ่านไป 5 วินาที จะมีโมเมนตัมเท่าใด

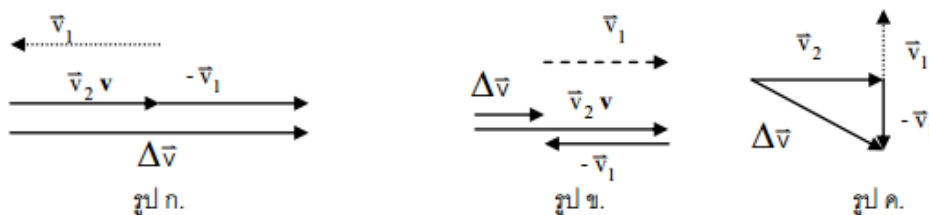
$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{จาก} \quad v &= u + at \\ v &= (0) + (4)(5) \\ v &= 20 \text{ เมตร/วินาที} \\ \text{จาก} \quad P &= mv \\ P &= (7)(20) \\ P &= 140 \text{ กิโลกรัม.เมตร/ วินาที} \end{aligned}$$

การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม (ΔP)

เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิม ขนาดของความเร็วเปลี่ยนแปลงไป โดยไม่เปลี่ยนทิศทาง หรือ ขนาดของความเร็วไม่เปลี่ยนแต่ทิศของความเร็วเปลี่ยน ก็เป็นผลให้ สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งเรียกว่า มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ทิศของการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมจะมีทิศเดียวกับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

หาขนาดของการเปลี่ยนแปลง โมเมนตัมได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \Delta P &= P_2 - P_1 \\ \text{หรือ} \quad \Delta P &= mv_2 - mv_1 \\ \text{หรือ} \quad \Delta P &= m(v_2 - v_1) \\ \text{หรือ} \quad \Delta P &= m(\Delta v) \end{aligned}$$



จากรูป ก. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อขนาดของความเร็วไม่เปลี่ยน แต่ทิศของความเร็วเปลี่ยน

จากรูป ข. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อขนาดของความเร็วเปลี่ยน แต่ทิศของความเร็วไม่เปลี่ยน

จากรูป ค. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อขนาดของความเร็วเปลี่ยน และทิศของความเร็วเปลี่ยน

ผลจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง โมเมนตัมของวัตถุ และทิศของโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป จะมีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป

ตัวอย่างที่ 3 ชายคนหนึ่งมีมวล 60 กิโลกรัม ขับรถยนต์ด้วยความเร็วคงที่ 90 กิโลเมตร/ ชั่วโมง บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าเขาบังคับให้รถหยุดภายในเวลาขณะหนึ่ง จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปที่เกิดขึ้น

วิธีทำ จาก $\Delta P = mv - mu$

$$\Delta P = (60)(0) - (60)(25)$$

$$\Delta P = -1500 \text{ กิโลกรัม.เมตร/ วินาที}$$

ตอบ โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปเท่ากับ 1500 กิโลกรัม.เมตร/ วินาที มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

(แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E))

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม
เรื่อง การคลและแรงคล
ผู้สอน นางสาวทิตยา สลีน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 ทดลองและอธิบายหลักการของการชนใน 1 มิติ การชนใน 2 มิติ การชนใน 3 มิติและโมเมนตัม รวมทั้งคำนวณและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของโมเมนตัมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับมวลและความเร็ว ภายใต้แรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันในการชนกันหรือการระเบิด

จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

- 1) อธิบายได้ว่าผลคูณของแรงที่ทำให้วัตถุมีการเปลี่ยนโมเมนตัมกับช่วงเวลาที่ใช้เรียกว่า การคล
- 2) แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุได้ว่า พื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดของการคล
- 3) บอกได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงคลและหาแรงคล จากสูตรที่กำหนดให้โดยถือว่าเป็นแรงคลเฉลี่ย

ทักษะ/ กระบวนการ

- 1) ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการคลและแรงคลได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) ความสนใจใฝ่รู้
- 2) ความมุ่งมั่นในการทำงาน

- 3) ความซื่อสัตย์
- 4) รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น
- 5) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระสำคัญ

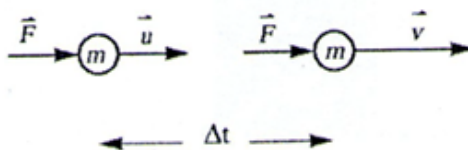
แรงที่กระทำต่อวัตถุในขณะที่กระทบกันในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล ปริมาณแรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือปริมาณของแรงดลในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า การดล หรือ การดลหมายถึงอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมในช่วงเวลาสั้น ๆ

สาระการเรียนรู้

การดล คือ การเปลี่ยนโมเมนตัม เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป มีหน่วยเป็น $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ หรือ $\text{N}\cdot\text{s}$

ถ้าให้ F กับ Δt หรือ $F\Delta t$ เรียกว่า การดล

จากสมการ จะได้ว่า $F\Delta t = mv - mu$

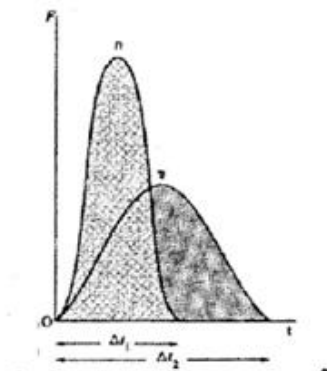


รูปที่ 1 แรง F กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนจาก mu เป็น mv

เมื่อมีแรง F กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนจาก mu เป็น mv แสดงดังรูปที่ 1 ในกรณีที่วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในแนวตรง การดลกับโมเมนตัมจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยถ้าการดลเป็นบวก (+) หมายความว่า การดลนั้นจะเสริมการเคลื่อนที่ ทำให้โมเมนตัมเพิ่มขึ้นในแนวเส้นตรง ($mv > mu$ หรือ $v > u$) ถ้าการดลเป็นลบ (-) หมายความว่า การดลนั้นจะต้านการเคลื่อนที่ที่ทำให้โมเมนตัมของวัตถุลดลงในแนวเส้นตรง ($mv < mu$ หรือ $v < u$)

แรงดล คือ อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม หรือ แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในช่วงเวลาสั้น ๆ

ถ้าวัตถุชิ้นเดียวกันถูกทำให้เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่แบบเดียวกัน แต่ใช้ช่วงเวลาแตกต่างกันแล้วจะเกิดแรงดลไม่เท่ากัน ดังแสดงในกราฟรูปที่ 2

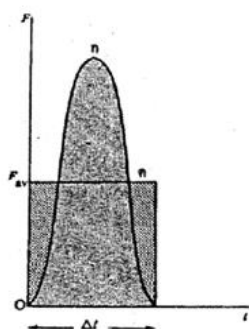


รูปที่ 2 กราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาในขณะที่วัตถุกระทบกัน

จากรูปจะเห็นว่า ถ้าใช้ช่วงเวลาสั้น (Δt_1) แล้วจะเกิดแรงคลมมาก ถ้าใช้ช่วงเวลายาว (Δt_2) จะเกิดแรงคลน้อย

จากกราฟ ก ในรูปที่ 2 จะเห็นว่า ขนาดของแรงกระทำต่อวัตถุไม่คงตัวในช่วงเวลาในการกระทบ แต่การคำนวณการคล ขนาดของแรงที่ใช้จะต้องมีค่าคงตัวค่าหนึ่ง ซึ่งเมื่อเขียนกราฟระหว่างขนาดของแรงนี้กับเวลา จะได้ดังกราฟดังรูปที่ 3 โดยพื้นที่ใต้กราฟรูปที่ 3 เท่ากับพื้นที่ใต้กราฟรูปที่ 2 ก ขนาดของแรง จากกราฟรูป 3 นี้เรียกว่า ขนาดของแรงเฉลี่ย ในช่วงเวลา Δt

กรณีที่แรงค่ามากกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น รถยนต์ชนกัน การตอกตะปู ด้วยค้อน เป็นต้น แรงค่ามากที่กระทำในช่วงเวลาสั้น ๆ นี้ เรียกว่า แรงคล ค่าแรงคลที่เราหาได้ จึงถือว่าเป็นแรงคลเฉลี่ย



รูปที่ 3 การหาแรงเฉลี่ยจากการคล

การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
ความรู้ 1) อธิบายได้ว่าผลคูณของแรงที่ทำให้วัตถุมีการเปลี่ยนโมเมนตัมกับช่วงเวลาที่ใช้เรียกว่า การดล 2) แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุได้ว่าพื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดของการดล 3) บอกได้ว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล และหาแรงดลจากสูตรที่กำหนดให้โดยถือว่าเป็นแรงดลเฉลี่ย	การตรวจใบงาน	แบบบันทึก การตรวจใบงาน	ระดับดี ขึ้นไป
ทักษะ/ กระบวนการ 1) ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการดลและแรงดลได้	การประเมินทักษะ การทำกิจกรรม	แบบประเมิน ทักษะการทำ กิจกรรม	ระดับดี ขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความมุ่งมั่นในการทำงาน 3) ความซื่อสัตย์ 4) รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น 5) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	การสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างเรียน	แบบสังเกต พฤติกรรม นักเรียน	ระดับดี ขึ้นไป

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
1) ขั้นสร้าง ความสนใจ	<p>1.1 ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ</p> <p>1.2 ครูให้นักเรียนพิจารณารูป 6.7 ในหนังสือเรียน แล้วอภิปรายร่วมกันถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุในรูป เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า แรงที่กระทำให้วัตถุหยุดหรือเปลี่ยนความเร็วขึ้นอยู่กับความเร็วของวัตถุ</p> <p>1.3 ครูตั้งปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การพิจารณาสถานการณ์การปล่อยไข่มวลเท่ากันให้ตกลงบนพื้นแข็งและปล่อยให้ตกลงบนฟองน้ำหนา ๆ จากที่ระดับความสูง 0.5 เมตร เท่ากัน</p>	หนังสือเรียน รายวิชา เพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2	10 นาที
2) ขั้นสำรวจและ ค้นหา	<p>2.1 ครูยกสถานการณ์การปล่อยไข่มวล 2 ใบ ซึ่งมีมวลเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ตกจากระดับความสูง 0.5 เมตร ใบหนึ่งให้ตกลงบนพื้นแข็ง อีกใบหนึ่งให้ตกลงบนฟองน้ำหนา ๆ จากสถานการณ์การปล่อยไข่มวล ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถาม</p> <p>2.1.1 ความเร็วของไข่มวลขณะตกกระทบฟองน้ำและตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร (เท่ากัน เนื่องจาก ปล่อยที่ระดับความสูงเดียวกัน)</p> <p>2.1.2 ผลที่เกิดขึ้นเมื่อไข่มวลตกกระทบฟองน้ำและตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร (ไข่มวลที่ตกลงบนพื้นแข็งจะแตก ส่วนไข่มวลที่ตกลงบนฟองน้ำจะไม่แตก)</p> <p>2.1.3 โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของไข่มวลทั้งสองเมื่อตกกระทบฟองน้ำกับตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร (เท่ากัน)</p>	ชุดกิจกรรม การปล่อยไข่มวล	30 นาที

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
<p>3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป</p>	<p>2.1.4 ช่วงเวลาที่ไขเปลี่ยนความเร็วขณะกระทบ ฟองน้ำจนหยุดนิ่งต่างกับช่วงเวลาที่ไขกระทบพื้นแข็งจนหยุดนิ่งหรือไม่ อย่างไร (ช่วงเวลาที่ไขเปลี่ยนความเร็วขณะกระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่งมากกว่าช่วงเวลาที่ไขกระทบพื้นแข็ง)</p> <p>3.1 ครูชี้ให้เห็นว่าจากสถานการณ์การปล่อยไขแรงที่กระทำต่อวัตถุนอกจากจะขึ้นอยู่กับค่าของการเปลี่ยนโมเมนตัมแล้ว ยังขึ้นกับช่วงเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุเพื่อใช้ในการเปลี่ยน โมเมนตัมของวัตถุ</p> <p>3.2 ครูใช้สมการ $F = (mv - mu) / \Delta t$ ประกอบการอภิปรายโดยกล่าวถึงสถานการณ์ไขดิบมวลเท่ากันตกลงบนฟองน้ำและตกลงบนพื้นแข็งที่ตำแหน่งระดับความสูงเดียวกันจนหยุดนิ่ง เมื่อให้ $mv - mu$ เป็นค่าคงตัว Δt คือ ช่วงเวลาที่ไขกระทบฟองน้ำหรือกระทบพื้นแข็งจนหยุดนิ่ง ซึ่งจะพิจารณาได้ว่า ช่วงเวลาที่ไขตกกระทบบนฟองน้ำจนหยุดนิ่งมากกว่าช่วงเวลาที่ไขตกกระทบบนพื้นแข็งจนหยุดนิ่ง ดังนั้น แรงต้าน F ที่ฟองน้ำกระทำต่อไขจึงน้อยกว่าเป็นผลทำให้ไขไม่แตก สำหรับไขที่ตกบนพื้นราบแข็งนั้น ช่วงเวลาในการกระทบน้อยแรงที่พื้นกระทำต่อไขจึงมาก เป็นผลให้ไขแตก</p> <p>3.3 จากการอธิบายสามารถสรุปได้ว่า แรงต้านดังกล่าวเรียกว่า การดล ซึ่งสามารถหาได้จาก ผลคูณของแรงกับช่วงเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุ</p>	<p>หนังสือเรียน รายวิชา เพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2</p>	<p>30 นาที</p>

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
4) ขั้นขยายความรู้	<p>4.1 ครูแจกเอกสารใบความรู้เรื่องการคลและแรงคล ให้นักเรียนพร้อมทั้งให้ความรู้ว่าการคลเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศเดียวกับทิศของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน.วินาที หรือ กิโลกรัม.เมตร/ วินาที ครูเน้นว่าในกรณีที่การคล ($F\Delta t$) และ โมเมนตัมเริ่มต้น (μ) อยู่ในแนวเดียวกัน โดยอาจมีทิศทางเดียวกันหรือทิศทางเดียวกันหรือทิศทางตรงข้ามกันก็ได้การใช้สมการ $F\Delta t = mv - \mu$ จึงควรใส่เครื่องหมายบวก (+) และลบ (-) เพื่อกำหนดทิศทางของปริมาณเวกเตอร์เหล่านั้น</p> <p>4.2 ครูให้นักเรียนพิจารณากราฟรูปที่ 2 ก. และ ข. แล้วอภิปรายร่วมกัน จนได้ข้อสรุปว่า</p> <p>4.2.1 ขณะที่วัตถุสองสิ่งกระทบกัน แรงที่เกิดขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าแรงสูงสุดอ่านได้ตรงจุดยอดของเส้นกราฟ</p> <p>4.2.2 พื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดการคล</p> <p>4.2.3 ถ้าขนาดของการคลเท่าเดิม แต่เวลาในการกระทบของวัตถุมากขึ้น ค่าของแรงสูงสุดจะลดลง</p> <p>4.3 เมื่อได้ขนาดของการคลแล้วจะสามารถหาขนาดของแรงคลได้จาก ขนาดของแรงคล = (ขนาดของการคล)/(ช่วงเวลา) หรือ $F = (\text{ขนาดของการคล})/(\Delta t)$</p> <p>4.4 นักเรียนทำใบงานเรื่องการคลและแรงคล</p>	<p>1. ใบความรู้ เรื่อง การคลและแรงคล</p> <p>2. ใบงาน เรื่องการคลและแรงคล</p>	40 นาที
5) ขั้นประเมิน	<p>5.1 นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้รับ</p> <p>5.2 การถาม-ตอบคำถามของนักเรียน</p> <p>5.3 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด</p>	สมุดฟลิคส์	10 นาที

สื่อการเรียนการสอน

- หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2
- ใบความรู้เรื่อง การคลและแรงคล
- ใบงาน เรื่องการคลและแรงคล
- ชุดกิจกรรมการปล่อยไข่

แบบบันทึกหลังสอน

1. การเตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนนำเข้าสู่บทเรียน

- 1.1 บอกเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้
- 1.2 บอกสาระการเรียนรู้ (K, P, A)
- 1.3 กระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน โดยการ

2. ผลของการกระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน ปรากฏดังนี้

- 2.1 นักเรียนให้ความสนใจกับบทเรียนเป็นอย่างดี เพราะ.....
- 2.2 นักเรียนไม่ค่อยให้ความสนใจต่อบทเรียนมากนัก เพราะ.....

2.2.1 ท่านคิดว่าข้อที่ควรพัฒนา/ ปรับปรุงแก้ไขในการกระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียน ได้แก่.....

3. การนำเข้าสู่บทเรียน

- 3.1 สามารถนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ได้ตามแผนที่วางไว้ทุกประการ เพราะ

3.2 สามารถนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ได้เป็นบางส่วน แต่ไม่ครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางไว้ทั้งนี้เพราะ.....

3.2.1 ท่านคิดว่าแนวทางในการพัฒนาการปรับปรุงการนำเสนอเนื้อหาสาระ/ ความรู้ให้ดีขึ้น ได้แก่.....

4. การวัดประเมินผล (เลือกตอบได้หลายข้อ)

- 4.1 มีการวัดประเมินผลย่อยระหว่างทางตามที่กำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้

(K P A)

4.2 มีการวัดประเมินผลพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้รายขอของผู้เรียน (K+P+A)

4.3 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง (Self assessment)

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน (เลือกตอบได้หลายข้อ)

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน.....

5.1 มีความเหมาะสมกับบรรยากาศของชั้นเรียน

5.2 เป็นไปอย่างหลากหลาย ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

5.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนเป็นไปอย่าง

สมคุณเหมาะสม

5.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างสนุกสนาน

5.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดตามที่กำหนด

5.6 ครูผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้

5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกขั้นตอน

5.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนไม่ค่อยประสบผลสำเร็จ เนื่องจาก

5.9 แนวทางในการพัฒนา/ ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในโอกาสต่อไป

6. การใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้

6.1 เลือกใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

6.2 สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ไม่ค่อยช่วยเสริม/ กระตุ้นการเรียนรู้ของ

ผู้เรียนมากนัก เพราะ.....

6.3 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้

7. แนวทางในการพัฒนา/ ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้/

ตัวชี้วัดในโอกาสต่อไป ได้แก่.....

ลงชื่อ.....

ผู้บันทึก

(.....)

แบบบันทึกการตรวจใบงาน

วิชา.....ชั้น.....หน่วยการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....กำหนดส่งวันที่.....

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการตรวจใบงานของผู้เรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่กำหนด

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน			รวม 15 คะแนน	สรุปผล การประเมิน
		ความถูกต้อง	ความตรงต่อเวลา	ความสะอาด เรียบร้อย	คะแนนที่ได้	

เกณฑ์การประเมิน

12-15 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

8-11 คะแนน หมายถึง ดี

4-7 คะแนน หมายถึง พอใช้

0-3 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินการตรวจใบงาน

ประเด็น ที่ประเมิน	ระดับคะแนน				น้ำหนัก
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0	
1. ความถูกต้อง	ทำใบงานได้ ถูกต้องตั้งแต่ ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ทำใบงาน ได้ถูกต้อง ร้อยละ 50-79	ทำใบงาน ได้ถูกต้อง น้อยกว่า ร้อยละ 50	ทำใบงาน ผิดทุกข้อ	3
2. ความตรง ต่อเวลา	ส่งใบงานภายใน เวลาที่กำหนด	ส่งใบงาน หลังเวลา ที่กำหนด 1 วัน	ส่งใบงาน หลังเวลา ที่กำหนด 2 วัน	ส่งใบงาน หลังเวลา ที่กำหนด มากกว่า 2 วัน	1
3. ความสะอาด เรียบร้อย	เขียนข้อมูลใน ใบงานด้วยลายมือ ที่เป็นระเบียบ เรียบร้อย มีความสะอาด เป็นแบบอย่าง แก่ผู้อื่นได้	เขียนข้อมูลใน ใบงานด้วย ลายมือที่เป็น ระเบียบ เรียบร้อย มี ความสะอาด เป็นส่วนใหญ่	เขียนข้อมูล ในใบงาน ด้วยลายมือ ที่เป็นระเบียบ เรียบร้อย มีความสะอาด เป็นบางส่วน	เขียนข้อมูล ในใบงาน ด้วยลายมือ ที่ไม่เป็น ระเบียบ เรียบร้อย และ ไม่สะอาด	1

แบบประเมินทักษะการทำกิจกรรม

วิชา.....ชั้น.....หน่วยการเรียนรู้.....

เรื่อง.....กิจกรรม.....

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรม

โดยใช้ระดับคะแนนลงตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน				รวม 12 คะแนน	สรุปผล การประเมิน
		วิธีดำเนินกิจกรรม	การปฏิบัติกิจกรรม	ความคล่องแคล่ว ในการทำกิจกรรม	การนำเสนอ	คะแนน ที่ได้	

เกณฑ์การประเมิน

10-12 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

7-9 คะแนน หมายถึง ดี

4-6 คะแนน หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การประเมินทักษะในการทำกิจกรรม

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. วิธีดำเนินกิจกรรม	กำหนดวิธีการขั้นตอน ถูกต้อง เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการทำ กิจกรรมเหมาะสม	กำหนดวิธีการขั้นตอน ถูกต้อง การใช้เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ ยังไม่เหมาะสม	กำหนดวิธีการและ ขั้นตอนไม่ถูกต้อง ต้องให้ความช่วยเหลือ
2. การปฏิบัติกิจกรรม	ดำเนินกิจกรรม เป็นขั้นตอนและ ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	ดำเนินกิจกรรม เป็นขั้นตอนและ ใช้อุปกรณ์ถูกต้อง ถ้าให้คำแนะนำ	ต้องให้ความช่วยเหลือ ในการดำเนินกิจกรรม และการใช้อุปกรณ์
3. ความคล่องแคล่ว ในขณะที่ทำกิจกรรม	มีความคล่องแคล่ว ในการดำเนินกิจกรรม และการใช้อุปกรณ์ ดำเนินกิจกรรม ได้อย่างปลอดภัย และเสร็จทันเวลา	มีความคล่องแคล่ว ในการทำกิจกรรมและ การใช้อุปกรณ์แต่ต้อง ชี้แนะเรื่องการใช้ อุปกรณ์อย่างปลอดภัย	ทำกิจกรรมไม่ทันเวลา ที่กำหนดเนื่องจากขาด ความคล่องแคล่วใน การใช้อุปกรณ์และ ดำเนินกิจกรรม
4. การนำเสนอ	สรุปการทำกิจกรรม ถูกต้องและนำเสนอ เป็นขั้นตอนชัดเจน	สรุปการทำกิจกรรม ถูกต้อง แต่การนำเสนอ ยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำชี้แนะ ในการสรุปการทำ กิจกรรมและ การนำเสนอจึงจะ ปฏิบัติได้

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

ชั้น.....วิชา.....

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมิน ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียนและ
ขณะปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรม
ของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน					รวม 15 คะแนน	สรุปผล การประเมิน
		ความสนใจใฝ่รู้	ความมุ่งมั่น ในการทำงาน	ความซื่อสัตย์	รับฟังความคิดเห็นจาก ผู้อื่น	ความสามารถใน การทำงานร่วมกับผู้อื่น อย่างสร้างสรรค์	คะแนน ที่ได้	

เกณฑ์การประเมิน

12-15 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

8-11 คะแนน หมายถึง ดี

4-7 คะแนน หมายถึง พอใช้

0-3 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ผ่านระดับดีขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

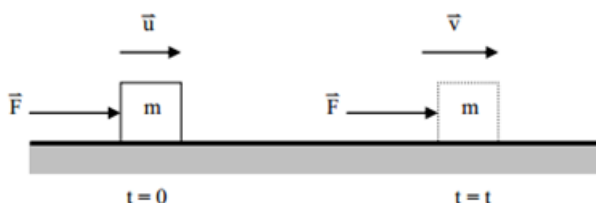
เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมนักเรียน

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
1. ความสนใจใฝ่รู้	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรม การเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นประจำ และเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้ มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ บ่อยครั้ง	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และ มีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้ มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และ เข้าร่วมกิจกรรม การเรียนรู้ต่าง ๆ บางครั้ง	ไม่ตั้งใจเรียนและไม่ เข้าร่วมกิจกรรมใด ๆ
2. ความมุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจและรับผิดชอบ ในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายให้สำเร็จ ทำงาน ด้วยความขยัน อดทน และพยายามให้งานสำเร็จ ตามเป้าหมายก่อนเวลา ที่กำหนด ไม่ย่อท้อต่อ ปัญหา อุปสรรค เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	ตั้งใจและรับผิดชอบ ในการปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ ทำงาน ด้วยความขยัน อดทน และพยายามให้งาน สำเร็จ ตามเป้าหมาย ก่อนเวลาที่กำหนด ไม่ย่อท้อต่อปัญหา อุปสรรค	ตั้งใจและรับผิดชอบ ในการปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ ทำงาน ด้วยความขยัน อดทน และพยายามให้งาน สำเร็จ	ไม่ตั้งใจและรับผิดชอบ ในการปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย ไม่ขยันอดทนใน การทำงาน
3. ความซื่อสัตย์	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง บ่อยครั้ง	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง บางครั้ง	ไม่ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง
4. รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น	รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น ด้วยความเต็มใจ เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	รับฟังความคิดเห็น จากผู้อื่นด้วยความเต็มใจ บ่อยครั้ง	รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่นด้วยความเต็มใจ บางครั้ง	ไม่รับฟังความคิดเห็น จากผู้อื่น
5. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	ปฏิบัติงานที่ได้รับ มอบหมายร่วมกับผู้อื่น ได้เป็นอย่างดี รวมถึง มีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำงานและเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้อื่น	ปฏิบัติงานที่ได้รับ มอบหมายร่วมกับผู้อื่น ได้เป็นอย่างดี รวมถึง มีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำงาน บ่อยครั้ง	ปฏิบัติงานที่ได้รับ มอบหมายร่วมกับผู้อื่น ได้เป็นอย่างดี รวมถึง มีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำงาน บางครั้ง	ไม่สามารถปฏิบัติงาน ที่ได้รับมอบหมาย ร่วมกับผู้อื่นได้

ใบความรู้

เรื่อง การดลและแรงดล

การดลและแรงดล (Impulse: Impulsive force)



วัตถุมวล m ได้รับแรงกระทำ F เคลื่อนที่บนพื้นราบจากความเร็วต้น u เป็นความเร็ว v ในเวลา t

จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน $F = ma$; $a = (v-u)/ \Delta t$

จะได้ว่า $F = m ((v-u)/ \Delta t)$

$$F = (mv-mu)/ \Delta t$$

- แรงที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล (Impulsive force)

- แรงดลคูณกับเวลา $F\Delta t$ เรียกว่า การดล (Impulse)

$$I = F\Delta t = mv-mu$$

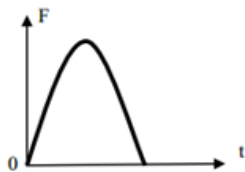
การดล (I) แยกพิจารณาเป็น 2 แบบ

1. การดลเนื่องจากแรงคงที่ ถ้ามีแรงคงที่กระทำกับวัตถุจะได้รับการดลเท่ากับผลคูณของแรงดลคูณกับเวลา มีหน่วยเป็น นิวตัน.วินาที

$$I = F\Delta t$$

การดลของแรงที่มีขนาดคงที่ ถ้าขนาดของการดลของแรงมีค่าเป็นบวก แสดงว่า โมเมนตัมของวัตถุที่เรากำลังพิจารณามีค่าเพิ่มขึ้น ถ้าเป็นลบแสดงว่า โมเมนตัมของวัตถุจะมีค่าลดลง และถ้าการดลมีค่าเป็นศูนย์ก็หมายถึงไม่มีการออกแรงกระทำกับวัตถุเลย

2. การดลเนื่องจากแรงไม่คงที่ ถ้ามีแรงไม่คงที่กระทำกับวัตถุจะได้รับการดลมีค่าเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับเวลา



$$I = \text{พื้นที่ใต้กราฟของ } F \text{ และ } t$$

การคลเนื่องจากแรงไม่คงที่ แยกการพิจารณาเป็น 2 แบบ คือ

2.1 ถ้ามีแรงไม่คงที่เพียงแรงเดียวกระทำกับวัตถุ จะได้การคลเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ F กับ Δt

2.2 ถ้ามีแรงคงที่และไม่คงที่กระทำกับวัตถุ จะได้การคลเท่ากับผลรวมของพื้นที่ใต้กราฟ โดยแรงที่มีทิศตามกัน การคลจะเท่ากับผลบวกของพื้นที่ใต้กราฟ แรงที่มีทิศตรงข้ามกัน การคลจะเท่ากับผลต่างของพื้นที่ใต้กราฟ

การคลที่เราพบบ่อย ๆ นั้นเป็นการคลที่แรงมีค่ามากมากระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น รอยนศชนกัน การตีลูกเทนนิส การตีลูกปิงปอง การตอกตะปูด้วยค้อน ลูกบิลเลียดชนกัน เป็นต้น

แรงคล หมายถึง แรงที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ หาได้จากสมการ

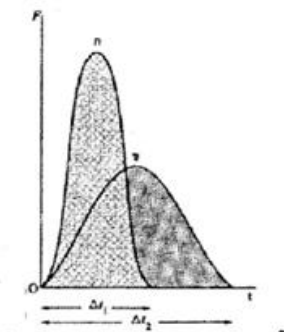
$$F = (mv - mu) / \Delta t \quad \text{มีหน่วยเป็น นิวตัน}$$

$$F = (I) / \Delta t \quad ; \quad \text{แรงคล} = \text{การคล} / \text{เวลา}$$

แรงคลไม่ใช่เป็นแรงใหม่อะไร ความจริงคือแรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุดังกล่าวมาแล้ว มีข้อแตกต่างกันเพียงเวลาที่แรงกระทำกับวัตถุต้องเป็นเวลาสั้น ๆ จึงเรียกชื่อให้ต่างออกไปเสียใหม่ ว่า “แรงคล” หน่วยที่ใช้ก็เป็นหน่วยเดียวกัน สูตรที่ใช้ก็เป็นสูตรเดียวกัน มีสิ่งที่จะต้องสังเกต ถ้า $mv - mu$ (การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม) นั้นเท่าเดิม แต่ t มีค่าน้อย เราจะได้ค่า F มากขึ้น เช่น

ถ้า $mv - mu$ มีค่า 1 หน่วยและ t เท่ากับ 1 วินาที จะมีค่า 1 หน่วยแต่ถ้าเราใช้ t เท่ากับ $1/100$ วินาที F จะมีค่าเป็น 100 หน่วย มากขึ้นกว่าเดิมถึง 100 เท่า

ถ้าวัตถุชิ้นเดียวกันถูกทำให้เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่แบบเดียวกัน แต่ใช้ช่วงเวลาแตกต่างกันแล้ว จะเกิดแรงคลไม่เท่ากัน ดังแสดงในกราฟรูปที่ 1

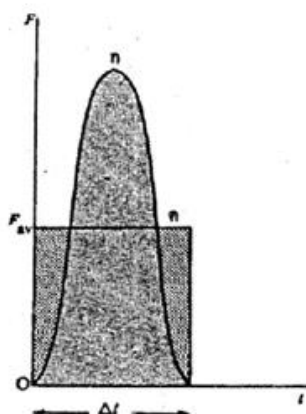


รูปที่ 2 กราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาในขณะที่วัตถุกระทบกัน

จากรูปจะเห็นว่า ถ้าใช้ช่วงเวลาสั้น (Δt_1) แล้วจะเกิดแรงคลมมาก ถ้าใช้ช่วงเวลายาว (Δt_2) จะเกิดแรงคลมน้อย

จากกราฟ ก ในรูปที่ 2 จะเห็นว่า ขนาดของแรงกระทำต่อวัตถุไม่คงตัวในช่วงเวลาในการกระทบ แต่การคำนวณการคล ขนาดของแรง ที่ใช้จะต้องมีค่าคงตัวค่าหนึ่ง ซึ่งเมื่อเขียนกราฟระหว่างขนาดของแรงนี้กับเวลา จะได้ดังกราฟในรูปที่ 3 โดยพื้นที่ใต้กราฟรูปที่ 3 เท่ากับพื้นที่ใต้กราฟรูปที่ 2 ก ขนาดของแรง จากกราฟรูป 3 นี้เรียกว่า ขนาดของแรงเฉลี่ย ในช่วงเวลา Δt

กรณีที่แรงค่ามากกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น รถยนต์ชนกัน การตอกตะปู ด้วยค้อน การตีลูกเทนนิส เป็นต้น แรงค่ามากที่กระทำในช่วงเวลาสั้น ๆ นี้เรียกว่า แรงคล ค่าแรงคลที่เราหาได้จึงถือว่าเป็นแรงคลเฉลี่ย

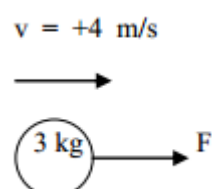
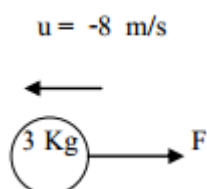


รูปที่ 3 การหาแรงเฉลี่ยจากการคล

ตัวอย่าง 1 วัตถุมวล 3 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที เมื่อมีแรง
คงที่กระทำกับวัตถุในทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเดิมเป็นเวลานาน 0.02 วินาที
และทำให้วัตถุมีความเร็วเป็น 4 เมตร/วินาที ในทิศของแรงกระทำจงหาขนาดของ

ก. แรงคลที่กระทำกับวัตถุ

ข. การคลที่กระทำกับวัตถุ



วิธีทำ

ก. จากสูตร $F = (mv - mu) / \Delta t$

แทนค่า $F = ((3)(+4) - (3)(-8)) / (0.02) = +1800 \text{ N}$

ตอบ แรงคลที่กระทำกับวัตถุเป็น 1800 นิวตัน มีทิศทางไปทางขวามือ

ข. จากสูตร $F\Delta t = mv - mu$

แทนค่า $F\Delta t = (3)(+4) - (3)(-8) = +36 \text{ N}\cdot\text{s}$

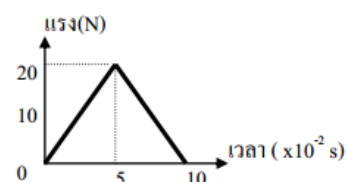
ตอบ การคลที่กระทำกับวัตถุมีค่าเท่ากับ +36 นิวตัน.วินาที มีทิศทางเดียวกับแรงคล

.....

ตัวอย่าง 2 จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลาของวัตถุหนึ่ง

ก. ขนาดของการคลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 10×10^{-2} วินาทีแรก

ข. ขนาดของแรงคลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 10×10^{-2} วินาทีแรก



วิธีทำ ก. ขนาดของการคลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 10×10^{-2} วินาทีแรก

$I = \text{พื้นที่ใต้กราฟ}$

$I = (1/2) \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} = (1/2) \times 10 \times 20 = 100 \text{ N}\cdot\text{s}$

ตอบ การคลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 10×10^{-2} วินาทีแรก มีค่าเท่ากับ 100 นิวตัน.วินาที

ข.ขนาดของแรงคลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 10×10^{-2} วินาทีแรก

$F = I / \Delta t$

$F = (100) / (10 \times 10^{-2}) = 1000 \text{ N}$

ตอบ แรงคลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 10×10^{-2} วินาทีแรก มีค่าเท่ากับ 1000 นิวตัน

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ (ก่อนเรียน-หลังเรียน)

เรื่อง โมเมนตัมและการชน

รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คะแนนเต็ม 20 คะแนน

เวลา 50 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย ในกระดาษคำตอบให้ถูกต้อง

1. ขนาดโมเมนตัมของรถยนต์ขึ้นอยู่กับปริมาณใด (เข้าใจ)

(1) มวลของรถยนต์ (2) เวลาที่รถยนต์เคลื่อนที่ (3) ความเร็วของรถยนต์

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อใด

ก. ข้อ (1), (2)

ข. ข้อ (2), (3)

ค. ข้อ (1), (3)

ง. ข้อ (1), (2), (3)

2. รถจักรยานเคลื่อนที่แนววงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว จงพิจารณาปริมาณพลังงานจลน์ และ โมเมนตัมเป็นอย่างไร (เข้าใจ)

ก. โมเมนตัมเปลี่ยนแปลง, พลังงานจลน์มีค่าคงตัว

ข. โมเมนตัมมีค่าคงตัว, พลังงานจลน์มีค่าคงตัว

ค. โมเมนตัมมีค่าคงตัว, พลังงานจลน์เปลี่ยนแปลง

ง. โมเมนตัมเปลี่ยนแปลง, พลังงานจลน์เปลี่ยนแปลง

3. แรงคงที่ขนาด 8.2 นิวตัน ดึงหนังสือในแนวระดับบนพื้นราบเคลื่อนที่เป็นเวลา 4 วินาที

จงหาการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของหนังสือ (การนำไปใช้)

ก. 32.2 นิวตัน.วินาที

ข. 32.4 นิวตัน.วินาที

ค. 32.6 นิวตัน.วินาที

ง. 32.8 นิวตัน.วินาที

4. การดลที่กระทำต่ออุทกทรายจะมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณใดต่อไปนี้ (เข้าใจ)

ก. ความเร็ว

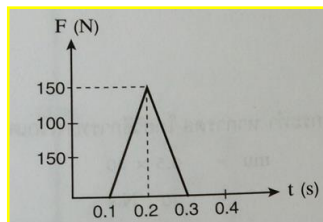
ข. โมเมนตัม

ค. พลังงานจลน์

ง. พลังงานศักย์

5. รถยนต์คันหนึ่งถูกแรงกระทำ มีความสัมพันธ์กับเวลาดังกราฟ จงหาการคลและแรงคล (การนำไปใช้)

- ก. 15 นิวตัน.วินาที, 70 นิวตัน
 ข. 10 นิวตัน.วินาที, 75 นิวตัน
 ค. 15 นิวตัน.วินาที, 75 นิวตัน
 ง. 25 นิวตัน.วินาที, 70 นิวตัน



6. มาเรีย ซาราไปวาคีลูกเทนนิสมวล 400 กรัม ที่กำลังลอยเข้าหาตัวเขาในแนวระดับด้วยความเร็ว 55 เมตร/ วินาที ให้สะท้อนกลับไปแนวเดิมด้วยความเร็ว 70 m/s ในช่วงเวลา 0.004 วินาที

จงหาแรงคลเฉลี่ยของลูกเทนนิส (การนำไปใช้)

- ก. 12,500 นิวตัน
 ข. 13,000 นิวตัน
 ค. 13,500 นิวตัน
 ง. 14,000 นิวตัน

7. การชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์มีปริมาณใดที่คงที่ (ความจำ)

- ก. พลังงานจลน์ แต่ไม่ใช่โมเมนตัม
 ข. โมเมนตัม แต่ไม่ใช่พลังงานจลน์
 ค. ทั้งโมเมนตัมและพลังงานจลน์
 ง. ไม่คงที่ทั้งพลังงานจลน์และโมเมนตัม

8. รถทดลอง A และ B มีมวลเท่ากัน วางอยู่บนพื้นราบเกลี้ยง รถ B วิ่งมาชนรถ A ซึ่งอยู่นิ่ง ด้วยความเร็ว 10 เมตร/ วินาที ปรากฏว่ารถ B หยุดนิ่ง ส่วนรถ A วิ่งตรงไปด้วยความเร็วเท่ากับรถ B ที่วิ่งมาชน ข้อใดกล่าวถูกต้อง (เข้าใจ)

- ก. โมเมนตัมคงที่
 ข. พลังงานจลน์คงที่
 ค. โมเมนตัมและพลังงานจลน์คงที่
 ง. โมเมนตัมและพลังงานจลน์ไม่คงที่

9. เครื่องบินลำที่ 1 มวล 25m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v เข้าชนเครื่องบินลำที่ 2 มวล 5m ซึ่งอยู่กับที่ในแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวล ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ ความเร็วของเครื่องบินลำที่ 2 มวล 5m หลังถูกชนเป็นเท่าไร (เข้าใจ)

- ก. $v/3$ เมตร/ วินาที
 ข. $(2v)/3$ เมตร/ วินาที
 ค. $(4v)/3$ เมตร/ วินาที
 ง. $(5v)/3$ เมตร/ วินาที

10. ลูกกระสุนมวล 4 กรัม มีความเร็ว 900 เมตร/ วินาที ทะลุผ่านแท่งไม้มวล 800 กรัม เกิดการคลทำให้แท่งไม้มีความเร็ว 3.2 เมตร/ วินาที จงหาความเร็วของลูกกระสุนหลังทะลุผ่าน (การนำไปใช้)

- ก. 200 เมตร/ วินาที
 ข. 260 เมตร/ วินาที
 ค. 300 เมตร/ วินาที
 ง. 360 เมตร/ วินาที

11. รถทดลองมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6 เมตร/วินาที เข้าชนรถทดลองอีกคันหนึ่ง ซึ่งมีมวลเท่ากันและอยู่นิ่ง หลังจากชนรถทดลองทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป จงหาค่าพลังงานความร้อนที่เกิดจากการชน (การนำไปใช้)

ก. 12 จูล

ข. 14 จูล

ค. 16 จูล

ง. 18 จูล

12. มวล 10 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที พุ่งเข้าชนมวล 10 กิโลกรัม ซึ่งอยู่นิ่ง ถ้าการชนเป็นแบบยืดหยุ่น มวลที่พุ่งเข้าชนจะมีลักษณะอย่างไร (เข้าใจ)

ก. หยุดนิ่งอยู่กับที่

ข. เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตร/วินาที ในทิศทางตรงข้ามกับทิศเดิม

ค. เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 5 เมตร/วินาที ในทิศทางเดิม

ง. เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 4 เมตร/วินาที ในทิศทางเดิม

13. ยิงลูกปืนมวล 0.1 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 500 เมตร/วินาที ในแนวระดับไปยังวัตถุมวล 30 กิโลกรัม ซึ่งวางนิ่งอยู่บนพื้นระนาบลื่น หลังจากลูกปืนกระทบวัตถุแล้วพบว่า วัตถุมีความเร็ว 1 เมตร/วินาที ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง (เข้าใจ)

ก. การชนเป็นแบบยืดหยุ่นและลูกปืนทะลุวัตถุ

ข. การชนเป็นแบบยืดหยุ่นและลูกปืนกระดอนกลับ

ค. การชนเป็นแบบไม่ยืดหยุ่นและลูกปืนทะลุวัตถุ

ง. การชนเป็นแบบไม่ยืดหยุ่นและลูกปืนกระดอนกลับ

14. มวล 2m วิ่งด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที เข้าชนมวล 3m ซึ่งกำลังวิ่งด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที ในทิศทางเดียวกัน ถ้าในการชนไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ จงหาความเร็วของมวลทั้งสองหลังชนกัน (การนำไปใช้)

ก. $v_1 = 5 \text{ m/s}$ และ $v_2 = 20 \text{ m/s}$

ข. $v_1 = 5 \text{ m/s}$ และ $v_2 = 18 \text{ m/s}$

ค. $v_1 = 4 \text{ m/s}$ และ $v_2 = 20 \text{ m/s}$

ง. $v_1 = 4 \text{ m/s}$ และ $v_2 = 18 \text{ m/s}$

15. มวล C วิ่งด้วยอัตราเร็ว 3 เมตร/วินาที เข้าชนมวล D ซึ่งอยู่นิ่ง หลังจากชนมวล D วิ่งไปในทิศ 37 องศา กับแนวเดิมของ C หลังการชน มวล C จะวิ่งด้วยอัตราเร็วเท่าใด และในทิศทำมุมเท่าใดกับแนวเดิม (การนำไปใช้)

ก. 0.8 เมตร/วินาที และ 37 องศา

ข. 0.8 เมตร/วินาที และ 53 องศา

ค. 2.4 เมตร/วินาที และ 37 องศา

ง. 2.4 เมตร/วินาที และ 53 องศา

16. ลูกบอลลูกที่หนึ่ง มีความเร็ว 280 m/s ชนลูกบอลลูกที่สอง ซึ่งเดิมอยู่นิ่งและมีมวลเท่ากัน ภายหลังจากชนลูกบอลลูกที่หนึ่ง เบนออกจากแนวเดิม 37 องศา จงหาอัตราเร็วของลูกบอลทั้งสองภายหลังจากชน (เข้าใจ)

ก. $v_1 = 224 \text{ m/s}$, $v_2 = 168 \text{ m/s}$

ข. $v_1 = 224 \text{ m/s}$, $v_2 = 178 \text{ m/s}$

ค. $v_1 = 244 \text{ m/s}$, $v_2 = 168 \text{ m/s}$

ง. $v_1 = 244 \text{ m/s}$, $v_2 = 178 \text{ m/s}$

17. ลูกโลหะกลม A และ B มีมวล 0.4 กิโลกรัมเท่ากัน ให้ลูก B วิ่งเข้าชนลูก A ซึ่งอยู่นิ่ง หลังจากชน ลูก A และ B กระเด็นทำมุม 30 และ 60 องศา ตามลำดับกับแนวการเคลื่อนที่ของลูก B ก่อนชน ถ้าอัตราเร็วหลังชนของลูก A เท่ากับ 3 เมตร/วินาที พลังงานจลน์ก่อนชนของลูก B มีค่าเท่าไร โดยถือว่าการเคลื่อนที่ทั้งหมดนี้อยู่บนพื้นราบเกลี้ยง (การนำไปใช้)

ก. 2.4 จูล

ข. 4.8 จูล

ค. 6.4 จูล

ง. 7.2 จูล

18. ถ้าลูกกระสุนปืนใหญ่ ซึ่งถูกยิงออกไปเกิดระเบิดขึ้นกลางอากาศ ลูกปืนใหญ่นั้นมีปริมาณในข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง (ความจำ)

ก. โมเมนตัมทั้งหมดเพิ่มขึ้น

ข. โมเมนตัมทั้งหมดลดลง

ค. พลังงานจลน์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น

ง. พลังงานจลน์ทั้งหมดลดลง

19. ชายสองคนมีมวลเท่ากัน นั่งอยู่บนหัวเรือและท้ายเรือของเรือพายขนาดเล็กซึ่งลอยนิ่งในน้ำนิ่ง ถ้าชายที่อยู่หัวเรือเดินไปหาชายที่อยู่ท้ายเรือ เรือนี้จะเคลื่อนที่อย่างไร (เข้าใจ)

ก. เรือจะเคลื่อนที่ไปทางด้านท้ายเรือ

ข. เรือจะเคลื่อนที่ไปทางด้านหัวเรือ

ค. เรือนี้จะอยู่นิ่ง

ง. เรือจะเคลื่อนที่ไปทางด้านท้ายเรือแล้วกลับที่เดิม

20. วัตถุก้อนหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที เกิดระเบิดขึ้นเป็น 2 เสียง โดยเสียงแรกมีมวล 3 เท่าของเสียงที่สองแล้วเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 15 เมตร/วินาที อยากทราบว่าเสียงที่สองเคลื่อนที่ไปทางใดและมีความเร็วเท่าใด (การนำไปใช้)

ก. ไปทางเหนือ 5 เมตร/วินาที

ข. ไปทางใต้ 5 เมตร/วินาที

ค. ไปทางเหนือ 4 เมตร/วินาที

ง. ไปทางใต้ 10 เมตร/วินาที

แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้ปัญหาคำหนดให้ต่อไปนี้ โดยใช้เทคนิคของโพลยา

สถานการณ์ที่ 1: ปาวัตมวล 0.5 กิโลกรัม ขึ้นไปในแนวตั้งด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที โมเมนตัมเปลี่ยนไปเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาคำหนดที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน (ขั้นละ 3 คะแนน)

สรุปเนื้อหา	คะแนน
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องสมบูรณ์	3
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์	2
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และยังไม่สมบูรณ์	1
ปฏิบัติตามโจทย์ไม่ครบ และยังไม่สมบูรณ์	0

เฉลย

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

$$\text{มวล (m)} = 0.5 \text{ กิโลกรัม}$$

$$\text{ความเร็วต้น (u)} = 20 \text{ เมตร/วินาที}$$

$$\text{เวลา (t)} = 4 \text{ วินาที}$$

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

$$\text{โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป } (\Delta P) = ?$$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- เลือกใช้สูตรที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

- แทนค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ลงไปในสูตร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาคตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

$$\Delta P = mv - mu$$

$$\Delta P = (0.5)v - (0.5)(20) \quad \text{----- (1)}$$

หา v จาก $v = u + gt$

$$v = (20) + (10)(4)$$

$$v = (20) + (40)$$

$$v = 60 \text{ เมตร/วินาที}$$

แทนค่า v ในสมการที่ 1

$$\Delta P = (0.5)(60) - (0.5)(20)$$

$$\Delta P = 30 - 10$$

$$\Delta P = 20 \text{ กิโลกรัม.เมตร/วินาที}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- นำคำตอบที่ได้แทนค่าลงไปในสูตรเพื่อตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

$$\Delta P = mv - mu$$

$$20 = (0.5)(60) - (0.5)(u)$$

$$20 = 30 - (0.5)(u)$$

$$20 - 30 = -(0.5)(u)$$

$$-10 = -(0.5)(u)$$

$$u = (10) / (0.5)$$

$$u = 20 \text{ เมตร/วินาที}$$

แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่กำหนดให้ต่อไปนี้ โดยใช้เทคนิคของโพลยา

สถานการณ์ที่ 2: ขว้างลูกบาสมวล 4000 กรัม ด้วยความเร็ว 54 กิโลเมตร/ ชั่วโมง ในแนวระดับ เข้าชนกำแพงในทิศตั้งฉากกับกำแพงแล้วสะท้อนกลับออกมาในแนวเดิมด้วยความเร็ว 54 กิโลเมตร/ ชั่วโมง ในเวลา 3.2 วินาที จงหาการดลและแรงดลของลูกบาส

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหามาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน (ขั้นละ 3 คะแนน)

สรุปเนื้อหา	คะแนน
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องสมบูรณ์	3
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์	2
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และยังไม่สมบูรณ์	1
ปฏิบัติตามโจทย์ไม่ครบ และยังไม่สมบูรณ์	0

เฉลย

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

กำหนดทิศทางของความเร็วต้น (u) และความเร็วปลาย (v) โดยให้ทิศทางของความเร็วต้น (u) เป็นลบ และทิศทางของความเร็วปลาย (v) เป็นบวก

$$\text{มวล (m)} = 4000 \text{ กรัม} = 4 \text{ กิโลกรัม}$$

$$\text{ความเร็วต้น (u)} = -54 \text{ กิโลเมตร/ ชั่วโมง} = -15 \text{ เมตร/ วินาที}$$

$$\text{ความเร็วต้น (u)} = 54 \text{ กิโลเมตร/ ชั่วโมง} = 15 \text{ เมตร/ วินาที}$$

$$\text{เวลา (t)} = 3.2 \text{ วินาที}$$

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

$$\text{การดล (F}\Delta t) = ?$$

$$\text{แรงดล (F)} = ?$$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- เลือกใช้สูตรที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

- แทนค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ลงไปในสูตร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาคตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

หาการดล ($F\Delta t$) จาก

$$F\Delta t = mv - mu$$

$$F\Delta t = (4)(15) - (4)(-15)$$

$$F\Delta t = 60 + 60$$

$$F\Delta t = 120 \text{ กิโลกรัม.เมตร/ วินาที}$$

หาแรงดล (F) จาก

$$F = (\Delta P) / (\Delta t)$$

$$F = (mv - mu) / (\Delta t)$$

$$F = (120) / (3.2)$$

$$F = 37.5 \text{ นิวตัน}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- นำคำตอบที่ได้แทนค่าลงไปในสูตรเพื่อตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

$$F = (\Delta P) / (\Delta t)$$

$$F = (mv - mu) / (\Delta t)$$

$$37.5 = (120) / (\Delta t)$$

$$\Delta t = (120) / (37.5)$$

$$\Delta t = 3.2 \text{ วินาที}$$

แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่กำหนดให้ต่อไปนี้ โดยใช้เทคนิคของโพลยา

สถานการณ์ที่ 3: แท่งเหล็ก A มวล 7 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6 เมตร/วินาที เข้าชนแท่งเหล็ก B มวล 5 กิโลกรัม ซึ่งอยู่นิ่งในแนวเส้นตรง ถ้าการชนเป็นแบบยืดหยุ่น สมบูรณ์ จงหาความเร็วหลังชนของแท่งเหล็กทั้งสองและหาโมเมนตัมของแท่งเหล็ก A ที่เปลี่ยนไป

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาคงตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน (ขั้นละ 3 คะแนน)

สรุปเนื้อหา	คะแนน
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องสมบูรณ์	3
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์	2
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และยังไม่สมบูรณ์	1
ปฏิบัติตามโจทย์ไม่ครบ และยังไม่สมบูรณ์	0

เฉลย

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

มวลแห่งเหล็ก A (m_A) = 7 กิโลกรัม

มวลแห่งเหล็ก B (m_B) = 5 กิโลกรัม

ความเร็วต้นของแห่งเหล็ก A (u_A) = 6 เมตรต่อวินาที

ความเร็วต้นของแห่งเหล็ก B (u_B) = 0 เมตรต่อวินาที

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

ความเร็วปลายของแห่งเหล็ก A (v_A) = ?

ความเร็วปลายของแห่งเหล็ก B (v_B) = ?

โมเมนตัมของแห่งเหล็ก A ที่เปลี่ยนไป (ΔP_A) = ?

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- เลือกใช้สูตรที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

- แทนค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ลงไป

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

$$\begin{aligned} \text{จาก } m_A u_A + m_B u_B &= m_A v_A + m_B v_B \\ (7)(6) + (5)(0) &= (7)(v_A) + (5)(v_B) \\ 42 &= (7)(v_A) + (5)(v_B) \quad \text{----(1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จาก } u_A + v_A &= u_B + v_B \\ 6 + v_B &= 0 + v_B \\ 6 &= v_B - v_A \quad \text{----(2)} \end{aligned}$$

$$(2) \times 7 \text{ จะได้ } 42 = (7)(v_B) - (7)(v_A) \quad \text{----(3)}$$

$$(1) + (3) \text{ จะได้ } 84 = (12)(v_B)$$

$$v_B = 7 \text{ เมตร/วินาที}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } v_B \text{ ใน (2) จะได้} \\ 6 &= 7 - v_A \\ v_A &= 7 - 6 \\ v_A &= 1 \text{ เมตร/วินาที} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จาก } \Delta P_{\dot{A}} &= m_A v_A - m_A u_A \\ \Delta P_{\dot{A}} &= (7)(1) - (7)(6) \\ \Delta P_{\dot{A}} &= 7 - 42 \\ \Delta P_{\dot{A}} &= -35 \text{ กิโลกรัม.เมตร/วินาที} \end{aligned}$$

ตอบ หลังชนมวลของแท่งเหล็ก A และ B มีความเร็ว 1 และ 7 เมตร/วินาที ตามลำดับ และโมเมนตัมของแท่งเหล็ก A ที่เปลี่ยนไป มีค่าเท่ากับ 35 กิโลกรัม.เมตร/วินาที ในทิศสวนทางกับความเร็วก่อนชนของแท่งเหล็ก A

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- นำคำตอบที่ได้แทนค่าลงไปในสูตรเพื่อตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

$$\begin{aligned} \text{จาก } \Delta P_{\dot{A}} &= m_A v_A - m_A u_A \\ -35 &= (7)(1) - (7)(u_A) \\ -35 &= 7 - (7)(u_A) \\ -35 - 7 &= -(7)(u_A) \\ -42 &= -(7)(u_A) \\ u_A &= 6 \text{ เมตร/วินาที} \end{aligned}$$

แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้ปัญหาคำหนดให้ต่อไปนี้ โดยใช้เทคนิคของโพลยา

สถานการณ์ที่ 4: รถทดลอง 8 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที
 เข้าชนรถทดลอง 10 กิโลกรัม ซึ่งวิ่งสวนทางมาด้วยความเร็ว 6 เมตร/วินาที ในแนว
 ผ่านจุดศูนย์กลางมวล ปรากฏว่ารถทดลองทั้งสองติดกันไป จงหาความเร็วของรถทดลองทั้ง
 สองคันและพลังงานจลน์ที่หายไปในการชน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาคำตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน (ขั้นละ 3 คะแนน)

สรุปเนื้อหา	คะแนน
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องสมบูรณ์	3
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์	2
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และยังไม่สมบูรณ์	1
ปฏิบัติตามโจทย์ไม่ครบ และยังไม่สมบูรณ์	0

เฉลย

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

มวลของรถทดลองคันที่ 1 (m_1) = 8 กิโลกรัม

มวลของรถทดลองคันที่ 2 (m_2) = 10 กิโลกรัม

ความเร็วต้นของรถทดลองคันที่ 1 (u_1) = 20 เมตร/วินาที

ความเร็วต้นของรถทดลองคันที่ 2 (u_2) = -6 เมตร/วินาที

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

ความเร็วของรถทดลองทั้งสองคัน (v) = ?

พลังงานจลน์ที่หายไปในการชน ($E_{k \text{ หายไป}}$) = ?

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- เลือกใช้สูตรที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

- แทนค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ลงไปในสูตร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหามาตามี่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

$$\begin{aligned} \text{จาก } \sum P_{\text{ก่อนชน}} &= \sum P_{\text{หลังชน}} \\ m_1 u_1 + m_2 u_2 &= (m_1 + m_2) v \\ (8)(20) + (10)(-6) &= (8 + 10)(v) \\ 160 + 60 &= (18)(v) \\ v &= 100/18 \\ v &= 5.56 \text{ เมตร/วินาที} \end{aligned}$$

ตอบ ความเร็วของรถทดลองทั้งสองคัน มีค่าเท่ากับ 5.56 เมตร/วินาที

$$\begin{aligned} \text{จาก } E_{k \text{ ก่อนชน}} &= (1/2) m_1 u_1^2 + (1/2) m_2 u_2^2 \\ E_{k \text{ ก่อนชน}} &= (1/2)(8)(20)^2 + (1/2)(10)(6)^2 \\ E_{k \text{ ก่อนชน}} &= (4)(400) + (5)(36) \\ E_{k \text{ ก่อนชน}} &= 1600 + 180 \\ E_{k \text{ ก่อนชน}} &= 1780 \text{ จูล} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จาก } E_{k \text{ หลังชน}} &= (1/2) (m_1 + m_2) v^2 \\ E_{k \text{ หลังชน}} &= (1/2) (8 + 10) (5.56)^2 \\ E_{k \text{ หลังชน}} &= (1/2) (18) (5.56)^2 \\ E_{k \text{ หลังชน}} &= (9) (30.9136) \\ E_{k \text{ หลังชน}} &= 278.2224 \text{ จูล} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } E_{k \text{ หายไป}} &= E_{k \text{ หลังชน}} - E_{k \text{ หลังชน}} \\ E_{k \text{ หายไป}} &= 1780 - 278.2224 \\ E_{k \text{ หายไป}} &= 1501.7776 \text{ จูล} \end{aligned}$$

ตอบ พลังงานจลน์ที่หายไปในการชน มีค่าเท่ากับ 1501.7776 จูล

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- นำคำตอบที่ได้แทนค่าลงไปในสูตรเพื่อตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

$$\begin{aligned} \text{จาก } E_{k \text{ ก่อนชน}} &= (1/2) m_1 u_1^2 + (1/2) m_2 u_2^2 \\ 1780 &= (1/2) (8) (20)^2 + (1/2) (10) (u_2)^2 \\ 1780 &= (4) (400) + (5) (u_2)^2 \\ 1780 &= 1600 + (5) (u_2)^2 \\ 1780 - 1600 &= (5) (u_2)^2 \\ 180 &= (5) (u_2)^2 \\ (u_2)^2 &= (180) / (5) \\ (u_2)^2 &= 36 \\ u_2 &= 6 \text{ เมตร/วินาที} \end{aligned}$$

แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่กำหนดให้ต่อไปนี้ โดยใช้เทคนิคของโพลยา

สถานการณ์ที่ 5: โลหะทรงกลมมวล 15 กิโลกรัม เคลื่อนที่เข้าชนโลหะทรงกลมมวล 10 กิโลกรัม ซึ่งอยู่นิ่งด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที ในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางของมวล ทำให้ภายหลังการชนโลหะทรงกลมก้อนแรกทำมุม 37 องศา กับแนวเดิมและโลหะทรงกลมมวล 10 กิโลกรัม เคลื่อนที่ในแนวทำมุม 53 องศา กับแนวการเคลื่อนที่ของมวล 15 กิโลกรัม จงหาอัตราเร็วของโลหะทรงกลมทั้งสองก้อนภายหลังการชน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 คำเนิการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหามาที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน (ขั้นละ 3 คะแนน)

สรุปเนื้อหา	คะแนน
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องสมบูรณ์	3
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์	2
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และยังไม่สมบูรณ์	1
ปฏิบัติตามโจทย์ไม่ครบ และยังไม่สมบูรณ์	0

เฉลย

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

มวลของโลหะทรงกลมก้อนที่ 1 (m_1) = 15 กิโลกรัม

มวลของโลหะทรงกลมก้อนที่ 2 (m_2) = 10 กิโลกรัม

ความเร็วต้นของโลหะทรงกลมก้อนที่ 1 (u_1) = 30 เมตร/วินาที

ความเร็วต้นของโลหะทรงกลมก้อนที่ 2 (u_2) = 0 เมตร/วินาที

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

ความเร็วปลายของโลหะทรงกลมก้อนที่ 1 (v_1) = ?

ความเร็วปลายของโลหะทรงกลมก้อนที่ 2 (v_2) = ?

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- เลือกใช้สูตรที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

- แทนค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ลงไปในสูตร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาดังต่อไปนี้ที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad \sum P_{\text{ก่อนชน}} &= \sum P_{\text{หลังชน}} \\ \text{แกน } x; \quad m_1 u_1 + m_2 u_2 &= m_1 v_1 \cos 37^\circ + m_2 v_2 \cos 53^\circ \\ (15)(30) + (10)(0) &= (15)(v_1)(4/5) + (10)(v_2)(3/5) \\ 450 &= (12)(v_1) + (6)(v_2) \quad \text{----(1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แกน } y; \quad 0 &= m_1 v_1 \sin 37^\circ - m_2 v_2 \sin 53^\circ \\ m_2 v_2 \sin 53^\circ &= m_1 v_1 \sin 37^\circ \\ (10)(v_2)(4/5) &= (15)(v_1)(3/5) \\ (8)(v_2) &= (9)(v_1) \\ v_2 &= (9/8)(v_1) \quad \text{----(2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า (2) ใน (1);} \quad 450 &= (12)(v_1) + (6)(9/8)(v_1) \\ 450 &= (12)(v_1) + (27/4)(v_1) \\ 1800 &= (48)(v_1) + (27)v_1 \\ 1800 &= (75)(v_1) \\ v_1 &= (1800)/(75) \end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl}
 v_1 & = & 24 \text{ เมตร/วินาที} \\
 \text{แทนค่า } v_1 \text{ ใน (2); } v_2 & = & (9/8)(24) \\
 v_2 & = & 27 \text{ เมตร/วินาที}
 \end{array}$$

ตอบ ความเร็วปลายของโลหะทรงกลมก้อนที่ 1 (v_1) มีค่าเท่ากับ 24 เมตร/วินาที
 ความเร็วปลายของโลหะทรงกลมก้อนที่ 2 (v_2) มีค่าเท่ากับ 27 เมตร/วินาที
 ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- นำคำตอบที่ได้แทนค่าลงไปในสูตรเพื่อตรวจคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่

$$\begin{array}{rcl}
 \text{จาก } \sum P_{\text{ก่อนชน}} & = & \sum P_{\text{หลังชน}} \\
 \text{แกน x; } m_1 u_1 + m_2 u_2 & = & m_1 v_1 \cos 37^\circ + m_2 v_2 \cos 53^\circ \\
 (15)(u_1) + (10)(0) & = & (15)(24)(4/5) + (10)(27)(3/5) \\
 (15)(u_1) & = & (12)(24) + (6)(27) \\
 (15)(u_1) & = & 288 + 162 \\
 (15)(u_1) & = & 450 \\
 u_1 & = & (450)/(15) \\
 u_1 & = & 30 \text{ เมตร/วินาที}
 \end{array}$$

แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้ปัญหาคำหนดให้ต่อไปนี้ โดยใช้เทคนิคของโพลยา

สถานการณ์ที่ 6: เครื่องบินลำหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 25 เมตร/วินาที เกิดระเบิดขึ้นเป็น 2 เลียง โดยเลียงแรกมีมวล 3 เท่าของเลียงที่สอง แล้วเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที จงหาว่าเลียงที่สองเคลื่อนที่ไปทางใดและมีความเร็วเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหามาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน (ขั้นละ 3 คะแนน)

สรุปเนื้อหา	คะแนน
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องสมบูรณ์	3
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์	2
ปฏิบัติตามโจทย์ครบถ้วน และยังไม่สมบูรณ์	1
ปฏิบัติตามโจทย์ไม่ครบ และยังไม่สมบูรณ์	0

เฉลย

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่กำหนดให้

$$\text{มวลของเครื่องบินเสียงที่ 1 } (m_1) = 3m$$

$$\text{มวลของเครื่องบินเสียงที่ 2 } (m_2) = m$$

$$\text{ความเร็วต้นของเครื่องบิน } (u) = 25 \text{ เมตร/วินาที}$$

$$\text{ความเร็วปลายของเครื่องบินเสียงที่ 1 } (v_1) = 40 \text{ เมตร/วินาที}$$

2. สิ่งที่ต้องการทราบ

$$\text{ความเร็วปลายของเครื่องบินเสียงที่ 2 } (v_2) = ?$$

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- เลือกใช้สูตรที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

- แทนค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ลงไปในสูตร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ โดยให้ทิศเหนือ เป็นบวก และทิศใต้ เป็นลบ

$$\begin{aligned} \text{จาก } \sum P_{\text{ก่อนระเบิด}} &= \sum P_{\text{หลังระเบิด}} \\ (m_1 + m_2) u &= m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ (3m + m) (25) &= (3m) (40) + (m) (v_2) \\ (4m) (25) &= (3m) (40) + (m) (v_2) \\ (100m) &= (120m) + (m) (v_2) \\ 100m - 120m &= (m) (v_2) \\ -20m &= (m) (v_2) \\ v_2 &= (-20m) / (m) \\ v_2 &= -20 \text{ เมตร/วินาที} \end{aligned}$$

ตอบ ความเร็วปลายของเครื่องบินเสียงที่ 2 (v_2) มีค่าเท่ากับ 20 เมตร/วินาที

โดยเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- นำคำตอบที่ได้แทนค่าลงในสูตรเพื่อตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } \sum P_{\text{ก่อนระเบิด}} &= \sum P_{\text{หลังระเบิด}} \\
 (m_1 + m_2) u &= m_1 v_1 + m_2 v_2 \\
 (3m + m) (u) &= (3m) (40) + (m) (-20) \\
 (4m) (u) &= (120m) - (20m) \\
 (4m) (u) &= 100m \\
 u &= (100m) / (4m) \\
 u &= 25 \text{ เมตร/วินาที}
 \end{aligned}$$

แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ นี้มีทั้งหมด 20 ข้อ โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับฟิสิกส์ อยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ
 - 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือปฏิบัติมากที่สุด
 - 4 หมายถึง เห็นด้วย หรือปฏิบัติมาก
 - 3 หมายถึง ไม่แน่ใจหรือปฏิบัติปานกลาง
 - 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย หรือปฏิบัติน้อย
 - 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือปฏิบัติน้อยที่สุด
2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดในการตอบแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ฉบับนี้
 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20.

ไม่มีความเห็นใดที่ถูกหรือผิดเพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียน จะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--------|--|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1 | ความคิดเห็นทั่วไปที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ | | | | | |
| | วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ทำลายต่อการพิสูจน์ ค้นคว้า ทดลอง (P) | | | | | |
| | วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (N) | | | | | |
| | วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ (P) | | | | | |
| 4 | ความสนใจในวิชาฟิสิกส์ | | | | | |
| | ข้าพเจ้าชอบใช้เวลาว่างในการศึกษาหาความรู้ทางด้านฟิสิกส์ (P) | | | | | |
| | ข้าพเจ้ามีความรู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อต้องเรียนวิชาฟิสิกส์ (N) | | | | | |
| | ข้าพเจ้าจะเกิดความกระตือรือร้นเมื่อเรียนวิชาฟิสิกส์ (P) | | | | | |
| 8 | การเห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์ | | | | | |
| | การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้นักเรียนนำไปใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาต่อในระดับสูงได้ (P) | | | | | |

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--------|--|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 10 | การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้ไม่มีความปลอดภัยในการดำรงชีพ (N) | | | | | |
| 11 | การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้นักเรียนสามารถทำนายการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ (P) | | | | | |
| 12 | การเรียนวิชาฟิสิกส์ไม่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต (N) | | | | | |
| | ความนิยมชมชอบต่อวิชาฟิสิกส์ | | | | | |
| 13 | ข้าพเจ้าชอบพัฒนาความรู้ทางฟิสิกส์อยู่เสมอ (P) | | | | | |
| 14 | ข้าพเจ้าไม่ชอบที่จะติดตามข่าวความก้าวหน้าทางฟิสิกส์ (N) | | | | | |
| 15 | ข้าพเจ้าชอบหาเวลาว่างไปสนทนาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์กับผู้รู้ (P) | | | | | |
| 16 | ข้าพเจ้าไม่ชอบสนทนาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์กับผู้อื่น (N) | | | | | |
| | การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ | | | | | |
| 17 | ข้าพเจ้ามักนำความรู้ทางฟิสิกส์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (P) | | | | | |
| 18 | การเรียนวิชาฟิสิกส์ข้าพเจ้าฟังที่ครูอธิบายเท่านั้น ไม่ค้นคว้าเพิ่ม (N) | | | | | |
| 19 | ข้าพเจ้าชอบทำการบ้านวิชาฟิสิกส์ด้วยตนเอง (P) | | | | | |
| 20 | ถ้าได้รับมอบหมายให้ค้นคว้าเกี่ยวกับฟิสิกส์ข้าพเจ้าจะพยายามหลีกเลี่ยง (N) | | | | | |

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ