

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL
เรื่อง โมเมนต์และการชน ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
วิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก
กรุงเทพมหานคร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอก

วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2566

The Effects of Inquiry-based Learning Combined with KWDL Technique
in the Topic of Momentum and Collisions on Physics Problem Solving
Ability and Critical Thinking Ability of Grade 10 Students at
Mattayom Watnongchok School in Bangkok Metropolis



Miss. SASITA KONGPENG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Education

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โหมเมนต์ัมและการชน ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร
ชื่อและนามสกุล	นางสาวศศิตา กองเป็ง
แขนงวิชา / วิชาเอก	วิทยาศาสตร์ศึกษา
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินदानุรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	2. รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2567

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินदानุรักษ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก

กรุงเทพมหานคร

ผู้วิจัย นางสาวศศิตา กองเป็ง รหัสนักศึกษา 2632000085

ปริญญา: ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2) รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์ ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 80 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผน เวลา 18 ชั่วโมง 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 6 แผนเวลา 18 ชั่วโมง 3) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และ 4) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เทคนิค KWDL การแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ มัธยมศึกษา

Thesis title: “The Effects of Inquiry-based Learning Combined with KWDL Technique in the Topic of Momentum and Collisions on Physics Problem Solving Ability and Critical Thinking Ability of Grade 10 Students at Mattayom Watnongchok School in Bangkok Metropolis”

Researcher: “Miss. SASITA KONGPENG”; ID: “2632000085”;

Degree: Master of Education (Science Education);

Thesis advisors: (1) Associate Professor Dr. Tweesak Chindanurak;(2) Associate Professor Chumnan Chaowakeratipong ; Academic year: 2023

Abstract

The purposes of this research were to 1) compare the physics problem-solving ability on momentum and collision of grade 10 students learning through the Inquiry - based learning combined with KWDL technique and the traditional instruction; and 2) compare critical thinking ability on momentum and collision of grade 10 students learning through the Inquiry-based learning combined with KWDL technique and the traditional instruction.

The research sample consisted of 80 grade 10 students in the science-mathematics learning plan from 2 classrooms at Mattayom Watnongchok School obtained by cluster random sampling. The research instruments were 1) 6 inquiry - based learning combined with KWDL technique plans in the topic of momentum and collision for 18 hours; 2) 6 traditional instruction plans in the topic of momentum and collision for 18 hours; 3) a physics problem-solving ability test; and 4) a critical thinking ability test. Statistics employed for data analysis were the mean, standard deviation and t-test.

The results of the research revealed that 1) the physics problem-solving ability of the students learning through inquiry - based learning combined with KWDL technique was significantly higher than that of the students learning through the traditional instruction at the .05 level of statistical significance; and 2) The critical thinking ability of the students learning through inquiry - based learning combined with KWDL technique was significantly higher than that of the students learning through the traditional instruction at the .05 level of statistical significance.

Keywords : Inquiry-based learning, KWDL technique, Physics problem-solving ability, Critical thinking ability, Secondary Education

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิศักดิ์ จินตานุรักษ์ และรองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ อาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและติดตามการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งวิทยานิพนธ์สำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ และขอขอบคุณ อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ นายอดิศักดิ์ ยงยุทธ นางสาวกานดา สุลักษณ์ และนางสาวสายฝน ศรีษะนาราช ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขและให้คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก ที่อนุเคราะห์ช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยและขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนักศึกษาวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ทุกท่าน

คุณค่าและคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเกียรติแด่ บิดา มารดา ครอบครัว ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่มีส่วนสนับสนุน ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยจนประสบผลสำเร็จ



นางสาวศศิตา กองเป็ง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	4
กรอบแนวคิดการวิจัย	4
สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	9
ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 รายวิชาฟิสิกส์	10
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	17
การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL	25
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL	29
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์	30
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	46
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	46
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	47
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การเก็บรวบรวมข้อมูล	51
การวิเคราะห์ข้อมูล	52
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	53
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	56
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	56
ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล	56
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	59
สรุปการวิจัย	59
อภิปรายผล	61
ข้อเสนอแนะ	65
บรรณานุกรม	66
ภาคผนวก	72
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย	73
ข ผลการประเมินประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้	75
ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL	90
ง - แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์	
เรื่อง โมเมนต์และการชนด้วยเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	108
- แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	
เรื่อง โมเมนต์และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	113
ประวัติผู้วิจัย	118

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมง	49
ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ เทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	57
ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	58



ญ

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 1.1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	หน้า 5
------------	----------------------------	--------



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 4) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่สำคัญในการฝึกทักษะความรู้พื้นฐานของการนำไปใช้ในวิชาต่าง ๆ และมุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิต โดยเน้นกระบวนการให้ผู้เรียนเกิดความคิด ความเข้าใจ และฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้วิชาฟิสิกส์ยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา (นิภาพร ช่วยธานี, 2555) ในการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ นักเรียนต้องเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระ ทฤษฎี ปฏิบัติกิจกรรม การทดลอง แก้โจทย์ปัญหาตามที่สถานการณ์กำหนดให้ โดยอาศัยการคิดวิเคราะห์ข้อมูลจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ และทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ วิชาฟิสิกส์จึงเป็นวิชาที่มีการศึกษาในเชิงปริมาณ ซึ่งการบรรยายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทำด้วยข้อมูลเชิงตัวเลขในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นการได้มาซึ่งกฎเกณฑ์และทฤษฎีทางฟิสิกส์จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ และเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทักษะ ความรู้ ความสามารถทางด้านฟิสิกส์ และสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง จากการสำรวจปัญหาด้านการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในรายวิชาฟิสิกส์ สาธารณะเคลื่อนที่แนวโค้ง คือ การขาดทักษะการคำนวณ เป็นเหตุให้การแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ และส่งผลกระทบต่อผลกระทบบไปสู่ผลการทดสอบระดับชาติ (O - NET)

การแก้โจทย์ปัญหา เป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ หากขาดทักษะการคำนวณนี้ นักเรียนจะไม่สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากในการเรียนวิชาฟิสิกส์นั้น นักเรียนต้องทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดมาและทราบว่าโจทย์ต้องการหาสิ่งใดก่อนที่จะใช้สูตรหรือสมการทางฟิสิกส์ในการคำนวณค่าที่ต้องการออกมา ซึ่งนักเรียนบางคนยังไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดได้และไม่รู้ว่าจะต้องเริ่มหาคำตอบจากสมการอะไร ซึ่งถ้าหากนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้แล้ว ก็ไม่สามารถแก้สมการหาคำตอบออกมาได้ นักเรียนบางคนสามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ แต่เมื่อแทนค่าลงในสมการแล้ว นักเรียนไม่สามารถแก้สมการได้ หรือแก้สมการด้วยวิธีที่ไม่ถูกต้อง ผลลัพธ์ที่ออกมาจึงเกิดความผิดพลาดไปด้วย ทั้งนี้ การแก้โจทย์ปัญหาจะช่วยผู้เรียนพัฒนาศักยภาพในการคิดวิเคราะห์ ความคิดรวบยอด ซึ่งต้องอาศัยการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่และนำไปใช้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อีกทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความสามารถในการคิดอย่างหนึ่งที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือได้ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล คำตอบหรือข้อสรุปเป็นผลมาจากความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ (Bono, 1976, pp. 29-32)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่ได้รับการนิยมนเป็นอย่างมากในการสอนทุกวิชาทุกระดับการศึกษาเพราะเป็นวิธีการฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด เกิดทักษะสืบเสาะหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (ทิตินา แคมมณี, 2564) สามารถขยายความรู้และประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในสังคมที่ผันผวนอย่างรวดเร็วได้ทันต่อเหตุการณ์ การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการทางความคิดเป็นทักษะที่สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เป็นวิธีหนึ่งที่น่าไปสู่จุดมุ่งหมายปลายทางที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) เชื่อว่าพัฒนาการของเด็กจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์โดยการนำนวัตกรรมใหม่ ๆ ผสานกับเทคโนโลยีสมัยทางการศึกษามาช่วยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการศึกษาให้สูงขึ้นสามารถตรวจสอบได้ตลอดจนช่วยให้ผู้เรียนมีคุณภาพเท่าเทียมกัน การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้นักเรียนสามารถหาความรู้ วิเคราะห์ข้อมูล เชื่อมโยงความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการพัฒนาความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (สิริมา แทนบุญ, 2558) นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ดังเช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถแก้ไขปัญหาได้ ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยของพิไลวรรณ พรรณงาม (2560) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงขึ้นร้อยละ 47.33 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลาง

การเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค KWL 3 ขั้นตอน พัฒนาขึ้นโดย โอเกล (Ogle ในปี ค.ศ. 1986 และต่อมาชอและคณะ (1997) อาจารย์สอนในมหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปี ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำเทคนิค KWDL มาพัฒนาต่อยอดในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมทักษะความสามารถในการ แก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์โดย KWDL จะทำให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ปัญหาอย่างหลากหลาย รู้จักการคิดเป็นขั้นตอน สามารถเข้าใจบทเรียนอย่างต่อเนื่อง และนำไปสู่ความคิดรวบยอดได้ ซึ่งเทคนิค KWDL มีขั้นตอนการทำงาน 4 ขั้นตอน (อ้างถึงใน ชัพพียะห์ สาและ, 2559) ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 K (What we Know): เรารู้อะไร หรือโจทย์บอกอะไร, ขั้นตอนที่ 2 W (What we Want to know): เราต้องการทราบอะไร หรือโจทย์ให้หาอะไร, ขั้นตอนที่ 3 D (What we Do to find out): เราทำอย่างไรหรือดำเนินตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และ ขั้นตอนที่ 4 L (What we Learned): เราเรียนรู้้อะไรหรือหาคำตอบที่ได้และบอกวิธีคิดอย่างไร คำตอบอย่างไร

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาภายในห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานครพบว่า นักเรียนขาดทักษะการคิด วิเคราะห์ ขาดการเชื่อมโยงความรู้ ด้านการแก้โจทย์ปัญหา กล่าวคือ ไม่สามารถแทนค่าตัวแปรเพื่อหาค่าที่โจทย์ต้องการและไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ สังเกตได้จากการทำแบบฝึกหัดในห้อง ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถทำได้ด้วยตัวเอง ในการทำการบ้านที่ให้นักเรียนทำ ซึ่งนักเรียนจะลอกมาส่ง จึงไม่สามารถพัฒนาวิธีคิดและวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาแบบมีเหตุมีผลได้ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำ และส่งผลให้นักเรียนเบื่อ ไม่อยากเรียน และไม่ชอบเรียนวิชาฟิสิกส์

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL จะมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและการหาคำตอบของคำถามจากการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนและมีการคิดอย่างรอบคอบ ทำให้สามารถพัฒนาทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ทำด้วยเหตุผล ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

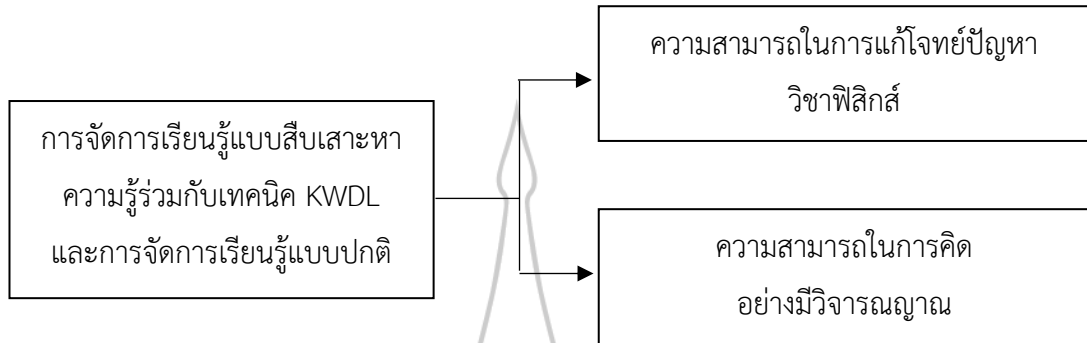
2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ด้วยขั้นตอน KWDL ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกกระบวนการคิด ตรวจสอบความเข้าใจ การวางแผน ตรวจสอบ ไตร่ตรอง และนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างรอบคอบโดยใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และนำเทคนิค KWDL มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

- 1) ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement)
- 2) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)
 - ขั้น K (What we know) ผู้เรียนหาสิ่งที่โจทย์กำหนด
 - ขั้น w (What we want to know) ผู้เรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่โจทย์ถาม
- 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
 - ขั้น D (What we do to find out) ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหา
 - ขั้น L (What we learned) ผู้เรียนเสนอผลการแก้โจทย์ปัญหา
- 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
- 5) ขั้นประเมิน (Evaluation)

ดังนั้นจึงได้กำหนดเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่ากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ระดับนัยสำคัญที่ .05

4.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่ากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ระดับนัยสำคัญที่ .05

5. ขอบเขตการวิจัย

5.1 ขอบเขตของประชากรที่จะศึกษา

5.1.1 ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์ - คณิต โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร

5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งมีการจัดนักเรียนเข้าเรียนแบบละความสามารถทุกห้องเรียนโดยดูจากคะแนนสอบเข้าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม แล้วทำการจับฉลากให้

1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง ได้ห้อง ม.4/4 มีจำนวน 40 คน และอีก 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มควบคุม ได้ห้อง ม.4/3 มีจำนวน 40 คน

5.2 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา คือ เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 1) โมเมนตัม 2) แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม 3) การดลและแรงดล 4) การอนุรักษ์โมเมนตัม 5) การชน และ 6) การคิดตัวแยกจากกัน

5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนลงมือเสาะแสวงหาความรู้และสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเอง ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา โดยครูเป็นผู้ควบคุมการดำเนินการ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

6.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งเกิดจากความสงสัยของนักเรียนเอง หรือเกิดการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามและกำหนดประเด็นที่ศึกษา

6.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินการวางแผน กำหนดการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นได้ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

6.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากขั้นสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปรความหมาย สรุปและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

6.1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางยิ่งขึ้น

6.1.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใดและมีความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ รวมไปถึงการสะท้อนผลการจัดการเรียนการสอนของครูและเพื่อพัฒนาต่อไป

6.2 เทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามหรือโจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เป็นตัวกำหนดประเด็นให้นักเรียนได้เกิดการคิดแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นวิธีสอนตามแนวคิดที่พัฒนามาจากโอเกล (Ogile) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

6.2.1 ขั้นตอนที่ 1 K: (What we know) นักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์กำหนด

6.2.2 ขั้นตอนที่ 2 W: (What we want to know) นักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

6.2.3 ขั้นตอนที่ 3 D: (What we do to find out) นักเรียนร่วมแก้โจทย์ปัญหา

6.2.4 ขั้นตอนที่ 4 L: (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และเสนอผลการแก้โจทย์ปัญหา

6.3 การจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ด้วยขั้นตอน KWDL ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกกระบวนการคิด ตรวจสอบความเข้าใจ การวางแผน จัดระบบข้อมูล และนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน กล่าวคือ

6.3.1 ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) หมายถึง ขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สร้างความอยากรู้อยากเห็น มีการตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ที่น่าสนใจ ทบทวนความรู้เดิมแล้วใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องใหม่

6.3.2 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและร่วมกันในการสำรวจ ตรวจสอบ สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน โดยมีการใช้เทคนิค KWDL ร่วมด้วยแต่ในขั้นตอนนี้ โดยใช้ขั้น K และ ขั้น W

ขั้น K (What we know) ผู้เรียนหาสิ่งที่โจทย์กำหนด

ขั้น w (What we want to know) ผู้เรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่โจทย์ถาม

6.3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียนได้นำข้อมูลอธิบายการแก้โจทย์หรือคำตอบที่ซับซ้อน ฟังคำอธิบาย ของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบายมาวิเคราะห์ ระบุวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบ โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมด้วยในขั้นตอนนี้ ใช้ขั้น D และ ขั้น L

ขั้น D (What we do to find out) ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหา

ขั้น L (What we learned) ผู้เรียนเสนอผลการแก้โจทย์ปัญหา

6.3.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิด ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความยากง่ายในระดับต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

6.3.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) ขั้นที่ผู้เรียนได้ทำการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้น ว่านักเรียนมีความรู้ในการแก้โจทย์ปัญหามากน้อยเพียงใด ตรวจสอบและประเมินการทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมและแบบทดสอบของนักเรียน

6.4 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการคิดตัดสินใจ แสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และจากสถานการณ์ต่าง ๆ ตามขั้นตอน KWDL ตามโจทย์ที่กำหนดให้ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ โดยวัดจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ตามสถานการณ์ที่กำหนดเกี่ยวกับโมเมนตัมและการชน

6.5 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาปัญหาอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผล ซึ่งนักเรียนสามารถทำความเข้าใจถึงปัญหานั้น ๆ และสามารถตัดสินใจและดำเนินการแก้ปัญหาโดยมีหลักฐานและสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการระบุปัญหา ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล ความสามารถในการจำแนกข้อมูล ความสามารถในการตรวจสอบข้อมูล และความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจและสรุปความอย่างสมเหตุสมผล

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 ทำให้ครูผู้สอนทราบถึงผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร

7.2 ทำให้ทราบถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 รายวิชาฟิสิกส์
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้
 - 2.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
 - 2.3 บทบาทผู้สอนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
 - 2.4 บทบาทผู้เรียนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
 - 2.5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้
3. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL
5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
 - 5.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์
 - 5.2 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
 - 5.3 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
6. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 6.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 6.2 กรอบแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 6.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 6.4 ประโยชน์ของการสอนให้ผู้เรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 6.5 การประเมินผลความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
7. วิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 วิจัยในประเทศ
 - 7.2 วิจัยต่างประเทศ

1. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 รายวิชาฟิสิกส์

1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, น. 92) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิด เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพ ที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจ ในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมี คุณธรรมฝ่ายวิชาการ สำนักพิมพ์เดอะบุคส์. (2556, น. 11) ตามพระราชกฤษฎีกาการศึกษาแห่งชาติ มาตราที่ 23 ข้อ (2) ได้กล่าวว่าการจัดการศึกษา ทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบและการศึกษา ตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสม ของแต่ละระดับการศึกษาในเรื่องความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน จากแนวคิดดังกล่าว

สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อผู้เรียนในการจัดการศึกษาทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย โดยเฉพาะในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ดังนั้น ทุกคน จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยี ที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ มีคุณธรรม และสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตเพื่อรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อย่างสมดุลยั่งยืน

1.2 สาระสำคัญของวิทยาศาสตร์

สถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้กล่าวถึงสาระสำคัญของวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้
 กระทรวงศึกษาธิการ (2552, น. 92-93) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ ดังนี้

1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต กระบวนการดำรงชีวิต การถ่ายทอดทางพันธุกรรม วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ
2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก
3. สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมีและการแยกสาร
4. แรงแและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน แรงโน้มถ่วง โมเมนตัมการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
5. พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม
6. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลกทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
7. ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

8. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่าสาระสำคัญของวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 8 สาระ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ พลังงาน และพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจำนวนทั้งหมด 67 ผลการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น ผลการเรียนรู้ในหมวดของเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันจำนวน 4 หมวด ซึ่งแต่ละหมวดมีผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และการเห็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิว และแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อุดมคติ และพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.4 คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
2. เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม
3. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี
4. เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่งผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส
5. เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สื่อกับการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
6. เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
7. เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ
8. เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซี ทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์

และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบิรวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

9. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

10. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

11. วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูดเขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

12. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

13. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

14. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

15. ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

สรุปได้ว่า คุณภาพของผู้เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าเข้าใจเกี่ยวกับกลไกการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศ ปฏิกริยาเคมี การเขียนสมการเคมี แรงการเคลื่อนที่ พลังงาน ธรณีวิทยา อุคณิยมวิทยา รวมไปถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีจิตวิทยาศาสตร์

1.5 สาระฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี
2. วัดและรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง
3. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. อธิบายแรง รวมทั้ง ทดลองและอธิบายแรงและผลของแรงลัพธ์ที่มีต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งทดลองการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน
5. เขียนแผนภาพวัตถุอิสระ ทดลองและอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้ง ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง ตามกฎข้อที่สองของนิวตันคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
6. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
7. วิเคราะห์ และอธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

8. อธิบายสมมูลกลของวัตถุ โมเมนตัมและผลรวมของโมเมนตัมที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบ และผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมมูลของวัตถุ เขียนแผนภาพวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมมูลกล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมมูลของแรงสามแรง
9. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ
10. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ย
11. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์
12. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล
13. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมมูลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล
14. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการลดลงจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม
15. ทดลอง อธิบายและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม
16. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
17. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

สรุปได้ว่าสาระฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 17 ผลการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสืบค้น อธิบาย สังเกต วัด วิเคราะห์ ทดลอง สรุปผลและรายงานเกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ งานและพลังงาน โมเมนตัมและการชน การเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์รวมทั้งนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้

สุมน อมรวิวัฒน์ (2563) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้คือสถานการณ์อย่างหนึ่งที่มีสิ่งต่อไปนี้เกิดขึ้น ได้แก่ มีความสัมพันธ์และมีปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้น ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม และผู้สอนกับสิ่งแวดล้อมความสัมพันธ์และการมีปฏิสัมพันธ์ก่อให้เกิดการเรียนรู้และประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ใหม่นั้นไปใช้ได้

วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวช (2562) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีระบบระเบียบครอบคลุมการดำเนินการตั้งแต่การวางแผนการจัดการเรียนรู้จนถึงการประเมินผล

ฮาฟและตันแคน (Hough and Duncan, 1970) อธิบายความหมายของการจัดการเรียนรู้ว่าหมายถึง กิจกรรมที่บุคคลได้ใช้ความรู้ของตนเองอย่างสร้างสรรค์เพื่อสนับสนุนให้ผู้อื่นเกิดการเรียนรู้และมีความสุข ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงเป็นกิจกรรมในแง่มุมต่าง ๆ 4 ด้าน ดังนี้

1. การจัดการหลักสูตร (Curriculum)
2. การจัดการเรียนการสอน (Instruction)
3. การวัดผล (Measuring)
4. การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluation) หลังการเรียนการสอน

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้

1. ผู้สอน จำเป็นจะต้องศึกษาจากข้อมูลหลายประการ เพื่อนำมาช่วยเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ของตน และการเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ไม่ว่าระดับใด จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการ ดังต่อไปนี้

- 1.1 ผู้เรียน
- 1.2 บรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้อต่อการเรียนรู้
- 1.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน บรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียน

2. ผู้เรียน ธรรมชาติของผู้เรียนเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก เกี่ยวกับความสามารถของสมอง ความถนัด ความสนใจ พัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์ และจิตใจ ความต้องการพื้นฐานหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ศักยภาพผู้เรียน

3. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของหลักสูตร ทั้งผู้สอนและผู้เรียนควรมีบทบาท ดังนี้

3.1 บทบาทของผู้สอน

3.1.1 ศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ทำหายความสามารถของผู้เรียน

3.1.2 กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนด้านความรู้และทักษะ กระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการ และความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1.3 ออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย

3.1.4 จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้

3.1.5 จัดเตรียมและเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

3.1.6 ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน

3.1.7 วิเคราะห์ผลการประเมินมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียนรวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเอง

3.2 บทบาทของผู้เรียน

3.2.1 กำหนดเป้าหมาย วางแผน และรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

3.2.2 เสาะแสวงหาความรู้ เข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อความรู้ ตั้งคำถาม คิดหาคำตอบหรือหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ

3.2.3 ลงมือปฏิบัติจริง สร้างสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3.2.4 มีปฏิสัมพันธ์ ทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู

3.2.5 ประเมินและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

แนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ เบนจมิน บลูม (Bloom Taxonomy)

อติญาน์ ศรีเกษตรริน (2563 อ้างใน บุญชม ศรีสะอาด, 2557, Bloom) ได้กล่าวว่า จุดประสงค์สำคัญของการเรียนการสอน คือ การให้บุคคลเปลี่ยนแปลงไปในทางที่พึงประสงค์พฤติกรรมเหล่านี้จำแนกและจัดลำดับหมวดหมู่และระดับความยากง่าย หมวดหมู่เหล่านี้เรียกว่า จุดมุ่งหมายของการศึกษาของบลูม ได้แบ่งเป็น 3 หมวด ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นความสามารถทางด้านความสามารถทางด้านสติปัญญา แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

- 1.1 ความสามารถในการจดจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มา (Knowledge)
 - 1.2 ความสามารถในการแปลความ ขยายความ ในสิ่งที่ได้เรียนรู้มา
 - 1.3 ความสามารถในการนำสิ่งที่เรียนรู้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ (Application)
 - 1.4 ความสามารถในการแยกแยะความรู้ออกเป็นส่วนๆและทำความเข้าใจในแต่ละส่วนว่าสัมพันธ์หรือต่างกันอย่างไร (Analysis)
 - 1.5 ความสามารถในการรวบรวมความรู้ต่าง ๆ หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ให้เกิดเป็น
สิ่งใหม่ (Synthesis)
 - 1.6 ความสามารถในการตัดสินคุณค่าของความรู้ว่าเป็นเหตุเป็นผล (Evaluation)
- ต่อมาแอนเดอร์สันและแครทโฮล (Anderson and Krathwohl, 2001) ซึ่งเป็นกลุ่มลูกศิษย์ของบลูม ได้ปรับปรุงพัฒนาให้เหมาะสม โดยเปลี่ยนแปลงขั้นตอนพฤติกรรมพุทธิสัย ดังนี้
- 1.6.1 ชั้นความรู้ความจำ เปลี่ยนเป็น จำ
 - 1.6.2 ชั้นความเข้าใจ เปลี่ยนเป็น เข้าใจ
 - 1.6.3 ชั้นการนำไปใช้ เปลี่ยนเป็น ประยุกต์
 - 1.6.4 ชั้นการวิเคราะห์ เปลี่ยนเป็น วิเคราะห์
 - 1.6.5 ชั้นการสังเคราะห์ เปลี่ยนเป็น ประเมินค่า
 - 1.6.6 ชั้นการประเมินค่า เปลี่ยนเป็น ริเริ่มสร้างสรรค์
2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากความรู้สึกนึกคิด
ในจิตใจ ความเชื่อ ความซาบซึ้ง ประกอบด้วยพฤติกรรม 5 ระดับ ดังนี้
 - 2.1 ความตั้งใจ สนใจในสิ่งเร้า หรือรับรู้ (Receive)
 - 2.2 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกิดขึ้นหรือตอบสนองสิ่งเร้า (Respond)
 - 2.3 ความรู้สึกซาบซึ้งยินดี มีเจตคติที่ดี หรือค่านิยม (Value)
 3. พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นความสามารถในการปฏิบัติ
ประกอบด้วยพฤติกรรม 5 ระดับ ดังนี้
 - 3.1 ความสามารถในการสังเกตและรับรู้ขั้นตอนการปฏิบัติ หรือขั้นรับรู้
 - 3.2 ความสามารถในการทำตามขั้นตอนหรือรูปแบบ ที่ได้รับการแนะนำ
 - 3.3 ความสามารถในการทำงานด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมีผู้ชี้แนะและพัฒนาการทำงาน
ด้วยตนเองให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
 - 3.4 ความสามารถในการเลือกรูปแบบที่ตนเองพัฒนาจนมีประสิทธิภาพและฝึกฝน
จนเกิดความคล่องแคล่วเป็นอัตโนมัติชัดเจนต่อเนื่องจนชำนาญการ
 - 3.5 ความสามารถที่เกิดจากการฝึกฝนจนเกิดเป็นความเชี่ยวชาญในงานนั้นเป็นการ
เฉพาะและเป็นธรรมชาติขั้นเชี่ยวชาญ

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สถานการณ์อย่างหนึ่งที่มีสิ่งต่อไปนั้นเกิดขึ้น ได้แก่ มีความสัมพันธ์และมีปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้น ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม และผู้สอนกับสิ่งแวดล้อมความสัมพันธ์และการมีปฏิสัมพันธ์ก่อให้เกิดการเรียนรู้และประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ใหม่นั้นไปใช้ได้

2.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

ทิสนา เขมมณี (2553 อ้างถึงใน ปารวณ เห่งาโคกงาม, 2562) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนกระตุ้นเกิดคำถาม ความคิด และลงมือแสวงหาความรู้เพื่อนำประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนอำนวยความสะดวกจัดเตรียมสื่อต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ด้านการสืบค้นหาแหล่งเรียนรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่น

เจนจิรา คำดี (2561) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เพื่อไปสู่การหาคำตอบด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จนเกิดการเรียนรู้และสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุ เป้าหมาย วิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียนหรือเป็นวิธีสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จะค้นพบความรู้หรือแนวทางที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามประเภท กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหาที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้หรือเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหา

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ สสวท. (2546, อ้างใน เจนจิรา คำดี, 2561) ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเอง จากเรื่องที่สงสัย จากความสนใจของตัวผู้เรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียน สร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ผู้สอนอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นที่ผู้สอนกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและผู้เรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม

หรือความรู้ จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ อย่างหลากหลาย

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษา อย่าง ถ่องแท้แล้วให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือ ปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธีเช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือ แหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นต่อไป

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจตรวจสอบ แล้วจึงนำข้อสรุปที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้ง กับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วย ให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้และแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือ คำถาม หรือปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่าวัฏจักรการสืบเสาะ (Inquiry cycle) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ และทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

2.3 บทบาทผู้สอนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2558) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มี 5 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) จุดประสงค์สำคัญในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ในเรื่องที่เรียน ครูมีบทบาทในการเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน โดยจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้น ยั่วยุ หรือท้าทาย ทำให้ผู้เรียนสนใจ สงสัยใคร่รู้ อยากรู้

ขัดแย้ง หรือเกิดปัญหา และทำให้ผู้เรียนต้องการศึกษาค้นคว้า ทดลอง หรือแก้ปัญหาด้วยตนเองบทบาทสำคัญของผู้สอนคือต้องรู้จักการตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นนี้ผู้เรียนต้องสืบเสาะหาความรู้ ค้นหาสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ รวบรวมข้อมูล ทดสอบแนวความคิด บันทึกความคิด ทำการทดลองด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ สังเกตและฟังการโต้ตอบระหว่างนักเรียน ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explanation) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะนำความรู้ที่รวบรวมจากขั้นที่ 2 มาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ครูมีบทบาทในการชี้แนะเกี่ยวกับการสรุป และการอธิบายรายละเอียดในช่วงเวลาที่เหมาะสม ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนต้องนำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ ครูมีบทบาทในการชี้แนะให้นักเรียน ได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันจะให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการและทักษะเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ในขั้นนี้ครูมีบทบาทในการเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบแนวคิดที่ได้เรียนรู้มาแล้วว่าถูกต้องหรือได้รับการยอมรับเพียงใด ให้นักเรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ให้เสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อน โดยครูคอยกระตุ้นหรือส่งเสริมให้นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง

ขั้นตอนการเรียนรู้ในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน สิ่งที่ผู้สอนควรทำ ได้แก่

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) โดยผู้สอนควรสร้างความสนใจ สร้างความอยากรู้อยากเห็น มีการตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดตั้งเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่ผู้เรียนรู้หรือแนวคิดหรือเนื้อหา

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) โดยผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจ ตรวจสอบ สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ทำการชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของผู้เรียน และให้ เวลาผู้เรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ และทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) โดยผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายแนวคิดหรือให้คำจำกัดความ ด้วยคำพูดของผู้เรียนเอง ให้ผู้เรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง ให้ผู้เรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและ ชี้บอกส่วนต่าง ๆ ในแผนภาพให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิด

4. การขยายความรู้ (Elaboration) โดยผู้สอนคาดหวังให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากกรชี้บอก ส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพคำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่ง

ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือ ขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียนอธิบายอย่างมีความหมาย ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามผู้เรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร

5. การประเมินผล (Evaluation) โดยผู้สอนสังเกตผู้เรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ประเมิน ความรู้และทักษะผู้เรียน หาหลักฐานที่แสดงว่าผู้เรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม ให้ผู้เรียนประเมินการเรียนรู้และ ทักษะกระบวนการกลุ่ม ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมผู้เรียนจึงคิดเช่นนั้น

2.4 บทบาทของผู้เรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สิ่งที่คุณเรียนควรให้ความสนใจ ไม่เพียงแต่เป็นผู้นั่งฟังผู้สอนบรรยายอย่างเดียว แต่เป็นผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนกิจกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ พร้อมกับผู้สอนด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) โดยผู้เรียนถามคำถาม เช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ แสดงความสนใจในการตอบคำถาม หรือความคิดเห็น

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) โดยผู้เรียนคิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม ทดสอบ การคาดคะเนและสมมติฐาน คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น และลงข้อสรุป

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) โดยผู้เรียนอธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ซับซ้อน ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบายอ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหรือสังเกตในการอธิบาย

4. การขยายความรู้ (Elaboration) โดยผู้เรียนอธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ซับซ้อน ฟังคำอธิบายของคนอื่น อย่างคิดวิเคราะห์ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้สอนอธิบาย อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหรือสังเกตในการอธิบาย

5. การประเมินผล (Evaluation) โดยผู้เรียนตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะประเมินความก้าวหน้าด้วยตนเอง ถามคำถามเพื่อให้มีการตรวจสอบต่อไป

2.5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้

1. ผู้เรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์โดยส่วนใหญ่คนเราจะตั้งคำถามต่าง ๆ ได้ ก็ต่อเมื่อเกิดการสังเกต เกิดปัญหา หรือข้อสงสัยต่าง ๆ ขึ้นในตนเอง แม้ว่าผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะและฝึกกระบวนการการสร้างคำถาม แต่จะพบได้ว่า ในสถานการณ์จริงเราอาจจะไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่อง

ในช่วงเวลานั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้อจำกัดของ ความรู้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะมาช่วยในการตอบคำถามที่สงสัย ดังนั้นผู้สอนควรจะเป็นผู้ช่วย เป็นผู้แนะนำให้ผู้เรียนใช้ กระบวนการคิดหรือปรับข้อความให้เป็นคำถามที่สามารถสำรวจตรวจสอบ (Testable question) หรือสามารถ ตั้งสมมติฐานที่ตรวจสอบได้ผ่านกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์

2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้น ซึ่งจากคำถามที่ตั้งขึ้นผู้เรียนจะทำการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น จากการสำรวจตรวจสอบหรือจากการทดลอง ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยความละเอียด ถูกต้องและแม่นยำ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งการจะให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำ ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ประเมินถึงข้อดีและข้อด้อยของเครื่องมือแต่ละชนิดเสียก่อน เพื่อจะได้เลือกใช้ได้ถูกต้องเหมาะสมด้วยความชำนาญ ดังนั้นครูจึงควรให้ความสำคัญกับการฝึกทักษะการปฏิบัติการเบื้องต้นก่อนการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่มีซึ่งเมื่อผู้เรียนได้เก็บข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความละเอียดแล้ว ข้อมูลดิบที่ได้มาจะถูกนำมาวิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐานในการใช้สร้างคำอธิบาย ดังนั้นผู้เรียนจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่เหมาะสม อย่างซื่อสัตย์และสอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่ตั้งไว้

4. ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้สู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เมื่อผู้เรียนได้หลักฐานสามารถสร้างคำอธิบาย และใช้กระบวนการสังเคราะห์ออกมาเป็นคำอธิบายของตนเองแล้ว ผู้เรียนควรได้ทำการสืบค้น เพื่อศึกษาเพิ่มเติมว่าจากองค์ความรู้ที่ผู้เรียนได้นั้น มีความสอดคล้องหรือแตกต่างจากองค์ความรู้เช่น หลักการ กฎ ทฤษฎีหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างไร

5. ผู้เรียนสื่อสารและประเมินองค์ความรู้อย่างมีเหตุผล การที่ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติและสืบเสาะด้วยตนเอง ความรู้ใหม่ที่ได้จะช่วยให้ผู้เรียนได้รู้สึกเห็นคุณค่าของการทำงานดังเช่นนักวิทยาศาสตร์ซึ่งการทำงาน ของนักวิทยาศาสตร์จะไม่สิ้นสุดลงที่การได้ผลการทดลอง แต่นักวิทยาศาสตร์จะนำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาใช้สื่อสารต่อประชาคมโลก ดังนั้นการสื่อสารจึงเป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งที่สำคัญ กล่าวคือ การเปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้วิพากษ์วิจารณ์ ผลงาน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันนั้น เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกการให้และรับข้อเสนอแนะจากผู้อื่น ซึ่งเป็น การช่วยเติมเต็มความรู้ในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการฝึกให้ผู้เรียน เรียนรู้ที่จะรับฟังความคิดเห็นข้อวิพากษ์และวิจารณ์จากผู้อื่นได้ด้วย

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูผู้สอนต้องมีความรู้ความสามารถในการวางแผนการจัดการเรียนรู้และเทคนิคที่หลากหลาย ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนแต่ละศักยภาพ ทั้งนี้กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่เหมาะสมสอดคล้องต่อการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่มผู้เรียนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วย และหลักการใช้จิตวิทยาการเรียนรู้ การจะจัดการ

เรียนรู้อย่างไรกับกลุ่มผู้เรียนใดครูผู้สอนต้องมีพื้นฐานความรู้ทางด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ จิตวิทยาพัฒนาการ ทฤษฎีสมอง จิตวิทยาแนะแนวและการให้คำปรึกษา เพื่อประกอบการตัดสินใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

การจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค KWDL (Ogle, 1986 อ้างถึงใน วัชรภา เล่าเรียนดี, 2565) ได้พัฒนาขึ้นโดยคาร์และโอเกิล (Carr and Ogle) ซึ่งในปีถัดมา (1987) โดยยังคงสาระเดิมไว้ แต่เพิ่มการเขียนแผนผังสัมพันธ์ทางความหมายสรุปเรื่องที่อ่าน และมีการนำเสนอเรื่องจากแผนผังอันเป็นการพัฒนาทักษะการเขียนและพูดนอกเหนือไปจากทักษะการฟัง และการอ่าน โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือการสอนทักษะภาษา แต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนวิชาอื่น ๆ ที่มีการอ่านเพื่อทำความเข้าใจ เช่น วิชาสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น เพราะผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง การวางแผน การตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจในตนเอง การจัดระบบข้อมูล เพื่อดึงมาใช้ในภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีประโยชน์ในการฝึกทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียนสรุป และนำเสนอ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ มีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้

ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) นักเรียนจะต้องมีอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ หรือสิ่งที่ตนเองต้องการรู้

ขั้นที่ 4 L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ต่อมา ซอ และคณะอาจารย์ มหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปี ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำเทคนิค K – W – D – L มาใช้สอนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนำรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกันมาผสมผสานในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งการนำมาประยุกต์ใช้ในการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ โดยพัฒนาเป็นการจัดการเรียนรู้ เรียกว่าเทคนิค K – W – D – L มีการทดลองใช้การเรียนร่วมกลุ่มในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งครูในโปรแกรม PDS ซึ่งเป็นโปรแกรมพัฒนาครูของมหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปี ได้ขอให้ทางมหาวิทยาลัยริเริ่มจัดโครงการเรียนร่วมกลุ่ม สู่ร่วมโครงการ คือครูผู้สอนและนักเรียนของตน เป็นโรงเรียนที่อยู่ในชนบทห่างไกล ครูไม่เคยมีประสบการณ์ในเรื่องการจัดการเรียนร่วมกลุ่มในวิชาคณิตศาสตร์มาก่อน แต่ใครที่จะเรียนรู้และทดลองใช้กลวิธีอย่างมีประสิทธิภาพ

กลุ่มทดลอง มี 2 ห้องเรียน ใช้การเรียนร่วมกลุ่มในวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาอื่น ๆ ด้วย ส่วนอีก 2 ห้องเรียน นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มครั้งคราว ในกลุ่มทดลองนั้น นักเรียนจะเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นกลุ่ม 24 คาบต่อสัปดาห์ และคาบที่เรียนกลุ่มนี้จะเรียนหลังจากที่ได้เรียนหัวข้อต่าง ๆ อันเป็นพื้นฐานในกลุ่มใหญ่ แล้วในกลุ่มทดลองนี้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้หนังสือเรียนแบบฝึกสถานการณ์จริงที่ครูแนะนำ และสื่อสำเร็จที่บุคลากรของมหาวิทยาลัยจัดทำขึ้นครูได้รับการแนะนำและทบทวนเกี่ยวกับกลวิธีแก้ปัญหาเฉพาะ เช่น การเดา และการตรวจสอบ ทำแผนภูมิและภาพประกอบ

นอกจากนี้ ยังมาจากความคิดริเริ่มพัฒนา และการมีส่วนร่วมในกลวิธีคิดของนักเรียนอีกด้วย สำหรับตัวนักเรียนที่ทำงานเป็นกลุ่ม ในเรื่องโจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธีแก้ปัญหานั้น พวกเขาจะคิดโจทย์ปัญหาและช่วยแก้ปัญหาของพวกเขาเองที่คล้ายคลึงกันอีกด้วย โจทย์ปัญหาที่นักเรียนชอบ คือ ประเภทตรรกศาสตร์ ประเภทปลายเปิดที่สร้างจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การไปจ่ายตลาดโดยต้องการจะทำอาหาร 2 มื้อ สำหรับคน 4 คน แต่ละมื้อจะต้องมีอาหารครบหมู่ ให้นักเรียนใช้ใบโฆษณาสินค้าของหนังสือพิมพ์ วางแผนว่าถ้ามีเงิน 500 บาท จะซื้ออะไรได้บ้าง ให้ช่วยกันประมาณค่าของที่ต้องการซื้อ แล้วหาวิธีการคิดให้ได้จำนวนเงินที่ใกล้เคียง 500 บาท ขึ้นต่อไปจึงใช้เครื่องคิดเลขเพื่อตรวจสอบราคาจริง

K - W - D - L: เทคนิคในการจัดการและบันทึกผลงานการชี้แนะการทวนของนักเรียนในการทดลองนี้ นำเทคนิค K - W - D - L ของโอเกิล (Ogle) มาใช้

K: What we know

W: What we want to know

D: What we do to find out

L: What we learned

ทั้งนี้ เป็นขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นสำหรับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิค K - W - D - L นี้โอเกิลได้พัฒนาขึ้นสำหรับช่วยการอ่านเพื่อความเข้าใจในเป็นเทคนิค ที่ชี้แนะให้ผู้อ่านใช้ขั้นตอน เช่นเดียวกับผู้อ่านที่เชี่ยวชาญแล้ว ใช้ยู่อเทคนิคนี้สามารถประยุกต์ใช้กับการต้นหาวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้

K คือ รู้อะไรอยู่บ้างแล้วในขั้นตอนนี้ ผู้อ่านระดมความคิดเกี่ยวกับเรื่องี่อ่าน ว่ารู้อะไรอยู่บ้าง แล้วครูทำหน้าที่บันทึกคำตอบและช่วยนักเรียนจัดหมวดหมู่ของข้อมูลเหล่านั้น ช่วยอธิบายความเข้าใจที่อ่านคลาดเคลื่อนหรือช่วยอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาเป็นกลุ่ม ขั้นตอน "K" จะเกี่ยวข้องกับการอ่านโจทย์ปัญหา ติความ แดลงเกี่ยวกับข้อมูลที่ให้มา อาจารย์รวมทั้งกระบวนการวิธีอื่น เช่น ลงมือปฏิบัติตามที่ปัญหากำหนดวาดรูป ทำแผนภูมิ เพื่อว่านักเรียนจะได้เข้าใจปัญหาและรู้ว่าตนรู้อะไรบ้างแล้วเกี่ยวกับปัญหานั้น

W คือ ต้องการจะรู้อะไรด้วยการชี้แนะจากครู นักเรียนจะบอกสิ่งทีพวกเขาต้องการเรียนรู้อันได้บ่อยครั้งนักเรียนจะมีคำถามที่ยังไม่ได้ตอบในเรื่องที่อ่าน หรือนักเรียนอ่านจากหัวข้อที่ยังไม่ได้กแกลง

กันขึ้นมาและต้องการหาจากแหล่งความรู้อื่น และคำถามนั้นหมายความว่าอะไร ส่วนขั้นตอนที่ว่าต้องการรู้
อะไรนั้นอาจเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของนักเรียนในการวางแผนจะแก้ปัญหา พวกเขาอาจตกลงกันว่า
จำเป็นต้องไปหาข้อมูล และต้องตัดสินใจว่าจะไปหาแหล่งข้อมูลที่ไหนหรือบางครั้งอาจต้องทำโพลหรืออาจ
ต้องไปคุยกับใคร ๆ หรืออาจต้องทำการวัด ทำการทดลองหรือต้องไปค้นคว้าจากหนังสืออ้างอิงต่าง ๆ

L คือ ได้เรียนรู้อะไร ขั้นตอนนี้ โอเกิล (Ogle) ให้นักเรียนอ่านในใจและบันทึกว่าได้อะไรบ้าง
แล้วนำมาเล่าสู่กันฟังแล้วบันทึกไว้ขั้นตอนนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้ชัดเจนและขยายความคิดเห็นทั้งกระบวนการ
อ่านและกระบวนการเขียนในการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นตอน "L" นี้ ประสงค์ให้ผู้เรียนบอกคำตอบ รวมทั้ง
อธิบายและชี้แจงถึงขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหา พวกเขาอาจให้ผู้อื่นช่วยตรวจสอบเพื่อความแน่ใจ
หรือพวกเขาอาจพูดกันถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบของพวกเขาเอง กลุ่มนักเรียนจะได้รับการส่งเสริม
ให้เห็นผลสะท้อนและได้เขียนเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปที่ได้เรียนรู้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนกลุ่มหนึ่งอาจเขียน
และพูดเกี่ยวกับเรื่องวิธีการวาดภาพช่วยได้อย่างไร หรือการที่พวกเขาได้ใช้กระบวนการวิธีเดาและตรวจสอบ
อย่างไร เป็นต้น

ผลการทดลอง พบว่า นอกเหนือจากขั้นตอนของโอเกิล (Ogle) แล้วได้เพิ่มขั้นตอน "D"
อีก 1 ขั้นตอน คือ "ได้ทำอะไรไปบ้าง" สมาชิกของกลุ่มใช้แบบบันทึกขั้นตอนขณะที่ช่วยกันวางแผน
และกระบวนการดำเนินงานที่พวกเขาได้ใช้ในขณะทำงานร่วมกันในการแก้ปัญหา ขั้นตอน "D" นี้ได้จัดไว้
ในลำดับที่ 3 ก่อนขั้นตอน "L" มีการใช้โจทย์ปัญหาทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่มทั้งก่อนและหลังการ
ให้คะแนนงานกลุ่ม ผลปรากฏว่า นักเรียนใน 2 ห้องเรียนที่ใช้การเรียนร่วมกลุ่มได้ระดับคะแนนสูงกว่า
นักเรียนอีก 2 ห้อง ที่ไม่ได้ใช้

นอกจากนี้เจตคติด้านบวกของการเรียนร่วมกลุ่มโดยใช้เทคนิค KWDL เทคนิคการแก้โจทย์
ปัญหายังมีข้อสนับสนุนต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เช่น เด็ก ๆ ระบุว่าพวกเขามีความสนุกที่ได้ทำงานร่วมกัน มีความ
เชื่อมั่นมากขึ้น มีความสนใจเพิ่มขึ้นและมีความตื่นตัวดี เด็ก ๆ มีความภาคภูมิใจในความสามารถที่เพิ่มขึ้น
ในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะข้อปัญหาที่ต้องการให้เหตุผล 2 ด้าน ขณะที่คิดปัญหาเหล่านี้เด็ก ๆ จะใช้กลวิธี
ต่าง ๆ รวมทั้งการวาดภาพ ทำแผนภูมิ และใช้วิธีเดาแล้วตรวจสอบขณะที่เด็ก ๆ ทำงานกลุ่ม พวกเขาจะคอย
ตรวจสอบตัวเองบ่อยครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าคำตอบนั้นตรงกับคำถาม

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558, อ้างถึงใน ชัยปริญญา หะยีหมัด, 2562) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้
KWDL เป็นการสอนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการให้
นักเรียนได้ช่วยเหลือกันในการเรียนรู้และหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดจาก 4 คำถาม คือ What we know,
What we want to know, What we do to find out, What we learned แนวทางการจัดการเรียนรู้
เทคนิค KWDL มีขั้นตอนการสอน 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ มีอะไรบ้าง โดยครูจะแบ่งกลุ่มนักเรียน ที่มีเด็กเก่ง ปานกลาง อ่อน แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับ โจทย์ เช่น สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบโดยใช้บัตรกิจกรรมการสอน KWDL และแบบ บันทึกรการทำงาน

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่ นักเรียนต้องการรู้ ซึ่งนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายเพื่อหาสิ่งที่ต้องการรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับโจทย์ เช่น ความสัมพันธ์ของโจทย์และกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ หรือสิ่งที่ตนเองต้องการรู้ ซึ่งนักเรียนจะช่วยกันดำเนินการเพิ่มแก้โจทย์ปัญหาโดยเขียนโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูป ของประโยคสัญลักษณ์ หาคำตอบและตรวจสอบคำตอบ

ขั้นที่ 4 L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ กิจกรรมในขั้นนี้ให้นักเรียนแต่ละ กลุ่มจะสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ ปัญหา และสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียน

พิทธมน วิริยะธรรม (2559) กล่าวว่าเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่มีการใช้คำถามหรือโจทย์ ปัญหาเป็นตัวกำหนดประเด็นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง การวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจ ในตนเองการจัดระบบข้อมูลเพื่อดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประกอบด้วยการเรียนรู้การสอน 4 ขั้นตอน คือ K (โจทย์บอกอะไรบ้าง), W (โจทย์ให้หาอะไรบ้าง), D (ดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหา) และ L (คำตอบที่ได้)

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถาม หรือโจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เป็นตัวกำหนดประเด็นให้นักเรียนได้เกิดการคิดแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 K: (What we know) นักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์กำหนด

ขั้นตอนที่ 2 W: (What we want to know) นักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

ขั้นตอนที่ 3 D: (What we do to find out) นักเรียนร่วมแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 L: (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และเสนอผลการแก้โจทย์ ปัญหา

4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL

ชัยรัตน์ หะยีหมัด (2562) ได้สรุปการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบหรือความรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนคอยเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิด และใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) หมายถึง ขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อายากรู้ โดยใช้นิทาน ยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ที่น่าสนใจหรือทบทวนความรู้เดิมแล้วใช้คำถามที่ต่อเนื่องจากเรื่องเดิม เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องใหม่และครูแจ้งวัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะเรียนในครั้งนี้

2. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนทำความเข้าใจประเด็นโจทย์ปัญหาหรือข้อความ มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมด้วย แต่ในขั้นตอนนี้ใช้ขั้น K และ ขั้น W

ขั้น K (What we know) ผู้เรียนหาสิ่งที่โจทย์กำหนด

ขั้น w (What we want to know) ผู้เรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่โจทย์ถาม

3. ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (Explanation) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ ระบุวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบ โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมด้วยในขั้นตอนนี้ใช้ขั้น D และ ขั้น L

ขั้น D (What we do to find out) ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหา

ขั้น L (What we learned) ผู้เรียนเสนอผลการแก้โจทย์ปัญหา

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) หมายถึง ขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม โดยนักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม มีความยากง่ายในระดับต่างๆ และโจทย์ปัญหาจะเน้นที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) ขั้นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ นักเรียนมีความรู้ในการแก้โจทย์ปัญหามากน้อยเพียงใด โดยการตรวจสอบจากเขียนข้อสรุป การทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมของนักเรียนและแบบทดสอบ

จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาพีสิกส์ด้วยขั้นตอน KWDL ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกกระบวนการคิด ตรวจสอบความเข้าใจ

การวางแผน จัดระบบข้อมูล และนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน กล่าวคือ

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) หมายถึง ขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สร้างความอยากรู้อยากเห็น มีการตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ที่น่าสนใจ ทบทวนความรู้เดิมแล้วใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องใหม่
2. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและร่วมกันในการสำรวจ ตรวจสอบ สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน โดยมีการใช้เทคนิค KWDL ร่วมด้วยแต่ในขั้นตอนนี้ โดยใช้ขั้น K และ ขั้น W
 - ขั้น K (What we know) ผู้เรียนหาสิ่งที่โจทย์กำหนด
 - ขั้น w (What we want to know) ผู้เรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่โจทย์ถาม
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียนได้นำข้อมูลอธิบายการแก้ปัญหาคำตอบที่ซับซ้อน ฟังคำอธิบาย ของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบายมาวิเคราะห์ ระบุวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมด้วยในขั้นตอนนี้ ใช้ขั้น D และ ขั้น L
 - ขั้น D (What we do to find out) ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหา
 - ขั้น L (What we learned) ผู้เรียนเสนอผลการแก้โจทย์ปัญหา
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิด ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความยากง่ายในระดับต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) ขั้นที่ผู้เรียนได้ทำการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้น ว่านักเรียนมีความรู้ในการแก้โจทย์ปัญหามากน้อยเพียงใด ตรวจสอบและประเมินการทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมและแบบทดสอบของนักเรียน

5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

5.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

มีนักการศึกษาและนักวิชาการด้านการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์และข้อความที่กำหนดเป็นปัญหาขึ้นมา โดยมีการให้ความหมายไว้ดังนี้

เอ็ดเวิร์ด เอฟ. เรดดิช เอริก คูโอ (Edward F. Redish, Eric Kuo, 2015) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นปัญหาที่มีคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของปัญหานั้น ยากที่จะแก้ในทันที จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางฟิสิกส์และหลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาใช้ร่วมกันในการแก้ปัญหา

นิส (Niss, 2017) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน และจำเป็นต้องใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์เข้าเกี่ยวข้องเป็นส่วนใหญ่

วินัส ซาลี (2562) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ คือ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่มีการระบุเป็นลักษณะของข้อความ หรือตัวเลขโดยมีเงื่อนไขของข้อความที่เป็นปัญหาของสถานการณ์นั้น ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาต้องมีการศึกษาโจทย์ปัญหา อาศัยแนวคิดทางฟิสิกส์และประสบการณ์เดิมในด้านความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์ รวมถึงวิธีการในการหาคำตอบ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการหาคำตอบ

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2562) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หมายถึง ปัญหาที่พบได้โดยทั่วไปในแบบเรียนฟิสิกส์ตามปกติ ที่ใช้สำหรับการฝึกให้นักเรียน ฟิสิกส์และสูตรทางฟิสิกส์ไปใช้

วุฒิชัย จารุตัน (2563) โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือ สถานการณ์เกี่ยวกับฟิสิกส์ที่มุ่งให้นักเรียนนำทฤษฎี หลักการทางฟิสิกส์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา เมื่อเผชิญแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันทีและต้องอาศัยการดำเนินการคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

จากความหมายของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่นักการศึกษาด้านฟิสิกส์ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือ สถานการณ์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อนำความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์ที่มุ่งให้นักเรียนนำทฤษฎี แนวคิด หลักการทางฟิสิกส์นั้นมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยต้องอาศัยการดำเนินการคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์อีกด้วย

5.2 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

ได้มีนักการศึกษารวมถึงนักวิชาการด้านฟิสิกส์ศึกษาหลายท่านได้อธิบายความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ดังนี้

ครูลิก และ รูดนิค (Krulik and Rudnick, 1989) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ว่า กระบวนการที่แต่ละบุคคลใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ รวมถึงความเข้าใจที่ได้เรียนมาก่อนหน้าเพื่อตอบสนองความต้องการของสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย และกระบวนการเริ่มต้นโดยเผชิญปัญหารวมถึงเมื่อได้คำตอบที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ นักเรียนต้องสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ

ดิวอี้ (Dewey 1976 อ้างถึงใน นฤมล ฉิมงาม, 2558) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ เป็นการรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ผู้ประสบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวปัญหาก่อนว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร

2. **ชั้นวิเคราะห์ปัญหา** เป็นการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างเป็นสาเหตุของปัญหา กล่าวคือ การระบุแจกแจงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน ระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขต่างกัน

3. **ชั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา** คือ การหาวิธีการให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปแบบของวิธีการรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา เพื่อการตั้งสมมติฐาน

4. **ชั้นตรวจสอบผล** คือ การเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าผลที่ได้รับไม่ถูกต้องก็เสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. **ชั้นการนำไปประยุกต์ใหม่** คือการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบเหตุการณ์คล้ายกันกับปัญหาที่เคยพบ

ฉันทากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2559) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือ การดำเนินการคำตอบซึ่งขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญา ความพร้อม ความสนใจ ประสบการณ์ รวมถึงสภาพแวดล้อมของแต่ละบุคคล

วุฒิชัย จารุตัน (2563) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ กระบวนการที่แต่ละบุคคลจะนำความรู้ทักษะต่าง ๆ หรือประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาโดยมีคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน

จากความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแสดงวิธีการคิดหาคำตอบเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ โดยอาศัยหลักการ แนวคิด ทฤษฎีทางฟิสิกส์รวมทั้งวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

5.3 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

การวัดและประเมินผลถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญในการตรวจสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะแนวคิดเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ไว้ดังนี้

เฮลเลอร์ เคท และแอนเดอร์สัน (Heller, Keith & Anderson อ้างถึงใน วุฒิชัย จารุตัน, 2563) เสนอแนวทางการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยได้กำหนดข้อคำถามที่อยู่ในรูปของข้อความซึ่งมีการกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายรวมทั้งกำหนดพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอน ดังนี้

1. ระบุหลักฐานที่แสดงถึงความเข้าใจโมโนทัศน์ เช่น การเขียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้ปรากฏในโจทย์ปัญหา

2. บรรยายสภาพปัญหาโดยใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ เช่น ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของตัวแปรในโจทย์ปัญหา

3. เลือกลงรูปและสมการที่สอดคล้องกับความรู้ทางฟิสิกส์
4. แสดงการวางแผนแก้ปัญหา รวมทั้งการลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ
5. ตรวจสอบคำตอบ ความสมเหตุสมผลของความรู้ทางฟิสิกส์กับคณิตศาสตร์

พิชานัน รักทรัพย์ (2555, น. 151) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์มีลักษณะเป็นแบบวัดอัตนัยเช่นกัน โดยมีการแทรกเทคนิค KWDL เพื่อทำการวัดความสามารถนี้ใน 5 พฤติกรรม ได้แก่

1. การพิจารณาปัญหา โดยสามารถระบุรายละเอียดที่โจทย์กำหนดมาให้ในรูปของข้อความหรือการเขียนภาพ
2. การแสดงข้อมูลให้อยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยสามารถระบุสัญลักษณ์ตัวแปรทางฟิสิกส์แทนปริมาณที่กำหนดในโจทย์ปัญหา
3. การวางแผนในการดำเนินการหาคำตอบ โดยหาสมการหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง
4. การดำเนินการตามการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยหาคำตอบจากสมการหรือจากข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาโจทย์ปัญหา
5. การตรวจสอบคำตอบ ด้วยการหาเหตุผลมาอธิบายความเป็นไปได้ของคำตอบ

วินัส ซาลี (2562) กล่าวว่า การวัดและประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ มีแบบวัดสองรูปแบบ คือปรนัยและอัตนัยซึ่งสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้แตกต่างกัน ซึ่งแบบวัดปรนัยรูปแบบเลือกตอบ มีข้อจำกัด ก็คือครูผู้สอนไม่สามารถมองเห็นถึงกระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบของการแก้โจทย์ปัญหา ส่วนการวัดอัตนัยมีลักษณะที่เน้นให้ผู้เรียนเขียนบรรยายคำตอบ โดยสื่อสารการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นกระบวนการที่เป็นระบบ นฤมล ฉิมงาม (2558) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ หมายถึง การวัดค่าเนื้องานของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ด้วยแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์โจทย์ปัญหา เพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคโพลยา 4 ขั้นตอน คือ ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและตรวจสอบคำตอบ

ดร. และคณะ(Docktor et al., 2016 อ้างถึงใน วุฒิชัย จารุตัน, 2563) ได้ระบุประเด็นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้สอนในการประเมิน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบอัตนัย โดยกำหนดลำดับขั้นตอนไว้ 5 ขั้น ดังนี้

1. การใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในการอธิบาย (Useful Description) เป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับโมโนทัศน์ และความเข้าใจปัญหาโดยการพิจารณาจากการเขียนภาพ สถานการณ์

ปัญหารวมทั้งระบุสิ่งที่ทราบค่าไม่ทราบค่า รวมทั้งระบุสัญลักษณ์ของสิ่งที่โจทย์ถาม รวมถึงเกี่ยวกับการอธิบายแนวคิดหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่มีประโยชน์

2. การเลือกวิธีการทางฟิสิกส์ (Physics Approach) เป็นการประเมินการสร้างแผนภาพทางฟิสิกส์ (Diagram) ที่จำเป็นในสถานการณ์นั้นและเลือกหลักการที่ใช้ในการหาคำตอบ รวมทั้งโดยการเขียนสัญลักษณ์ของปริมาณที่ต้องการและสมการที่ใช้

3. การประยุกต์ที่เฉพาะทางฟิสิกส์ (Specific Application of Physics) เป็นการประเมินการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่ความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นและแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน

4. การแก้ปัญหาตามวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Procedures) เป็นการประเมินวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและเหมาะสมในการดำเนินการแก้ปัญหา

5. ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา (Logical Progression) เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนการได้คำตอบของปัญหา

ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นถึงความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการเลือกพัฒนาแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์แบบอัตนัยซึ่งสามารถวัดการแสดงผลออกของกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนโดยใช้เทคนิค KWDL ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นระบบ ชัดเจน โดยให้ผู้เรียนสามารถแสดงกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ได้

6. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

6.1 ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ดิวอี้ (Dewey, 1933 อ้างอิงใน สุคนธ์ สีนพานนท์ และคณะ, 2561) การคิดใคร่ครวญไตร่ตรองโดยเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากรวมทั้งสับสน หรือสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

เอนนิส (Ennis, 1985 อ้างอิงใน ทิศนา แหมณี, 2564) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง การพิจารณาอย่างมีเหตุผลเพื่อตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือทำอย่างไรในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

ยินเจอร์ (Yinger, 1988) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวข้องกับการประเมินผลลัพธ์ของการคิดและการตัดสินใจในการแก้ปัญหา รวมถึงการสร้างสรรค์และการปรับเปลี่ยนสถานการณ์ต่าง ๆ

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2561) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดที่ใช้เหตุผลโดยมการศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐาน รวมทั้งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจ และนำมาวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผลก่อนตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ

ซารอน เบลิน และคณะ (2010) ได้อธิบายว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ กระบวนการของจิตใจที่มีลักษณะเฉพาะโดยการสำรวจประเด็น ความคิด สิ่งประดิษฐ์ และเหตุการณ์อย่างครอบคลุมก่อนที่จะยอมรับ กำหนดความคิดเห็นหรือข้อสรุป

อรุณี หรดาล (2563) อธิบายว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การไตร่ตรองข้อมูลตัดสินใจ และแก้ปัญหา โดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุและผลจากข้อเท็จจริงมากกว่าอารมณ์ ดังนั้น การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงต้องอาศัยหลายกระบวนการคิดผสมผสานกัน

ชาติ แจ่มนุช (2565) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณคือการพิจารณาอย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เพื่อใช้ในการตัดสินใจและการกระทำต่าง ๆ

สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึงกระบวนการคิดที่ต้องใช้ความสามารถในการวิเคราะห์และตีความข้อมูลอย่างรอบคอบเพื่อเชื่อถือได้ โดยการใช้เหตุผลที่สมเหตุสมผลในการแก้ไขปัญหาหรือตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณจะพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ อย่างถูกต้อง และประเมินสถานการณ์ที่มีอย่าง ใช้กระบวนการไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลเพื่อทำให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและเต็มเปี่ยม การตัดสินใจหรือแก้ไขปัญหาจะไม่ได้เพียงแค่พิจารณาข้อมูลเท่านั้น แต่ยังนำความรู้และประสบการณ์ทั้งของตนเองมาเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการคิดนั้น ๆ

6.2 กรอบแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มีนักจิตวิทยา นักการศึกษา รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาหลายท่าน ได้อธิบายถึงแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังต่อไปนี้

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ ดีคาโรลี (Decaroli, 1973, pp. 67 - 69) อ้างอิงใน สุคนธ์ สิ้นธพานนท์, และคณะ, 2552) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำรวมทั้งข้อความและการกำหนดเกณฑ์
2. การแสวงหาสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การหาทางเลือก รวมทั้งการพยากรณ์
3. การประมวลผลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหาหลักฐานรวมทั้งจัดระบบข้อมูล
4. การตีความหมายข้อเท็จจริงรวมทั้งการสรุปอ้างอิงในหลักฐาน
5. การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุและผล รวมทั้งความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์
6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ รวมทั้งความสมเหตุสมผล

7. การประยุกต์ใช้หรือนำไปปฏิบัติ

กระบวนการคิดวิจารณ์ตามแนวคิดของ โรเจอร์ ซีบราว์ รวมทั้ง โรเจอร์ ซีบราว์ และ รอนนิง (Roger, Sebraw; & Ronning, 1995 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี และคณะ) ได้กล่าวถึงการคิดวิจารณ์ว่า ประกอบด้วยทักษะย่อย (Subs skills) 4 ประการ กล่าวคือ

1. ความรู้ (Knowledge) ความรู้เป็นสิ่งสำคัญในการคิดวิจารณ์ การมีความรู้จะทำให้คิดเร็ว คิดได้ดีกว่าผู้ที่ไม่มีความรู้ รวมทั้งความรู้เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะใช้ตัดสินว่าข้อมูลใหม่หรือความคิดเห็นต่าง ๆ นั้น เชื่อถือได้หรือไม่ เพียงใด

2. การสรุปอ้างอิง (Inference) การสรุปอ้างอิงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการคิดวิจารณ์ เพราะจะช่วยให้บุคคลมีความเข้าใจสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ลึกซึ้ง รวมทั้งมีความหมายมากขึ้นกระบวนการสรุปอ้างอิงที่สำคัญ มี 2 กระบวนการ คือ

2.1 การนิรนัย (Deduction)

2.2 การอุปนัย (Induction)

3. การประเมิน (Evaluation)

3.1 การวิเคราะห์ คือ ความสามารถในการรวบรวมทั้งเลือกที่เกี่ยวข้องได้

3.2 การตัดสิน คือ ความสามารถประเมินข้อมูลความรู้รวมทั้งโดยปราศจากอคติส่วนตน

3.3 การชั่งน้ำหนัก คือ ความสามารถเปรียบเทียบข้อมูลที่มีอยู่เลือกข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดรวมทั้งจัดระบบข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล

3.4 การตัดสินคุณค่า คือ การใช้ข้อมูลมาตัดสินด้วยการใช้หลักคุณธรรมจริยธรรม รวมทั้งเจตคติที่ดี

4. การควบคุมการรู้คิด (Met cognition) เป็นเรื่องของการคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิด อันเป็นการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของความคิด รวมทั้งการปรับความคิดให้ถูกต้องความคิดในการประเมินความคิดซึ่งมีความจำเป็นต่อความคิดวิจารณ์ เพราะเป็นการคิดที่ประเมินว่าความรู้ต่าง ๆ ที่จะใช้ในการตัดสินนั้น เพียงพอหรือไม่น่าเชื่อถือมากน้อย เพียงใด

6.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณ์

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964) กล่าวถึง องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณ์และการวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณ์ ไว้ดังนี้

1. องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณ์ประกอบด้วย เจตคติ ความรู้ และทักษะ ในเรื่องต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ทักษะในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการเห็นปัญหา และความต้องการที่จะสืบเสาะข้อมูล หลักฐานมาพิสูจน์ เพื่อหาข้อเท็จจริง

1.2 ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง และใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล

1.3 ทักษะในการประยุกต์ ใช้ความรู้ และเจตคติดังกล่าวมาใช้ให้เห็นประโยชน์
 2. การวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต้องวัดความสามารถย่อย ๆ ซึ่งมีอยู่ 5 ด้าน ดังนี้

- 2.1 ความสามารถในการอ้างอิง หรือสรุปความ
- 2.2 ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น
- 2.3 ความสามารถในการนิรนัย
- 2.4 ความสามารถในการตีความ
- 2.5 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง

นีดเลอร์ (Needler, 1987 อ้างอิงใน ลักขณา สรีวัฒน์, 2565, น. 96-98) ได้อธิบายว่า ความสามารถในการคิดวิจาร์ณญาณ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. การนิยามและการทำความเข้าใจของปัญหา ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ความสามารถย่อย ได้แก่

1.1 การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุ ความสำคัญของเรื่องที่อ่าน การอ้างเหตุผล ภาพล้อเลียนทางการเมือง การใช้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ และการ ใช้ข้อสรุปในการอ้างเหตุผล

1.2 การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างคน วัตถุ สิ่งของ ความคิด หรือผลตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป

1.3 การกำหนดว่าข้อมูลใดมีความเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นความสามารถในการจำแนก ระหว่างข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ว่ามีความถูกต้องได้กับข้อมูลที่ไม่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้ รวมทั้งการ จำแนกระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ไม่เข้าประเด็นกับเรื่องราว

1.4 การกำหนดคำถามที่เหมาะสม ซึ่งเป็นความสามารถในการกำหนดคำถาม การสร้างคำถาม อันจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ

2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับปัญหาจำแนกเป็น 6 ความสามารถย่อย ได้แก่

2.1 การจำแนกหลักฐานเป็นลักษณะข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ซึ่งพิจารณาตัดสิน โดยใช้เหตุผล เป็นความสามารถในการประยุกต์เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาพิจารณาตัดสินคุณภาพของการ สังเกต และการคิดหาเหตุผล

2.2 การตรวจสอบความสอดคล้อง เป็นความสามารถในการตัดสินว่าข้อความหรือ สัญลักษณ์ที่กำหนดให้ มีความสอดคล้อง สัมพันธ์ซึ่งกันและกัน รวมทั้งมีความสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม โดยรวมทั้งหมดหรือไม่

2.3 การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวอ้าง ซึ่งเป็นความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นใดที่ไม่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล

2.4 การระบุภาพพจน์ในการอ้างเหตุผล เป็นความสามารถในการระบุความคิดที่บุคคลยึดติด หรือความคิดที่คนทั่วไปยึดถือกันจนถือได้ว่าเป็นความคิดตามประเพณีนิยม

2.5 การระบุความมีอคติ ความลำเอียง ทางอารมณ์และการโฆษณาเป็นความสามารถในการระบุความมีอคติ ความลำเอียง ในการอ้างเหตุผลและการตัดสินความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล

2.6 การระบุความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์เป็นความสามารถในการระบุความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างค่านิยมและอุดมการณ์

3. การแก้ปัญหาหรือการลงสรุป ซึ่งแบ่งออกเป็นความสามารถย่อย 2 ด้าน ได้แก่

3.1 การระบุความเพียงพอของข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินใจว่าข้อมูลที่มีอยู่และการยอมรับหลักฐานสำคัญที่มาสับสนุน เพื่อยืนยันว่าเป็นจริงและการยอมรับหลักฐานสำคัญที่มาสับสนุน เพื่อยืนยันว่าเป็นจริงหรือไม่

3.2 การพยากรณ์ที่เป็นไปได้ เป็นความสามารถในการทำนายผลที่อาจจะเป็นไปได้ของเหตุการณ์หรือชุดของเหตุการณ์ต่าง ๆ

จินดา แก้วคงดี (2542) ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีเหตุผลมี 5 ประการ ได้แก่

1. จุดมุ่งหมาย คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิด คือคิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคิดเพื่อหาความรู้

2. ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการรู้ คือผู้คิดสามารถระบุปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไข หรือคำถามสำคัญที่ต้องการรู้คำตอบ

3. สารสนเทศ คือ ข้อมูล หรือความรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการคิด ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาควรมีความกว้าง ลึก ชัดเจน ยึดหยุ่นได้และมีความถูกต้อง

4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ข้อมูลที่ได้มานั้นต้องเชื่อถือได้ มีความชัดเจน ถูกต้อง และมีความเพียงพอในการใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มี อัจรวมถึงกฎ ทฤษฎี หลักการ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวมีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผล แนวคิดที่ได้มานั้นต้องเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบ และต้องเป็นแนวคิดที่ถูกต้องด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552 อ้างถึงใน สุทัศน์ บุญเลิศ 2558) ได้ระบุขั้นตอนของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสรุปได้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจประเด็นข้อสงสัยให้ชัดเจน ทั้งนี้เพราะเป็นบ่อเกิดแห่งความคิด ถ้าไม่มีข้อสงสัยความคิดจะไม่เกิดขึ้น เมื่อเข้าใจประเด็นแล้วจะเห็นแนวทางที่จะแก้ไขสถานการณ์นั้นได้ชัดเจนขึ้น
2. เสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์และแนวทางที่จะแก้ไขให้มากที่สุด และต้องเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ โดยพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความพอเพียงของแหล่งข้อมูล ถ้าเป็นประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ข้อมูลนั้นจะต้องผ่านการพิสูจน์จึงจะยอมรับและเชื่อถือได้
3. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาเหล่านั้น แยะแยะให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกตัวที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ โดยอาศัยหลักการคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดเชิงตรรกะ
4. ประเมินค่าของแต่ละองค์ประกอบในแต่ละสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่การสรุปและตัดสินใจที่สมเหตุสมผลต่อไป

สรุปได้ว่า การเสริมสร้างทักษะการคิดต้องจัดจากง่ายไปสู่ยาก ค่อย ๆ เพิ่มความซับซ้อนมากขึ้น ผู้เรียนจะค่อยพัฒนาทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ โดยการจัดกิจกรรมหลายรูปแบบและจะต้องมีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน คำนี้ถึงบรรยาภาค เจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ กระตือรือร้น สามารถแก้ปัญหาที่ยุ่งยาก สลับซับซ้อน ทดลอง สืบค้นเผชิญสถานการณ์ สามารถวิเคราะห์ วิจารณ์ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองจากสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย เลือกทางเลือกได้อย่างเหมาะสม เป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและสามารถนำไปใช้เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยครูมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้น เสริมความรู้ ฝึกการคิดด้วยกระบวนการต่าง ๆ อย่างเหมาะสม

6.4 ประโยชน์ของการสอนให้ผู้เรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนให้ผู้เรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

พอล (Paul, 1993 อ้างอิงใน ทิศนา แคมมณี และคณะ) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 11 ประการ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานอย่างมีหลักการและเหตุผล และได้งานที่มีประสิทธิภาพ
2. ช่วยให้ผู้เรียนได้ประเมินงานโดยใช้เกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
3. ส่งเสริมให้รู้จักประเมินตนเองอย่างมีเหตุผล และมีทักษะในการตัดสินใจ
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาอย่างมีความหมายและเป็นประโยชน์
5. ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา
6. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ค้นคว้าความรู้ทฤษฎี หลักการ ตั้งข้อสันนิษฐาน ตีความหมาย และลงข้อสรุป
7. ช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการใช้ภาษาและสื่อความหมาย

8. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างชัดเจน คิดถูกต้อง คิดอย่างแจ่มแจ้ง คิดอย่างกว้างขวาง และคิดอย่างลุ่มลึก ตลอดจนคิดอย่างสมเหตุสมผล

9. ช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้มีปัญญา กอปรด้วยความรับผิดชอบ ความมีระเบียบวินัย ความเมตตา และเป็นผู้มีประโยชน์

10. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถอ่าน เขียน พูด ฟัง ได้ดี

11. ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่โลกมีการเปลี่ยนแปลง

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (โพธิสุข) (2565, น. 88-89) กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนให้ผู้เรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจที่จะประเมินข้อมูล ชี้ ประเด็นที่ขอบเขยาย่างผิด ๆ ถูก ๆ มีความเข้าใจในสิ่งที่ถูกเอียง สามารถแยกแยะความแตกต่างว่าอะไรคือความรู้ อะไรคือความจริง และอะไรเป็นเพียงความคิดเห็น รู้จักประมวลข้อมูล ประมวลความคิด รู้จักจัดลำดับข้อมูล รู้จักสรุปเหตุผล ข้อมูลหรือประเด็นต่าง ๆ มองเห็นสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นระบบว่าอะไรสำคัญหรือไม่สำคัญ รู้จักหาทางออกที่หลากหลายมากขึ้น หาหนทางใหม่ ๆ รู้จักตั้งเป้าหมาย รู้จักวางแผนงานล่วงหน้า ทำงานเป็นระบบมากขึ้น มีความสามารถในเชิงเปรียบเทียบ และมองเห็นความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ตัดสินใจได้ดี แม่นยำ มีหลักเกณฑ์ สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ดี รู้จักเปิดใจกว้าง ฟังความรอบด้าน ไม่ด่วนตัดสินใจโดยขาดข้อมูล และมีการคาดการณ์ได้ดีขึ้น

กล่าวโดยสรุป การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะสำคัญที่ควรพัฒนาในผู้เรียนมีความสำคัญอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 และสามารถปลูกฝังได้ จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ รวมถึงการศึกษาวิทยาศาสตร์ มีความอย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีวิธีการประเมินมาตรฐานเพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดและปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมได้ทุกสถานการณ์ และสามารถดำรงตนอยู่ในสังคมได้โดยปกติสุข

6.5 การประเมินผลความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson & Glaser, 1964, p. 2) ได้พัฒนาแบบประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างต่อเนื่อง ฉบับล่าสุดปี ค.ศ. 1980 เพื่อให้เป็นแบบทดสอบที่เป็นแบบฝึกหัดให้มีการประยุกต์ใช้ความสามารถ ที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการการคิดวิเคราะห์ โดยในแบบทดสอบประกอบด้วย ปัญหา ข้อความ การตีความหมาย ซึ่งมีการออกแบบให้วัดในสิ่งที่แตกต่างกัน ในแบบทดสอบ 5 ฉบับ ดังนี้

1. ความสามารถในการสรุปอ้างอิง เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินใจ และจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริง หรือเป็นเท็จลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3- 5 ข้อสรุป จากนั้น ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่า ข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง น่าจะเป็นจริง ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ น่าจะเป็นเท็จ

2. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็น ลักษณะของแบบย่อยนี้ มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อความตามมา สถานการณ์ละ 2 - 3 ข้อความ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินข้อความในแต่ละข้อว่าข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

3. ความสามารถในการนิรนัย เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่าง สมเหตุสมผลจากสถานการณ์ที่กำหนดมาให้โดยใช้หลักตรรกศาสตร์ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการ กำหนดสถานการณ์มาให้ 1 ย่อหน้า แล้วมีข้อสรุปตามมา สถานการณ์ละ 2 - 4 ข้อ จากนั้นผู้ตอบ ต้องพิจารณาตัดสินว่า ข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้ หรือไม่ตามสถานการณ์นั้น

4. ความสามารถในการตีความ เป็นการวัดความสามารถในการหุ้มเห้หน้าหน้าักข้อมูล หรือหลักฐานเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปสถานการณ์ละ 2 - 3 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อว่า น่าเชื่อถือหรือไม่ภายใต้สถานการณ์อันนั้น

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้ เหตุผลว่า สิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล ลักษณะของแบบทดสอบย่อยนี้มีการกำหนดชุดของคำถามเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถามมีชุดของคำตอบพร้อมเหตุผลกำกับจากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณา ตัดสินว่าคำตอบใด มีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามหรือไม่และให้เหตุผลประกอบ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

ชัยพียะห์ สาและ (2558) ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง ค่ากลางของข้อมูลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า 1) นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ด้วยเทคนิค KWDL เรื่องค่ากลางของข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมากขึ้นไป

กุลธิดา ทับทิมศรี (2559) ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (K - W - D - L) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (K - W - D - L) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (K-W-D-L) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เจนจิรา เครือทิวา (2559) ศึกษาเรื่องการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัทธมน วิริยะธรรม (2559) ศึกษาเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 53.93 ซึ่งอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะด้านความเข้าใจมีพัฒนาการมากที่สุด ร้อยละ 74.83 รองลงมา คือ ด้านการนำไปใช้, ความรู้ความจำ, การสังเคราะห์, การประเมินค่าและการวิเคราะห์ ร้อยละ 56.81, 54.12, 51.02, 40.82 และ 40.74 ตามลำดับ และ 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 59.09 ซึ่งอยู่ในระดับสูง โดยขั้นตอน K(Know) มีพัฒนาการมากที่สุด ร้อยละ 62.50 รองลงมา คือ D (Do), L (Learned) และ W (Want) ร้อยละ 61.99, 50.61 และ 48.76 ตามลำดับ

ธันยรัตน์ พลเยี่ยม (2560) ศึกษาเรื่องการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2560) ศึกษาเรื่องการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ผลการศึกษาพบว่า 1) ด้านการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และ 3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) โดยภาพรวมเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ปารวณ เหน้าโคกงาม (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคำนวณ เรื่องปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งพบว่า 1) ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้อยู่แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 61.70/71.00 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้อยู่แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 3) ทักษะการคำนวณของนักเรียน จากการทำแบบวัดทักษะหลังใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้อยู่แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนอยู่ในระดับ ดี คิดเป็นจำนวนนักเรียนร้อยละ 60 แสดงว่า นักเรียนมีทักษะการคำนวณอยู่ในระดับดี และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

สิทธิวัฒน์ ทูลภรณ์ (2564) ได้ศึกษาเรื่องการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.58/73.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ 2) ผลการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นั้นค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.4809 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 48.09 3) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 และ 4) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อังสนา ศรีสวนแดง (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า ผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาหระคนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน โดยใช้สมองเป็นฐาน ร่วมกับเทคนิค KWDL อยู่ในระดับมาก

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ชอและคณะ (Shaw, Chambless, Chessin, Price and Beardain, 1997) ได้ทำการ อบรมครูผู้สอนเกรด 4 การร่วมกลุ่มแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค K-W-L และให้กลับไปทดลอง สอนกับนักเรียน แล้วนำผลไปเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ร่วมกลุ่ม แก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค K - W - D - L สามารถเขียนคำตอบและละเอียดมากกว่าและ ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าการสอนปกตินอกจากนี้นักเรียนที่ร่วมกลุ่มแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค K - W - D - L มีเจตคติด้านบวกกับคณิตศาสตร์จากนั้นได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การพัฒนา ความสามารถและเจตคติในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ควรเน้นกระบวนการมากกว่าการหาคำตอบ

ต็อก สุขขราน (Tok Sükran. (2013) ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบผลกระทบของการ เรียนรู้แบบ KWL ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการรู้คิดของนักเรียนเกรด 6 โดยมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ KWL. ช่วยเพิ่ม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการรู้คิด แต่สำหรับการลดความวิตกกังวลการสอน แบบ KWL ลดความวิตกกังวลได้ดีกว่า วิธีการสอนแบบดั้งเดิม

ชัยฟูตดิน (Syarifuddin. 2022) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ ต่อความชำนาญด้านแนวคิดและทักษะทางสังคมของนักเรียน เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อทดสอบว่ามีผล เชิงบวกของการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ต่อการเรียนรู้แนวคิดและทักษะทางสังคมของนักเรียน จากผลการทดสอบสมมติฐานสรุปได้ว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในความเชี่ยวชาญของแนวคิด การทดลองจัดกลุ่มนักเรียนกับกลุ่มควบคุม แล้วมีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญในทักษะทางสังคม ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ที่นัยของการศึกษาครั้งนี้คือการใช้การเรียนรู้แบบใช้การสืบเสาะ หาความรู้ในเชิงบวกมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้แนวคิดและทักษะทางสังคมของนักเรียนและมอบประสบการณ์ ที่ดีให้กับนักเรียนในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ออร์จิกา ปาสชาล ชุกวูเนเมเรม (Orjika Paschal Chukwunemerem, 2022) ได้ศึกษา บทเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองและการช่วยเหลือของมหาวิทยาลัยต่อคิโดอย่างมีวิจารณ์ญาณ ของนักเรียน พบว่าครูและโรงเรียนควรส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อช่วยให้นักเรียนได้รับทักษะสำคัญ ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในฐานะนักเรียน พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นตนเองและทักษะการคิด

อย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งในการศึกษานี้ นักเรียนแสดงการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และถามคำถามติดตามผลนักเรียนบางคนเคยชี้แจงในการถามคำถามผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองได้ เช่น อยู่ในการควบคุมการสัมภาษณ์ นอกเหนือจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบกำกับตนเองอื่น ๆ ยังช่วยให้พวกเขาสามารถถามได้ติดตามคำถามและฝึกฝนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น รวมทั้งสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้รับกับความรู้เดิม ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากกว่าเมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจและเลือกศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ มีประสิทธิภาพสูงขึ้น



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยนำเสนอการดำเนินการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. แบบแผนการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร แผนการเรียนวิทย์ - คณิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร แผนการเรียนวิทย์ - คณิต จำนวน 2 ห้อง ซึ่งมีการจัดนักเรียนเข้าเรียนแบบความสามารถทุกห้องเรียนโดยดูจากคะแนนสอบเข้าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม แล้วทำการจับฉลากให้ 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง ได้ห้อง ม.4/4 มีจำนวน 40 คน และอีก 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มควบคุม ได้ห้อง ม.4/3 มีจำนวน 40 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการศึกษาวิจัย และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการศึกษาวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน ใช้เวลารวม 18 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผน ใช้เวลารวม 18 ชั่วโมง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยพิจารณาขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยเทคนิค KWDL

2.2.2 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นชนิดเลือกตอบ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และคะแนน 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1.1 ศึกษารายละเอียดการออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน จากอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างสื่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน

3.1.2 ศึกษาเนื้อหาจากเอกสารประกอบการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดขอบเขตและความครอบคลุมของเนื้อหา

3.1.3 ดำเนินการออกแบบสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยมีขั้นตอนวิธีการสร้าง ดังนี้

1) ดำเนินการออกแบบสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยมีขั้นตอนวิธีการสร้างดังนี้

(1) เลือกเนื้อหาที่ต้องการทดลอง
 (2) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ตามที่ครูผู้สอน ได้ศึกษามา

(3) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ออกมาในรูปแบบต่าง ๆ

2) นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3) ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.1.4 นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ใน 3 ประเด็นหลัก คือ ความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และลักษณะของนวัตกรรม ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 4.61 ถึง 4.84 อยู่ในระดับ มากที่สุด ทำการปรับปรุงให้เหมาะสมก่อนนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพ

3.1.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 40 คน

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL

การสร้างและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ KWDL เรื่องโมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง มีวิธีการสร้าง ดังนี้

3.2.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและกรอบของเนื้อหาจากหนังสือสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.2.2 ศึกษารายละเอียดและเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากแนวการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.2.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้

3.2.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง ประกอบด้วยรายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
1	โมเมนตัม	2
2	แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม	4
3	การดล	4
4	การอนุรักษ์โมเมนตัม	2
5	การชน	4
6	การระเบิดหรือการติดตัวแยกจากกัน	2

3.2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ KWDL เรื่องโมเมนตัมและการชน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้าง เนื้อหาหลักวิชาและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ KWDL เรื่องโมเมนตัมและการชน ที่ได้แก้ไขตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง เนื้อหาหลักวิชา และขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งใช้เกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ซึ่งผลการประเมิน จากผู้เชี่ยวชาญได้ค่าเฉลี่ย 4.70 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ไปใช้ทดลองสอนจริง

3.2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชนฉบับที่แก้ไขสมบูรณ์ ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.3 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

3.3.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและกรอบของเนื้อหาจากหนังสือสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำมาเป็นการรอบในการกำหนดเนื้อหาในแบบทดสอบ

3.3.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่เป็นแบบทดสอบซึ่งมีลักษณะเป็นโจทย์ที่ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิค KWDL ตามขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างจากสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ มีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้

ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) นักเรียนร่วมแก้โจทย์ปัญหา หรือสิ่งที่ตนต้องการอยากรู้

ขั้นที่ 4 L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และเสนอผลการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งเป็นแบบทดสอบจำนวน 5 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบขึ้นมาเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วน นำไปปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและเหมาะสม

3.3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.3.5 ทำการตรวจหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ของแบบทดสอบเพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยพิจารณาจากค่า IOC และเลือกข้อที่มีค่า IOC .50

ขึ้นไป โดยมีค่า 0.67 ถึง 1.00 เป็นข้อที่มีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

3.3.6 ดำเนินการปรับแก้ไขข้อสอบเรื่องความเหมาะสมของสถานการณ์ และจัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.4 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลและประเมินผล

3.4.2 ศึกษาโครงสร้างในการวัดระหว่างข้อสอบกับทักษะที่ต้องการวัด วิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.4.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 25 ข้อ โดยยึดกรอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของเดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel & Mayhew) แล้วนำแบบวัดขึ้นเสนอที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วนนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและเหมาะสม

3.4.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้นไป

3.4.5 นำข้อมูลการหาค่าความสอดคล้อง หรือค่า IOC มาวิเคราะห์โดยเลือกแบบทดสอบข้อที่ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ 0.5 - 1.00 ให้เป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงสอดคล้องกับพฤติกรรมที่วัด โดยได้ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยอยู่ที่ 0.86 อยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุด

3.4.6 ดำเนินการปรับแก้ไขข้อสอบเพื่อความเหมาะสมของสถานการณ์ และจัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ขอความร่วมมือจากโรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยในครั้งนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2

4.2 ผู้วิจัยแจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบก่อนเรียนและนำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไปทดสอบนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนดำเนินการสอนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โหมดนมต้มและการชน จำนวน 6 แผน ใช้เวลารวม 18 ชั่วโมง

4.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โหมดนมต้มและการชน จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุมใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 6 แผน เวลา 18 ชั่วโมง

4.4 ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.5 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 ค่า ดังนี้

5.1.1 การคำนวณค่าความสอดคล้องระหว่างข้อความกับจุดประสงค์ IOC

5.1.2 การคำนวณค่าความยากง่าย

5.1.3 การคำนวณค่าความเที่ยง ตามคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (KR - 20)

5.1.4 การคำนวณค่าความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาจากสูตรครอนบาช (Cronbach)

5.2 สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามงานวิจัย

5.2.1 การคำนวณสถิติค่าเฉลี่ย (Mean)

5.2.2 การคำนวณสถิติค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division)

5.2.3 การคำนวณสถิติค่าที (t - test for independent sample)

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคำนวณซึ่งดำเนินการวิเคราะห์ ดังนี้

6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

6.1.1 การหาความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือโดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยการหา IOC ซึ่งคำนวณจากสูตร (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2560) ดังนี้

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

เมื่อ	IOC	คือ	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
	R	คือ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	คือ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

6.1.2 หาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรดังนี้ (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2560)

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

เมื่อ	P	แทน	ความยากง่ายของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบทั้งหมด

6.1.3 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) คำนวณได้จากสูตร (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2560) ดังนี้

$$r_t = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

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

เมื่อ	r_t	คือ	สัมประสิทธิ์ของความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	n	คือ	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	คือ	สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกต้องกับผู้เรียนทั้งหมด

q	คือ	สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด
S_t^2	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ
N	คือ	จำนวนผู้เรียน

6.1.4 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
 โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาได้จากสูตรครอนบาช (Cronbach) (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2560)
 ดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ α	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	คือ	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
S_i^2	คือ	ความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ
S_t^2	คือ	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

6.2 สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

6.2.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (M) โดยคำนวณจากสูตร (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2560)

$$\text{สูตร } M = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ X	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	แทน	จำนวนข้อมูล

6.2.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2560)

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

เมื่อ SD	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนทั้งหมด
N	แทน	จำนวนข้อมูล

6.2.3 ในการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ไขปัญหาวินิจฉัยและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผล การทดสอบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร *t*-test แบบ Independent Samples (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2560)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าการแจกแจงของที (t - Distribution)
	\bar{X}_1	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่ 1
	\bar{X}_2	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่ 2
	S_1	แทน	คะแนนรวมของกลุ่มทดลองที่ 1
	S_2	แทน	คะแนนรวมของกลุ่มทดลองที่ 2
	n_1	แทน	ขนาดของกลุ่มทดลองที่ 1
	n_2	แทน	ขนาดของกลุ่มทดลองที่ 2



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ตอน ตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
M	แทน	ค่าเฉลี่ย
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าทดสอบที (t - distribution)
p	แทน	ผลของการทดสอบสมมติฐาน
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โมเมนตัม และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เปรียบเทียบความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา	เปรียบเทียบความสามารถ					
	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มทดลอง	40	35	28.77	4.46	3.82*	.000
กลุ่มควบคุม	40	35	25.15	4.00		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.1 พบว่านักเรียนในกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เฉลี่ยเท่ากับ 28.77 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.46 ส่วนนักเรียนในกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เฉลี่ยเท่ากับ 25.15 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ ที่ .05

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โมเมนตัม และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัม และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การเปรียบเทียบ						
ความสามารถในการคิดอย่าง	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
มีวิจารณญาณ						
กลุ่มทดลอง	40	21	16.27	2.08	4.92*	.000
กลุ่มควบคุม	40	21	13.62	2.71		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.2 พบว่านักเรียนในกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL มีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เฉลี่ยเท่ากับ 16.27 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.08 ส่วนนักเรียนในกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยเท่ากับ 13.62 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.71 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การสรุป อภิปรายผลและให้ข้อเสนอแนะการศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ตามลำดับ ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1.2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร แผนการเรียนวิทย์ - คณิต

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร แผนการเรียนวิทย์ - คณิต จำนวน 2 ห้อง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนจำนวนทั้งหมด 80 คน ซึ่งมีการจัดนักเรียนเข้าเรียนแบบละความสามารถทุกห้องเรียนโดยดูจากคะแนนสอบเข้าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม แล้วทำการจับฉลากให้ 1 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง ได้ห้อง ม.4/4 มีจำนวน 40 คน และอีก 1 ห้องเรียน เป็นกลุ่มควบคุม ได้ห้อง ม.4/3 มีจำนวน 40 คน

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการวิจัย คือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง จากเอกสารประกอบการจัดการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง (3) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ (1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยพิจารณาขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยเทคนิค KWDL (2) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นชนิดเลือกตอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และคะแนน 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือจากโรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยในครั้งนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

2) ผู้วิจัยแจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบก่อนเรียนและนำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้กลุ่มทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง

3) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน และใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มควบคุม

4) ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก โดยใช้สูตร $t - test$ แบบ Independent Samples

1.3 ผลการวิจัย

1.3.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05

1.3.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05

2. อภิปรายผล

การศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดกล่าวไว้ คือ

2.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05 ทั้งนี้ผลลัพธ์ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เนื่องจากนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็มีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องราววิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและนำมาใช้ในการแก้ปัญหา การเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้พวกเขา มีความเข้าใจที่ลึกซึ้งและมีทักษะในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ เทคนิคนี้ช่วยให้นักเรียนกำหนดรูปแบบในการเรียนรู้โดยการรู้เรื่อง สนใจเรื่องที่ต้องการรู้เพิ่มเติม ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม และเรียนรู้ อย่างรอบคอบ การใช้เทคนิคนี้ช่วยในการเปิดรายละเอียดและทำให้เรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานที่แข็งแกร่งในเรื่อง โมเมนตัมและการชน มีความเข้าใจที่ดีเกี่ยวกับหลักการและสมการ

ทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง ความเข้าใจนี้ช่วยในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ได้อย่างเป็นมืออาชีพ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการใช้เทคนิค KWDL ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้มักมีความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่แสดงให้เห็นเป็นผลมาจากการเรียนรู้แบบมีการสืบเสาะหาความรู้และการใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับความเข้าใจที่ลึกซึ้งใน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ที่ดีกว่านั่นเอง

ทั้งนี้ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลธิดา ทับทิมศรี (2559) ที่ศึกษา เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล (K - W - D - L) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล (K-W-D-L) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล (K - W - D - L) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของกนกวรรณ สະกัพันธ์ (2561) ที่ศึกษาเรื่อง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .05 ด้วยดัชนีประสิทธิผลนักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.10 จากผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และประสิทธิภาพของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 79.11/75.16 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทรงธรรม ควรสุวรรณ (2555) ที่ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้นสำหรับฟิสิกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประชารัฐธรรมคุณ จังหวัดลำปาง ซึ่งพบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้นสำหรับฟิสิกส์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ ศศิธร แก้วมี (2565, น. 81) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค K - W - D - L สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค K - W - D - L สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 79.29/77.33 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค K - W - D - L สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ และความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค K – W – D - L อยู่ในระดับมาก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อังสนา ศรีสวนแดง (2565) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่าผลการเรียนรู้ เรื่องโจทย์ปัญหาหระคนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ยังพบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2560) ที่ศึกษาเรื่อง การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ผลการศึกษาพบว่าด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05 ทั้งนี้ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติเนื่องจาก การใช้เทคนิค KWDL ช่วยให้นักเรียนมีการระบุนิยามความรู้เริ่มต้นเกี่ยวกับ เรื่อง โมเมนตัมและการชน นักเรียนที่สามารถระบุนิยามความรู้เริ่มต้นได้ดีมักมีพื้นฐานที่แข็งแกร่งในหัวข้อนี้ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมักมีความสนใจในเรื่องที่ต้องการรู้เพิ่มเติมและมีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องนั้น การค้นคว้าข้อมูลเสริมช่วยให้พวกเขาเพิ่มความเข้าใจเรื่องราวได้อย่างลึกซึ้ง นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มักมีทักษะในการประยุกต์ความรู้ในการแก้ปัญหาโดยใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความเข้าใจ ที่ลึกซึ้งใน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ช่วยให้พวกเขาสามารถใช้หลักการและสมการทางฟิสิกส์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการใช้เทคนิค KWDL ช่วยในการสร้างความสามารถทางการคิดวิเคราะห์และการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราววิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ที่แข็งแกร่งมักมีความสามารถในการเรียนรู้และแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มักส่งเสริมนักเรียนให้นำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในสถานการณ์จริง เช่น การแก้ปัญหาทางชีวิตประจำวันหรือการประยุกต์ใช้ความรู้ในโครงการหรือการทดลอง ดังนั้น ผลลัพธ์ที่แสดงให้เห็นเป็นผลมาจากความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งช่วยให้พวกเขามีความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ไม่มีความสามารถดังกล่าวเหล่านี้

ทั้งนี้ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิทธิวัฒน์ ทูลภิรมย์ (2564) ที่ศึกษา เรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL มีความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 โดยมีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 13.42 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.807 และค่าที่เท่ากับ 1.495 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ งานวิจัยของ เจนจิรา เครือทิวา (2559) ที่ศึกษาเรื่อง การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะ หาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Maia and Justi (2009, น. 603-630) ได้ศึกษากระบวนการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมีของนักเรียน ในห้องเรียนปกติจากการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่พัฒนาจาก “แบบจำลองและการสร้างแบบจำลอง (model and modelling)” พบว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้โดย การเรียนรู้ของนักเรียน เกิดจากการสื่อสารกันภายในห้องเรียน นักเรียนได้ใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม คำพูด และลักษณะท่าทางในระหว่าง การทำกิจกรรมนอกจากนี้การเรียนรู้ของนักเรียนยังเกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง การใช้ คำถามของครู รวมทั้งการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับแบบจำลองภายในห้องเรียนส่งผลให้นักเรียนเกิดความ เข้าใจในเรื่องสมดุลเคมียิ่งขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของจอห์น (John, 1986) ที่ได้ศึกษาผลในระยะยาว ของการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และความสัมพันธ์ ระหว่างพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ เซวาน์ปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกจากนักเรียนซึ่งมีเซวาน์ปัญญาเท่ากัน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่สอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ระหว่างวิธีการสอนและระหว่างเพศมีความแตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน จากการสอนทั้งสองวิธีนอกจากนี้ยังพบว่าความคงทนทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุมมีความแตกต่างกันโดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสูงกว่า

3. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ส่งเสริมแนวคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนให้มีแนวคิดที่กระตือรือร้นในการค้นคว้าข้อมูลและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ในกรณีของวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน เข้าใจความสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมและไม่รับข้อมูลที่มีอยู่ในหนังสือเท่านั้น

3.1.2 การใช้เทคนิค KWDL ครูควรสอนนักเรียนด้วยเทคนิค KWDL และกระตุ้นให้พวกเขาใช้เทคนิคนี้ในการเรียนรู้เพื่อเพิ่มความเข้าใจใน เรื่อง โมเมนตัมและการชน นักเรียนควรเรียนรู้วิธีที่จะระบุความรู้เริ่มต้น สร้างคำถามที่น่าสนใจ ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม และนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการเรียนรู้

3.1.3 การประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนให้นำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการสถานการณ์จริง เช่น การแก้ปัญหาทางชีวิตประจำวันหรือการออกแบบการทดลองที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัมและการชน

3.1.4 การเสริมสร้างทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครูควรสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์อย่างระมัดระวังและวิเคราะห์อย่างลึกซึ้ง รวมทั้งการใช้สถานการณ์ปัญหาจริงหรือแบบจำลองที่มุ่งเน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณช่วยเพิ่มทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

3.1.5 การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่กระตุ้นความสนใจ ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่น่าสนใจและหลากหลายในห้องเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนรู้จักการการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

3.1.6 การใช้เทคโนโลยีและสื่อการจัดการเรียนรู้ การใช้เทคโนโลยีและสื่อการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองการชน หรือการใช้วีดิทัศน์การสอนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้

3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เช่น ประถมศึกษา และมัธยมศึกษาตอนต้นรายวิชาวิทยาศาสตร์

3.2.2 ควรมีการศึกษากิจการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่ส่งผลต่อตัวแปรอื่น ๆ เช่น การคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ สะเก็กพันธ์. (2551). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน [วิทยานิพนธ์ปริญญา-มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- กรมวิชาการ. (2546). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพฯ.
- _____. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล และคณะ. (2560). รายงานการวิจัยเรื่องการสังเคราะห์งานวิจัยด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมมาธิราช.
- กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล. (2557). หน่วยที่ 9 เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน หน่วยที่ 8-15* (น. 60) (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- กฤษณี เพ็ชรทวีพรเกษ. (2560). สุดยอดวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การเรียนรู้ของครูยุคใหม่. *อักษรเจริญทัศน์*.
- กุลธิดา ทับทิมศรี. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (K-W-D-L) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์-ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จรินทร์ ชันติพิพัฒน์. (2558). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวโมเดลชิปปา (cippa model) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ปริญญา-มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.
- จารุวรรณ ยังกษา. (2562). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึมเป็นกลุ่มกับรายบุคคลและการสอนตามคู่มือ [วิทยานิพนธ์-ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- จินดา แก้วคงดี. (2542). การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เจนจิรา เครือทิวา. (2561). การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแสง
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ
 เทคนิค KWDL [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 6): พี บาลาซ์-
 ดีไซด์แอนปริ้นดิง.
- ซัพพียะห์ สาและ. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง ค่ากลางของข้อมูลที่มีต่อ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ทรงธรรม ควรสุวรรณ. (2555). ผลการใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้นสำหรับฟิสิกส์ ที่มีต่อ
 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง
 การเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประชารัฐธรรมคุณ จังหวัด
 ลำปาง [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ทิพย์ริมล วังแก้วหิรัญ. (2561). การจัดการกระบวนการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 3). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 ทักษิณ.
- ทิตนา แคมมณี. (2564). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
 (พิมพ์ครั้งที่ 11). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธันยรัตน์ พลเยี่ยม. (2560). การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ฟิสิกส์เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้
 แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท
 มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน. (2559). การศึกษาข้อบกพร่องของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้
 กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี.
 กรณีศึกษานักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะ
 ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 11(1), 26–35.
- นฤมล ฉิมงาม. (2558). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิค
 การแก้โจทย์ปัญหาโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-
 ราชมงคลธัญบุรี.

- นิภาพร ช่วยธานี. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง จลนศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้เมตาคอกนิชันสำหรับนักศึกษาของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2555). การบริหารงานวิชาการ. ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ปารวดีน เหง้าโคกงาม และคณะ. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคำนวณ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ.
- พัชรมน วิริยะธรรม. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิไลวรรณ พรรณงาม. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วินัส ซาลี. (2562). แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาและผลที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วุฒิชัย จารุตัน. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วุฒินันท์ คำต่อน และจุดเดือน ไชยพิชิต. (2564). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบ KWDL ร่วมกับแผนผังความคิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการ *Journal of Roi Kaensam Academi*, 6(6), 153-168.
- ชัชปรีญา หะยิห์หมัด. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว การชั่ง การตวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยทักษิณ.

- สิทธิวัฒน์ พูลภิรมย์. (2564). การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สิริมา แทนบุญ. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดรวบยอดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้ผังมโนเมติ. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา*, 8(1), 55-65.
- สุคนธ์ สิ้นพานนท์. (2561). นวัตกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.
- สุทัศน์ บุญเลิศ. (2558). ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุธารพิงค์ โนนศรีชัย. (2550). การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ [5Es]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรุณี หรดาล. (2563). หน่วยที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเด็กปฐมวัยด้านการคิด. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาการพัฒนาเด็กปฐมวัยด้านการคิด หน่วยที่ 1 – 7*. (น. 1-1 – 1-52). สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อังสนา ศรีสวนแดง. (2555). การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาของคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Edward F. Redish • Eric Kuo (2015). Language of Physics, Language of Math: Disciplinary Culture and Dynamic Epistemology. *Sci & Educ* (2015), 24, 561-590.
- Orjika Paschal Chukwunemerem. (2022). Lessons from Self - Directed Learning Activities and Helping University Students Think Critically. *Journal of Education and Learning*, 12(2), 2023.
- Reynaldy Siregar.(2023). The Effect of Problem-Based Learning Model on Students' Physics Problem Solving Ability: A Meta - Analysis. *Journal of Research in Science Education. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 2103-2109.
- Sharon Bailin,Roland Case,Jerrold R. Coombs &Leroi B. Daniels. (2010). *Conceptualizing critical thinking. Journal of Curriculum Studies*. pp. 285-302.

- Shaw, J.M., Chambless, M.S., Chessin, D.A., Price, V. and Beardain, G. (1997). Cooperative problem solving: Using K - W - D - L as an organizational technique. *Teaching Children Mathematics*, 3(9), 482.
- Syarifuddin. (2022). The Effect of Inquiry Based Learning on Students Mastery of Concept and Social Skills. *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika) April 2023*, pp. 434-442.
- Tok Sükran. (2013). Effects of the know-want-learn strategy on students' mathematics achievement, anxiety and metacognitive skills. *Metacognition & Learning*, 8(2), 193-212.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยศรี

นครินทรวิโรฒราชภัฏ



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

1. นายอดิศักดิ์ ยงยุทธ

สถานที่ทำงาน	โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
ประสบการณ์	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ คณะผู้ร่วมพิจารณาหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

2. นางสาวกานดา สุลักษณ์หมัด

สถานที่ทำงาน	โรงเรียนสตรีศรีนครปฐมบ่อทรัพย์ เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ประสบการณ์	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์)

3. นางสาวสายฝน ศรีษะนาราช

สถานที่ทำงาน	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา 2 เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ประสบการณ์	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์)

ภาคผนวก ข

- ผลการประเมินประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้
- ผลการประเมินประสิทธิภาพแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
- ผลการประเมินประสิทธิภาพแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ



ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL

เรื่องโมเมนต์และการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โมเมนต์

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้						
1.1	ถูกต้องตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.2	สอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ						
2.1	แสดงความคิดรวบยอดของเนื้อหา	4	5	4	4.33	มาก
2.2	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.3	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.4	มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	4	4.33	มาก
3. สาระการเรียนรู้						
3.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3.2	สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3.3	ถูกต้องตามหลักวิชาฟิสิกส์	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3.4	เหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้						
4.1	ประเมินได้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.2	ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.3	สามารถสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.4	ครอบคลุมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้						
5.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5.2	เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5.3	เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5.4	สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL	5	5	4	4.67	มากที่สุด
5.5	จูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเรียนและร่วมกิจกรรม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.6	สร้างเสริมความรู้ ความสามารถ และทักษะของนักเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5.7	เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
5.8	นักเรียนมีการทำใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5.9	นักเรียนและครูมีส่วนร่วมในการสรุปทบทวน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้						
6.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6.2	เหมาะกับวัย ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน	4	5	4	4.33	มาก
6.3	สนองจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	4	4.67	มากที่สุด
6.4	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5	5	4	4.67	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
7.1	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7.2	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	5	5	4	4.67	มากที่สุด
7.3	ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
	รวม	144	150	142	145.33	
	เฉลี่ย	4.80	5.00	4.73	4.84	มากที่สุด
		4.84				
ระดับคุณภาพของแผน					มากที่สุด	

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL

เรื่องโมเมนต์และการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนต์

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้						
1.1	ถูกต้องตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.2	สอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ						
2.1	แสดงความคิดรวบยอดของเนื้อหา	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2.2	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.3	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	4	4.33	มาก
2.4	มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	4	4.33	มาก
3. สาระการเรียนรู้						
3.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.2	สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3.3	ถูกต้องตามหลักวิชาฟิสิกส์	5	5	4	4.67	มากที่สุด
3.4	เหมาะสมกับเวลา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้						
4.1	ประเมินได้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.2	ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.3	สามารถสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	4	4.67	มากที่สุด
4.4	ครอบคลุมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้						
5.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	มากที่สุด
5.2	เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
5.3	เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	4	4.67	มากที่สุด
5.4	สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL	5	5	4	4.67	มากที่สุด
5.5	จูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเรียนและร่วมกิจกรรม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5.6	สร้างเสริมความรู้ ความสามารถ และทักษะของนักเรียน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
5.7	เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	5	4	4.67	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
5.8	นักเรียนมีการทำใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5.9	นักเรียนและครูมีส่วนร่วมในการสรุปทบทวน	4	5	4	4.33	มาก
6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้						
6.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6.2	เหมาะกับวัย ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
6.3	สนองจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	4	4.67	มากที่สุด
6.4	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5	5	4	4.67	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
7.1	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7.2	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7.3	ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
รวม		144	150	136	143.33	
เฉลี่ย		4.80	5.00	4.53	4.78	มากที่สุด
		4.78				
ระดับคุณภาพของแผน					มากที่สุด	

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL

เรื่องโมเมนต์และการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การคด

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้						
1.1	ถูกต้องตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.2	สอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ						
2.1	แสดงความคิดรวบยอดของเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.2	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.3	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.4	มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้						
3.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.2	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.3	ถูกต้องตามหลักวิชาฟิสิกส์	4	5	4	4.33	มาก
3.4	เหมาะสมกับเวลา	4	5	4	4.33	มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้						
4.1	ประเมินได้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.2	ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.3	สามารถสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	4	4.33	มาก
4.4	ครอบคลุมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	4	5	4	4.33	มาก
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้						
5.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.2	เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.3	เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	4	4.33	มาก
5.4	สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการจัดการเรียนรูแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL	4	5	4	4.33	มาก
5.5	จูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเรียนและร่วมกิจกรรม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.6	สร้างเสริมความรู้ ความสามารถ และทักษะของนักเรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.7	เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	5	4	4.33	มาก

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
5.8	นักเรียนมีการทำใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.9	นักเรียนและครูมีส่วนร่วมในการสรุปทบทวน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้						
6.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6.2	เหมาะกับวัย ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6.3	สนองจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	4	4.33	มาก
6.4	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
7.1	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4	5	5	4.67	มากที่สุด
7.2	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
7.3	ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
รวม		123	150	142	138.33	
เฉลี่ย		4.10	5.00	4.73	4.61	มากที่สุด
					4.61	
ระดับคุณภาพของแผน					มากที่สุด	

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL

เรื่องโมเมนต์และการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การอนุรักษ์โมเมนต์

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้						
1.1	ถูกต้องตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.2	สอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ						
2.1	แสดงความคิดรวบยอดของเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.2	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.3	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.4	มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้						
3.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.2	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.3	ถูกต้องตามหลักวิชาฟิสิกส์	4	5	4	4.33	มาก
3.4	เหมาะสมกับเวลา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้						
4.1	ประเมินได้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.2	ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.3	สามารถสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.4	ครอบคลุมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้						
5.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.2	เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.3	เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.4	สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.5	จูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเรียนและร่วมกิจกรรม	4	5	4	4.33	มาก
5.6	สร้างเสริมความรู้ ความสามารถ และทักษะของนักเรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.7	เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	5	4	4.33	มาก

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
5.8	นักเรียนมีการทำใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.9	นักเรียนและครูมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้						
6.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6.2	เหมาะกับวัย ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6.3	สนองจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6.4	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
7.1	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4	5	5	4.67	มากที่สุด
7.2	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
7.3	ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
รวม		122	150	147	139.67	
เฉลี่ย		4.07	5.00	4.90	4.66	มากที่สุด
					4.66	
ระดับคุณภาพของแผน					มากที่สุด	

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL

เรื่องโมเมนต์และการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การชน

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้						
1.1	ถูกต้องตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.2	สอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ						
2.1	แสดงความคิดรวบยอดของเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.2	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.3	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.4	มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้						
3.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.2	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.3	ถูกต้องตามหลักวิชาฟิสิกส์	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.4	เหมาะสมกับเวลา	4	5	4	4.33	มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้						
4.1	ประเมินได้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.2	ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.3	สามารถสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.4	ครอบคลุมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้						
5.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.2	เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.3	เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.4	สอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.5	จูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเรียนและร่วมกิจกรรม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.6	สร้างเสริมความรู้ ความสามารถ และทักษะของนักเรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.7	เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	5	5	4.67	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
5.8	นักเรียนมีการทำใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.9	นักเรียนและครูมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้						
6.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6.2	เหมาะกับวัย ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6.3	สนองจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6.4	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
7.1	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4	5	5	4.67	มากที่สุด
7.2	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
7.3	ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
รวม		123	150	149	140.67	
เฉลี่ย		4.10	5.00	4.97	4.69	มากที่สุด
					4.69	
ระดับคุณภาพของแผน					มากที่สุด	

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL

เรื่องโมเมนต์และการชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

การระเบิดหรือการติดตัวแยกจากกัน

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้						
1.1	ถูกต้องตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.2	สอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ						
2.1	แสดงความคิดรวบยอดของเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.2	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.3	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.4	มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้						
3.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.2	สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.3	ถูกต้องตามหลักวิชาฟิสิกส์	4	5	4	4.33	มาก
3.4	เหมาะสมกับเวลา	3	5	4	4.00	มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้						
4.1	ประเมินได้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.2	ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.3	สามารถสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	4	4.33	มาก
4.4	ครอบคลุมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้						
5.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4.33	มาก
5.2	เหมาะสมกับเวลาที่สอน	3	5	4	4.00	มาก
5.3	เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	4	4.33	มาก
5.4	สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL	5	5	4	4.67	มากที่สุด
5.5	จูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเรียนและร่วมกิจกรรม	4	5	4	4.33	มาก
5.6	สร้างเสริมความรู้ ความสามารถ และทักษะของนักเรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.7	เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3		
5.8	นักเรียนมีการทำใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
5.9	นักเรียนและครูมีส่วนร่วมในการสรุปทเรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้						
6.1	สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6.2	เหมาะกับวัย ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6.3	สนองจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	4	4.33	มาก
6.4	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4	5	4	4.33	มาก
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
7.1	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4	5	5	4.67	มากที่สุด
7.2	วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	4	5	5	4.67	มากที่สุด
7.3	ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	4.67	มากที่สุด
รวม		123	150	140	137.67	
เฉลี่ย		4.10	5.00	4.67	4.59	มากที่สุด
					4.59	
ระดับคุณภาพของแผน					มากที่สุด	

ผลการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่า IOC	แปรผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อคำถามที่ 1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 2	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 3	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 5	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง



ผลการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เรื่อง โมเมนต์และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่า IOC	แปรผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อคำถามที่ 1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 3	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 8	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 9	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 10	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 11	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 12	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 13	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 14	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 15	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 16	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 17	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 18	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 19	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 20	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
ข้อคำถามที่ 21	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โมเมนตัมและการชน

เวลา 18 ชั่วโมง

เรื่อง โมเมนตัม

เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวศศิตา กองเป็ง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระ ฟิสิกส์

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมมูลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

5. อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการตลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงตลกับโมเมนตัม

2. สาระสำคัญ

ปริมาณที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีมวลต่อกัน โดยมีโมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ถ้าวัตถุมีมวลขนาดเท่ากันแต่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน โมเมนตัมของวัตถุก็จะต่างกัน เช่นเดียวกับวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากันแต่มีมวลของวัตถุต่างกันโมเมนตัมก็จะต่างกันด้วย

3. สาระการเรียนรู้

โมเมนตัม(momentum) คือ ผลคูณระหว่างระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเป็นปริมาณหนึ่ง ที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

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

เมื่อให้ \vec{p} คือ โมเมนตัมของวัตถุ

m คือ มวลของวัตถุ

\vec{v} คือ ความเร็วของวัตถุ

โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางตามทิศของความเร็ว มีหน่วยเป็นกิโลกรัมเมตรต่อวินาที ในการทำให้วัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่งพบว่า วัตถุที่มีโมเมนตัมมากต้องออกแรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายและลักษณะของโมเมนตัมได้ (K)

2. คำนวณหาปริมาณ ที่เกี่ยวกับโมเมนตัมได้ (P)
3. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมีความมุ่งมั่นในการทำงาน(A)

5. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ KWDL

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเป็นรายบุคคลก่อนเข้าสู่กิจกรรม

1.2 ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยถามคำถามว่า “รถมอเตอร์ไซด์จะมีโมเมนตัมเท่ากับรถบรรทุกหรือไม่” และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามปากเปล่า หรือครูสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล

1.3 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คน ให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมาหน้าชั้นเรียนกลุ่มละ 2 คน โดยให้นักเรียนคนที่ 1 โยนลูกปิงปองและลูกเทนนิสให้นักเรียนคนที่ 2 รับด้วยความเร็วที่ต่างกัน

1.4 ให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มตนเองแล้วให้นักเรียนคนที่ 2 เริ่มพูดคุยกับเพื่อนในกลุ่ม แล้ววิเคราะห์ว่าการรับลูกปิงปองและลูกเทนนิสในแต่ละครั้งใช้แรงในการรับต่างกันหรือไม่

1.5 ครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ต่างๆเพิ่มเติม

1.6 ครูให้นักเรียนสรุปว่า จากการทำกิจกรรม เราจะสรุปได้อย่างไร

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูตั้งคำถามว่า

- โมเมนตัมหมายถึงอะไร

2.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการศึกษาโมเมนตัม

2.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ผลคูณระหว่างมวลกับความเร็ว เรียกว่า โมเมนตัม ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็ว มีหน่วย กิโลกรัม.เมตรต่อวินาที

2.4 ครูแจกใบกิจกรรม KWDL และอธิบายเกี่ยวกับการหาโมเมนตัม และแนะนำเทคนิคKWDL ให้นักเรียนทราบว่าจะแต่ละตัวหมายถึงอะไร และนักเรียนต้องทำอะไรบ้างระหว่างเรียน

2.5 ยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องโมเมนตัม และให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์โจทย์โดยครูเขียนข้อมูลที่นักเรียนร่วมกันตอบลงในตาราง KWDL ดังนี้

ตัวอย่าง ที่ 1 เครื่องบินมวล 4×10^4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 360 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขนาดของโมเมนตัมมีค่าเท่าใด

วิธีทำ

K : (What we know)	สิ่งที่โจทย์กำหนด
หาสิ่งที่โจทย์กำหนด	เครื่องบินมวล 4×10^4 กิโลกรัม แทนค่า $m = 4 \times 10^4$ kg อัตราเร็ว 360 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แทนค่า $\vec{v} = 360$ km/hr

W : (What we want to know) หาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ขนาดของโมเมนตัม แทนค่า \vec{p}
---	---

3. ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนร่วมกันนำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์โจทย์โดยระบุวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบลงในตาราง KWDL ด้วยการใช้เทคนิค KWDL ดังนี้

ตัวอย่าง ที่ 1 เครื่องบินมวล 4×10^4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 360 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขนาดของโมเมนตัมมีค่าเท่าใด

วิธีทำ

K : (What we know) หาสิ่งที่โจทย์กำหนด	สิ่งที่โจทย์กำหนด เครื่องบินมวล 4×10^4 กิโลกรัม แทนค่า $m = 4 \times 10^4$ kg อัตราเร็ว 360 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แทนค่า $\vec{v} = 360$ km/hr
W : (What we want to know) หาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ขนาดของโมเมนตัม แทนค่า \vec{p}
D : (What we do to find out) แก้โจทย์ปัญหา	สามารถคำนวณหาได้ ดังสมการ $\vec{p} = m\vec{v}$ $\vec{p} = (4 \times 10^4)(360 \times \frac{5}{18})$ $\vec{p} = (4 \times 10^4)(100)$ $\vec{p} = 4 \times 10^6 \text{ kg m/s}$
L : (What we learned) สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา	คำตอบที่ได้ เครื่องบินมีโมเมนตัมเท่ากับ 4×10^6 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที สิ่งที่ได้เรียนรู้ ในการคำนวณต้องมีการเปลี่ยนหน่วยของอัตราเร็วจาก กิโลเมตรต่อชั่วโมงเป็นเมตรต่อวินาทีก่อน โดยให้นำตัวเลขคูณ 5/18 เนื่องจากอัตราเร็วต้องมีหน่วย เมตรต่อวินาที

4. ขั้นขยายความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาคำตอบจากปัญหาจากโจทย์ปัญหาในข้อต่อไป

4.2 จากนั้นครูให้ตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอวิธีการคิดคำนวณเรื่องโมเมนตัมในแต่ละข้อโดยใช้ตาราง KWDL จากนั้นให้นักเรียนในห้องช่วยกันตรวจคำตอบว่าผู้ที่ออกมานำเสนอทำถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องอภิปรายและแก้ไข

5. ชั้นประเมินผล

5.1 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง โมเมนตัม ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

5.2 นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนและความรู้ที่ได้รับ

5.3 ครูให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

6.1 สื่อการเรียนรู้

1) หนังสือเรียน รายวิชาฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 โมเมนตัมและการชน

2) ใบกิจกรรม เรื่อง โมเมนตัม

6.2 แหล่งเรียนรู้

1) ห้องเรียน

2) ห้องสมุด

3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

7. การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
ด้านความรู้ (K) 1. ความหมายและลักษณะของ โมเมนตัม	- การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม	- นักเรียนร้อยละ 70 สามารถ ตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง โดยผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) 2. คำนวณหาปริมาณ ที่ เกี่ยวกับโมเมนตัมได้	- การแสดงวิธี ทำในใบกิจกรรมตาม ขั้นตอน ของ KWDL	- ใบกิจกรรม	- นักเรียนร้อยละ 70 สามารถ ตอบคำถามและแสดงวิธีทำได้ อย่างถูกต้องโดยผ่านเกณฑ์ ระดับ 1 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ (A) 3. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมี ความมุ่งมั่นในการทำงาน	-การสังเกต พฤติกรรมของ นักเรียน	- แบบประเมิน คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	- นักเรียนมีพฤติกรรม อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป

การประเมินการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ตาราง KWDL

ขั้นตอน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
K บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา ได้ ถูก ต้อง และ ครบถ้วน	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา ได้ ถูก ต้อง บางส่วน หรือระบุได้ไม่ครบ	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา ได้ ไม่ ถูก ต้อง หรือไม่ระบุ
W บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ ถูก ต้อง และ ครบถ้วน	ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ ถูก ต้อง บางส่วน หรือระบุได้ไม่ครบ	ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ ไม่ ถูก ต้อง หรือไม่ระบุ
D ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง ครบถ้วนและเหมาะสม	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้หาคำตอบได้แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครบกระบวนการ	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้เขียนระบุกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา
L สิ่งที่ได้เรียนรู้และผลการแก้โจทย์ปัญหา		ตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์	ตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

8. บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวศศิตา กองเป็ง)

วันที่.....

ใบกิจกรรม

เรื่อง โม่เมนต์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาโจทย์แล้วร่วมกันวิเคราะห์ลงในตาราง KWDL

1. เครื่องบินมวล 4×10^4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 360 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขนาดของโมเมนต์มีค่าเท่าใดวิธีทำ

<p style="text-align: center;">K</p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p>	<p>สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....</p> <p>.....</p> <p>ความรู้เดิมที่ต้องนำมาใช้.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">W</p> <p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	<p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">D</p> <p>ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>สมการที่ใช้.....</p> <p>.....</p> <p>แสดงวิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">L</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>คำตอบที่ได้.....</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

2. ลูกเทนนิสมวล 250 กรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ขนาดของโมเมนตัมมีค่าเท่าใด
วิธีทำ

<p style="text-align: center;">K</p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p>	<p>สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....</p> <p>.....</p> <p>ความรู้เดิมที่ต้องนำมาใช้.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">W</p> <p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	<p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">D</p> <p>ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>สมการที่ใช้.....</p> <p>.....</p> <p>แสดงวิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">L</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>คำตอบที่ได้.....</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้.....</p> <p>.....</p>

3. รถไฟฟ้าความเร็วสูงมวล 10^4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 500 เมตรต่อวินาที ขนาดของโมเมนตัมมีค่าเท่าใด

วิธีทำ

<p style="text-align: center;">K</p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p>	<p>สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....</p> <p>.....</p> <p>ความรู้เดิมที่ต้องนำมาใช้.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">W</p> <p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	<p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">D</p> <p>ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>สมการที่ใช้.....</p> <p>.....</p> <p>แสดงวิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">L</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>คำตอบที่ได้.....</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้.....</p> <p>.....</p>

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชา ฟิสิกส์ 2	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โมเมนตัมและการชน		เวลา 18 ชั่วโมง
เรื่อง การดลและแรงดล	เวลา 4 ชั่วโมง	ผู้สอน นางสาวศศิตา กองเป็ง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระ ฟิสิกส์

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

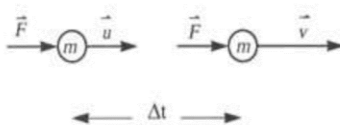
1. อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม

2. สาระสำคัญ

แรงดล (impulsive force) คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ การดล (impulse) คือโมเมนตัมที่เปลี่ยนแปลงไปและเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์

3. สาระการเรียนรู้

การดล (Impulse) คือ การเปลี่ยนโมเมนตัม เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป มีหน่วยเป็น kg. m/s หรือ N.s ถ้าให้ \vec{F} เป็นแรงลัพธ์คงตัวที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลา Δt ผลคูณ \vec{F} กับ Δt หรือ $\vec{F}\Delta t$ เรียกว่า การดล (\vec{I}) จากสมการ จะได้ว่า $\vec{I} = \vec{F}\Delta t = m\vec{v} - m\vec{u}$

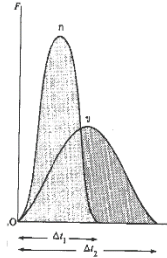


รูปที่ 1 แรง \vec{F} กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนจาก $m\vec{u}$ เป็น $m\vec{v}$

เมื่อมีแรง \vec{F} กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนจาก $m\vec{u}$ เป็น $m\vec{v}$ แสดงดังรูปที่ 1 ในกรณีที่วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในแนวตรง การดลกับโมเมนตัมจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน

แรงดล (Impulse Force) คือ อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม หรือ แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในช่วงเวลาสั้นๆ

ถ้าวัตถุชิ้นเดียวกันถูกทำให้เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่แบบเดียวกัน แต่ใช้ช่วงเวลา แตกต่างกันไปแล้ว จะเกิดแรงดลไม่เท่ากัน ดังแสดงในกราฟที่ 1

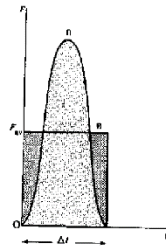


กราฟที่ 1 กราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาในขณะที่วัตถุกระทบกัน

จากรูปจะเห็นว่า ถ้าใช้ช่วงเวลาสั้น (Δt_1) แล้วจะเกิดแรงดลมาก ถ้าใช้ช่วงเวลายาว (Δt_2) จะเกิดแรงดลน้อย

จากกราฟ ก ในกราฟที่ 1 จะเห็นว่าขนาดของแรงกระทำต่อวัตถุไม่คงตัวในช่วงเวลาในการกระทบ แต่การคำนวณการดล ขนาดของแรง ที่ใช้จะต้องมีค่าคงตัวค่าหนึ่ง ซึ่งเมื่อเขียนกราฟระหว่างขนาดของแรงนี้กับเวลา จะได้ดังกราฟในกราฟที่ 2 โดยพื้นที่ใต้กราฟกราฟที่ 2 เท่ากับพื้นที่ใต้กราฟกราฟที่ 1 ก ขนาดของแรง จากกราฟที่ 2 นี้เรียกว่า ขนาดของแรงเฉลี่ย ในช่วงเวลา Δt

กรณีที่แรงค่ามากกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น รถยนต์ชนกัน การตอกตะปูด้วยค้อน การตีลูกเทนนิส เป็นต้น แรงค่ามากที่กระทำในช่วงเวลาสั้นๆนี้เรียกว่า แรงดล ค่าแรงดลที่เราหาได้จึงถือว่าเป็นแรงดล



กราฟที่ 2 การหาแรงเฉลี่ยจากการดล

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายแรงดลและการดลได้
2. คำนวณการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลาได้
3. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับ โมเมนตัมของวัตถุ การดล และแรงดลในการแก้ปัญหา
4. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ KWDL

1. ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูทบทวนว่า เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป

1.2 ครูให้นักเรียนพิจารณารูป 6.7 ในหนังสือเรียน แล้วอภิปรายร่วมกันถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุในรูป เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า แรงที่กระทำทำให้หยุดหรือเปลี่ยนความเร็วขึ้นอยู่กับความเร็วของวัตถุ

1.3 ครูตั้งปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การพิจารณาสถานการณ์การปล่อยไข่มวลเท่ากันให้ตกลงบนฟองน้ำหนาๆ และปล่อยให้ตกบนพื้นแข็ง จากที่ระดับความสูง 1 เมตร เท่ากัน ถ้าต้องการให้โมเมนต์ของวัตถุเปลี่ยนแปลงค่าหนึ่ง ขนาดของแรงกระทำจะเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาที่ยกแรงกระทำกับวัตถุหรือไม่ อย่างไร

2. ชั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูเตรียมไซดิส 2 ฟอง ซึ่งมีมวลเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน เลือกนักเรียน 2 คน ให้คนที่ 1 ปล่อยไซดิสที่ความสูง 0.5 เมตร ลงบนพื้นแข็ง และให้คนที่ 2 ปล่อยไซดิสจากตำแหน่งระดับความสูงเดียวกันให้ตกลงบนฟองน้ำหนา ก่อนให้นักเรียน 2 คนปล่อยไข่มวลเท่ากัน

2.2 จากสถานการณ์การปล่อยไข่มวลเท่ากัน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถาม

1. ความเร็วของไข่มวลตกกระทบฟองน้ำกับพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. ผลที่เกิดขึ้นเมื่อไข่มวลตกกระทบฟองน้ำกับตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่อย่างไร
3. โมเมนต์ที่เปลี่ยนไปของไข่มวลทั้งสองเมื่อตกลงบนฟองน้ำกับตกลงบนพื้นแข็งแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ถ้ามวลของไข่มวลเท่ากัน
4. แรงที่ฟองน้ำกระทำกับไข่มวลและแรงที่พื้นกระทำกับไข่มวลแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
5. ช่วงเวลาที่ไข่มวลใช้ในการเปลี่ยนโมเมนต์ขณะกระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่งต่างกับช่วงเวลาที่ไข่มวลกระทบพื้นแข็งแล้วหยุดนิ่งหรือไม่ อย่างไร

2.3 ครูชี้ให้เห็นว่าจากสถานการณ์การปล่อยไข่มวลเท่ากัน แรงที่กระทำต่อวัตถุนอกจากจะขึ้นอยู่กับค่าของการเปลี่ยนโมเมนต์แล้วยังขึ้นกับช่วงเวลาที่ยกแรงกระทำกับวัตถุเพื่อเปลี่ยนโมเมนต์ของวัตถุ

2.4 ครูใช้สมการ $\vec{I} = \vec{F}\Delta t = m\vec{v} - m\vec{u}$ อธิบายผลของสถานการณ์ปล่อยไข่มวลเท่ากัน ว่า เมื่อพิจารณา $m\vec{v} - m\vec{u}$ เป็นค่าคงตัว Δt คือ ช่วงเวลาที่ไข่มวลกระทบฟองน้ำและกระทบพื้นแข็ง จะเห็นว่าเวลาที่ไข่มวลกระทบฟองน้ำมากกว่า ดังนั้นแรงต้าน \vec{F} ที่กระทำกับไข่มวลน้อยกว่า เป็นผลทำให้ไข่มวลไม่แตก สำหรับไข่มวลที่ตกลงบนพื้นราบแข็งนั้นเวลาในการตกกระทบน้อย แรงที่พื้นกระทำกับไข่มวลมีค่ามาก ดังนั้นไข่มวลจึงอาจแตกได้

2.5 ครูพูดคุยกับนักเรียนแล้วเปิดประเด็นว่า จะมีวิธีการหรือทำอย่างไรให้ไข่มวลที่ตกลงมาจากที่สูงไม่แตก โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ที่ครูเคยแบ่งไว้ให้แล้ว ร่วมกันศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีการทำให้ไข่มวลไม่แตก รวมถึงจะต้องมีการวางแผน ออกแบบ สร้างผลงานชิ้นนี้ออกมาให้สามารถใช้งานได้จริง เป็นการบ้าน ซึ่งครูจะทำการทดสอบคุณภาพผลงานของแต่ละกลุ่มกันในชั่วโมงถัดไป

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ครูนำสรุปกิจกรรมโยนไข่ไม่ให้แตก โดยเชื่อมโยงถึง เรื่อง การลดและแรงดล ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักการลดแรงกระแทก เช่นเดียวกับการออกแบบตัวถังรถยนต์ให้มีการใช้เวลาในการเปลี่ยนโมเมนต์มาก ทำให้แรงกระแทกมีค่าน้อยหรือแรงดลมีค่าน้อย เป็นผลให้สิ่งที่อยู่ภายในหรือไข่ไม่แตกเมื่อเกิดการกระแทก

3.2 ครูนำอภิปราย สรุปเนื้อหา ด้วยคำถามต่อไปนี้

1. การดล คืออะไร
2. แรงดลคืออะไร

3. จากกราฟระหว่างขนาดแรงและเวลาในขณะที่วัตถุกระทบกัน จะบอกอะไรกับเราบ้าง

3.3 ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน ผลคูณของแรงกับช่วงเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุ เรียกว่า การดล เป็น ปริมาณเวกเตอร์ มีทิศเดียวกับทิศของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน.วินาที หรือ กิโลกรัม.เมตร ต่อ วินาที ครูเน้นว่าในกรณีที่การดลทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในแนวตรง คือ การดลกับโมเมนตัมเดิมอยู่ในแนว เดียวกัน โดยอาจมีทิศเดียวกัน หรืออาจทิศตรงข้ามก็ได้

3.4 ครูยกตัวอย่างการกระทบกันของวัตถุ 2 สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น ลูกบอลกระทบกำแพง ลูกเทนนิสกระทบไม้เทนนิส ค้อนกระทบตะปู รถยนต์ชนกัน เป็นต้น

4. ขันขยายความรู้

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาเรื่องการดลและแรงดล

4.2 ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเรื่องการดลและแรงดลไปใช้ประโยชน์และสรุป

4.3 ครูแจกใบกิจกรรม KWDL และยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องโมเมนตัม และให้นักเรียนร่วมกัน วิเคราะห์โจทย์โดยครูเขียนข้อมูลที่นักเรียนร่วมกันตอบลงในตาราง KWDL ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ลูกบอลมวล 500 กรัม ขณะที่มีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ในทิศทางขวา นักกีฬาคนหนึ่งใช้เท้าเตะ ลูกบอลให้มีความเร็วเปลี่ยนเป็น 15 เมตรต่อวินาที ในทิศทางตรงข้าม การดลเฉลี่ยที่เท้านักกีฬากระทำต่อลูกบอล มีขนาดเท่าใด

วิธีทำ

K : (What we know) หาสิ่งที่โจทย์กำหนด	สิ่งที่โจทย์กำหนด ลูกบอลมวล 500 กรัม แทนค่า $m = 500 \text{ g} = 0.5$ ขณะที่มีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที แทนค่า $\vec{u} = 10 \text{ m/s}$ ความเร็วเปลี่ยนเป็น 15 เมตรต่อวินาที แทนค่า $\vec{v} = -15 \text{ m/s}$
W : (What we want to know) หาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ การดลเฉลี่ย แทนค่า \vec{I}
D : (What we do to find out) แก้โจทย์ปัญหา	สามารถคำนวณหาได้ ดังสมการ $\vec{I} = m\vec{v} - m\vec{u}$ $\vec{I} = (0.5 \times (-15)) - (0.5 \times 10)$ $\vec{I} = -7.5 - 5$ $\vec{I} = -12.5 \text{ kg.m/s}$
L : (What we learned) สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา	คำตอบที่ได้ การดลเฉลี่ยมีขนาด 12.5 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ในทิศทางซ้าย สิ่งที่ได้เรียนรู้ ในการคำนวณต้องมีการเปลี่ยนของมวลจากกรัมให้เป็นกิโลกรัม และต้องดูทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่อกำหนดเครื่องหมายบวกลบ

4.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาคำตอบจากปัญหาจากโจทย์ปัญหาในข้อต่อไป

4.5 จากนั้นครูให้ตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอวิธีการคิดคำนวณเรื่องโมเมนตัมในแต่ละข้อโดยใช้

ตาราง KWDL จากนั้นให้นักเรียนในห้องช่วยกันตรวจคำตอบว่าผู้ที่ออกมานำเสนอทำถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องอภิปรายและแก้ไข

5. ชั้นประเมินผล

5.1 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การดลและแรงดล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

5.2 สุ่มนักเรียนอภิปรายสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้รับในการศึกษาในครั้งนี้

5.3 ครูให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

5.4 ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล และการทำงานกลุ่ม

5.5 ครูประเมินใบกิจกรรม

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

6.1 สื่อการเรียนรู้

1) หนังสือเรียน รายวิชาฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 โมเมนตัมและการชน

2) ใบกิจกรรม เรื่อง การดลและแรงดล

6.2 แหล่งเรียนรู้

1) ห้องเรียน

2) ห้องสมุด

3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

7. การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายแรงดลและการดลได้	- การตอบคำถาม	- คำถาม	- นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง โดยผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) 2. คำนวณการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลาได้ 3. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับโมเมนตัมของวัตถุ การดล และแรงดลในการแก้ปัญหา	- การแสดงวิธีทำในใบกิจกรรมตามขั้นตอน ของ KWDL - การตอบคำถาม	- ใบกิจกรรม - คำถาม	- นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบคำถามและแสดงวิธีทำได้อย่างถูกต้องโดยผ่านเกณฑ์ระดับ 1 ขึ้นไป

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 4. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	-การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- นักเรียนมีพฤติกรรมอยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป

การประเมินการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ตาราง KWDL

ขั้นตอน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
K บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา ได้ ถูก ต้อง และ ครบถ้วน	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา ได้ถูกต้องบางส่วนหรือระบุได้ไม่ครบ	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา ได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุ
W บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ ถูก ต้อง และ ครบถ้วน	ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ถูกต้องบางส่วนหรือระบุได้ไม่ครบ	ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ ไม่ ถูก ต้อง หรือไม่ระบุ
D ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง ครบถ้วนและเหมาะสม	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้หาคำตอบได้แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครบกระบวนการ	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้เขียนระบุกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา
L สิ่งที่ได้เรียนรู้และผลการแก้โจทย์ปัญหา		ตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์	ตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

8. บันทึกหลังการสอน

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวศศิตา กองเป็ง)

วันที่.....

ใบกิจกรรม

เรื่อง การดลและแรงดล

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาโจทย์แล้วร่วมกันวิเคราะห์ลงในตาราง KWDL

1 ลูกบอลมวล 500 กรัม ขณะที่มีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ในทิศทางขวา นักกีฬาคนหนึ่งใช้เท้าเตะลูกบอลให้มีความเร็วเปลี่ยนเป็น 15 เมตรต่อวินาที ในทิศทางตรงข้าม การดลเฉลี่ยที่เท้านักกีฬาก่อกระทำต่อลูกบอลมีขนาดเท่าใด

วิธีทำ

<p style="text-align: center;">K</p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p>	<p>สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....</p> <p>.....</p> <p>ความรู้เดิมที่ต้องนำมาใช้.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">W</p> <p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	<p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">D</p> <p>ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>สมการที่ใช้.....</p> <p>.....</p> <p>แสดงวิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">L</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>คำตอบที่ได้.....</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

2. รถยนต์กำลังแล่นไปตามถนน คนขับรถยนต์เห็นรถบรรทุกจอดนิ่งอยู่ข้างหน้าในระยะกระชั้นชิดเขาจึงเหยียบเบรกทันที ขณะที่ความเร็วของรถยนต์ลดลงเกือบหยุด รถยนต์ก็ชนรถบรรทุก ถ้ารถยนต์จะหยุดนิ่งภายในเวลา 5.0×10^{-3} วินาที แรงที่รถยนต์กระทำต่อรถบรรทุกเป็น 1.0×10^6 นิวตัน การดลที่กระทำต่อรถบรรทุกเป็นเท่าใด

วิธีทำ

<p style="text-align: center;">K</p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p>	<p>สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....</p> <p>.....</p> <p>ความรู้เดิมที่ต้องนำมาใช้.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">W</p> <p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	<p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">D</p> <p>ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>สมการที่ใช้.....</p> <p>.....</p> <p>แสดงวิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">L</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>คำตอบที่ได้.....</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

3. นักฟุตบอลเตะลูกฟุตบอลไปกระทบกับกำแพง มีความสัมพันธ์ดังกราฟ โดยมีพื้นที่ใต้กราฟเป็น 25 นิวตันต่อวินาที อยากรหาว่าขนาดของแรงเฉลี่ยที่กำแพงกระทำต่อลูกบอลเป็นเท่าใด

วิธีทำ

<p style="text-align: center;">K</p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p>	<p>สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....</p> <p>.....</p> <p>ความรู้เดิมที่ต้องนำมาใช้.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">W</p> <p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	<p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">D</p> <p>ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>สมการที่ใช้.....</p> <p>.....</p> <p>แสดงวิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">L</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>คำตอบที่ได้.....</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>



ภาคผนวก ง

- แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์
เรื่อง โมเมนตัมและการชนด้วยเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

เรื่อง โมเมนตัมและการชน ด้วยเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

1. ชายคนหนึ่งมีมวล 30 กิโลกรัม ขับรถยนต์ด้วยความเร็วคงที่ 54 กิโลเมตรต่อชั่วโมง บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าเขาบังคับให้รถหยุดภายในเวลาขณะหนึ่ง จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปที่เกิดขึ้น

K สิ่งที่โจทย์กำหนด	สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....
W สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....
D ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	สมการที่ใช้..... แสดงวิธีทำ.....
L สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา	คำตอบที่ได้..... สิ่งที่ได้เรียนรู้.....

2. ปล่อยวัตถุมวล 5 กิโลกรัม ลงในแนวตั้ง เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงเท่าใด

K สิ่งที่โจทย์กำหนด	สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....
W สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....
D ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	สมการที่ใช้..... แสดงวิธีทำ.....
L สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา	คำตอบที่ได้..... สิ่งที่ได้เรียนรู้.....

3. ลูกบอลมวล 0.5 กิโลกรัม ขณะที่มีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ในทิศทางขวา นักกีฬาคนหนึ่งใช้เท้าเตะลูกบอลให้มีความเร็วเปลี่ยนเป็น 15 เมตรต่อวินาที ในทิศทางตรงข้าม การเคลื่อนที่ที่แก่นักกีฬากระทำต่อลูกบอลมีขนาดเท่าใด

K สิ่งที่โจทย์กำหนด	สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....
W สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....
D ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	สมการที่ใช้..... แสดงวิธีทำ.....
L สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา	คำตอบที่ได้..... สิ่งที่ได้เรียนรู้.....

4. วัตถุมวล 10 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นลื่น ไปทางขวาด้วยความเร็ว 2.0 เมตรต่อวินาที ชนวัตถุมวล 5 กิโลกรัม ที่อยู่นิ่ง หลังชน วัตถุทั้งสองติดกันไป วัตถุทั้งสองที่ติดกันไปมีขนาดความเร็วเท่าใดและมีทิศทางใด

K สิ่งที่โจทย์กำหนด	สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....
W สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....
D ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	สมการที่ใช้..... แสดงวิธีทำ.....
L สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา	คำตอบที่ได้..... สิ่งที่ได้เรียนรู้.....



5. รถทดลองมวล 1.0 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 0.4 เมตรต่อวินาที เข้าชนรถทดลองอีกคันหนึ่งซึ่งมีมวลเท่ากันและอยู่นิ่ง หลังการชน รถทดลองเคลื่อนที่ติดกันไป จงหาพลังงานที่สูญเสียไปจากการชน

<p style="text-align: center;">K</p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p>	<p>สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">W</p> <p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	<p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">D</p> <p>ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>สมการที่ใช้.....</p> <p>.....</p> <p>แสดงวิธีทำ.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p style="text-align: center;">L</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้และ ผลการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>คำตอบที่ได้.....</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้.....</p> <p>.....</p>

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเรื่อง โมนเมนต์และการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิชา ฟิสิกส์ 2 2.0 หน่วยกิต คะแนนเต็ม 21 คะแนน เวลา 60 นาที

- คำชี้แจง** 1. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 5 หน้า
2. ข้อสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ คะแนน 21 คะแนน
- คำสั่ง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยระบาย (●) ในกระดาษคำตอบที่แจกให้

ห้ามนำข้อสอบออกนอกห้องสอบ

ใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1-3

การเดินทางด้วยพาหนะบนท้องถนนในประเทศไทยต้องใช้ความระมัดระวังให้มาก เพราะจากสถิติของคณะทำงานจัดทำแผนและมาตรการลดการสูญเสียจากภัยบนท้องถนนพบว่า มีจำนวนผู้เสียชีวิตทางถนนมากถึง 22 356 ราย หรือมีผู้เสียชีวิต 62 รายต่อวัน ยังไม่นับจำนวนผู้บาดเจ็บอีกจำนวนมาก การที่อุบัติเหตุส่วนใหญ่เกิดบริเวณทางตรงเพราะสาเหตุหลักการเกิดอุบัติเหตุมาจากผู้ขับขี่รับรถด้วยความเร็วสูงกว่ากฎหมายกำหนดถึงร้อยละ 71 ในแต่ละปีทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตทางถนนมากกว่า 1.25 ล้านคน นับเป็นภัยคุกคามที่น่ากังวลมาก นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรจึงคิดหาหนทางหรือสิ่งประดิษฐ์เพื่อช่วยลดอัตราการเสียชีวิตนี้ และหนึ่งในเทคโนโลยีสำคัญที่ช่วยรักษาชีวิตผู้คนก็คือถุงลมนิรภัย

ถุงลมนิรภัย (Airbag) คือสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อความปลอดภัยของยานพาหนะ ทำหน้าที่เหมือนหมอนนุ่มเพื่อป้องกันการกระแทกกับวัสดุภายในรถเมื่อเกิดอุบัติเหตุการชน โดยถุงลมนิรภัยจะขยายตัวอย่างรวดเร็วออกมาจากอุปกรณ์ที่เก็บมันไว้เช่นในพวงมาลัยของรถยนต์เมื่อเกิดอุบัติเหตุ โดยในปัจจุบันตามปกติบริษัทผู้สร้างรถยนต์จะให้ถุงลมนิรภัยหลายจุดตามบริเวณที่นั่งโดยสารต่างๆ

1. สมมติฐานของบทความนี้ตามหลักการของโมนเมนต์คือข้อใด
 - ก. ถุงลมนิรภัยสามารถลดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้
 - ข. ถ้ารถไม่มีถุงลมนิรภัยจะทำให้ผู้ขับขี่ไม่ปลอดภัย
 - ค. อันตรายจากการขับขี่รถบนท้องถนนส่งผลต่อชีวิตของเรา
 - ง. ถุงลมนิรภัยทำก็คือช่วยยืดระยะเวลาการชนของร่างกายของผู้ขับขี่และผู้โดยสารนี้ให้นานขึ้น
2. ข้อความใดมีความน่าเชื่อถือและใช้อ้างอิงได้
 - ก. ถุงลมนิรภัยได้รับการออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวก
 - ข. ถุงลมนิรภัยถูกออกแบบมาเพื่อให้ทำงานโดยการขยายตัวเฉพาะการชน
 - ค. ถุงลมนิรภัยจะทำงานทุกครั้งเมื่อมีเหยียบเบรกไม่ว่าความเร็วจะน้อยหรือมาก
 - ง. ถุงลมนิรภัยป้องกันผู้โดยสารจากการกระแทกกับวัสดุภายในแม้ไม่คาดเข็มขัดนิรภัย
3. จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. ถุงลมนิรภัยสามารถยืดระยะเวลาการชนของร่างกายของผู้ขับขี่ทำให้แรงดลมีค่าน้อยลง
 - ข. เมื่อมีการชนเกิดขึ้นถึงลมนิรภัยนี้ก็จะเป็นค่อยๆ แฉ่งระหว่างที่ร่างกายหรือศีรษะของผู้ขับขี่หรือผู้โดยสารพุ่งชน
 - ค. หากผู้ขับขี่ขับขี่รถมาด้วยความเร็วมาก แต่ถ้ามีถุงลมนิรภัยก็สามารถลดการความเสี่ยงในการบาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้
 - ง. ถ้าเปลี่ยนจากถุงลมนิรภัยเป็นผนังเหล็ก ร่างกายของผู้ขับขี่และผู้โดยสารก็จะมีความเสี่ยงในการบาดเจ็บและเสียชีวิตน้อยลง

ใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4-7

ปิ่นเป็นอาวุธที่ทรงประสิทธิภาพ เพราะเพียงแค่มือกดตะกั่วเล็ก ๆ ที่เรียกว่ากระสุนกับกระบอกปืนมาทำงานร่วมกัน ก็มีอำนาจทำลายล้าง ซึ่งอาจทำให้มนุษย์หรือสัตว์ที่ถูกปืนยิง เกิดการบาดเจ็บ พิการ หรือแม้แต่เสียชีวิตได้เลยทีเดียว ปิ่น คืออาวุธสำหรับยิงลูกกระสุนปืน เพื่อให้เข้าสู่เป้าหมาย โดยอาศัยหลักการเผาไหม้ของดินปืนให้เกิดแก๊สผลักดันลูกกระสุนให้ออกจากปากลำกล้องด้วยความเร็วสูง โดยหากเรายิงปืนออกไป จะรู้สึกเหมือนมีแรงสะท้อนกลับมา

หลักการทำงานของกระบอกปืนและลูกปืน สามารถอธิบายและคำนวณได้ด้วย "กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม" หรือ "กฎทรงโมเมนตัม" ซึ่งกล่าวว่า การชนที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุ 1 และวัตถุ 2 ในระบบที่ไม่สามารถถ่ายเทมวลและพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมได้ (ระบบโดดเดี่ยว) ค่าโมเมนตัมรวมของวัตถุทั้งสองก่อนการชนจะเท่ากับค่าโมเมนตัมรวมทั้งหมดหลังการชน โดยโมเมนตัมที่วัตถุ 1 สูญเสียไป จะเท่ากับโมเมนตัมที่วัตถุ 2 ได้รับ

4. นักเรียนคิดว่า ข้อใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทความ
 - ก. สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งจะมากหรือน้อย ขึ้นกับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น ๆ
 - ข. การติดตัวของกระสุนปืนจากกระบอกปืนเกิดขึ้น โดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ
 - ค. การชนกันที่ไม่ยืดหยุ่นอย่างสมบูรณ์เกิดขึ้นเมื่อสูญเสียพลังงานจลน์สูงสุดของระบบ
 - ง. แรงกิริยาเท่ากับแรงปฏิกิริยาในทุกครั้งที่ลั่นไกปืน
5. ข้อใดเป็นข้อเท็จจริง
 - ก. พลังงานของระบบขณะยิงปืนออกไปมีค่าคงที่
 - ข. โมเมนตัมรวมของระบบสูญเสียพร้อมกับพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนไป
 - ค. ไม่สามารถอธิบายได้ว่าความเร็วของกระสุนปืนที่ยิงออกไปมีค่าเท่าใด
 - ง. กระสุนปืนจะพุ่งออกจากปากกระบอกปืนไปข้างหน้า ขณะที่กระบอกปืนจะเคลื่อนที่ถอยหลังในตรงกันข้ามกับทิศทางของกระสุนปืน
6. จากบทความดังกล่าว จะสามารถเกิดขึ้นในสถานการณ์ในข้อใด
 - ก. รถยนต์สองคันชนกันและเคลื่อนที่ติดกันไป
 - ข. ชาวประมงเดินอยู่บนเรือที่กำลังลอยน้ำ
 - ค. การระเบิดเป็นเสียงๆของลูกระเบิด
 - ง. ลูกเทนนิสถูกตีเข้ากำแพง
7. ข้อมูลใดมีความน่าเชื่อถือและใช้อ้างอิงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้
 - ก. มนุษย์หรือสัตว์ที่ถูกปืนยิง เกิดการบาดเจ็บ พิการ หรือแม้แต่เสียชีวิต
 - ข. หากเรายิงปืนออกไป จะรู้สึกเหมือนมีแรงสะท้อนกลับมา
 - ค. ปิ่นเป็นอาวุธที่ทรงประสิทธิภาพ
 - ง. ปิ่นอาศัยหลักการเผาไหม้ของดินปืน

จากการแข่งขันมินิมาราธอน 10 กิโลเมตร รุ่นอายุ 26-30 ปี ผลการแข่งขันดังในตาราง

นักวิ่ง	มวล(kg)	เวลาที่ใช้ (ชม.)
A	53	1.15
B	75	1.46
C	57	1.25
D	62	1.40
E	69	1.50

จงตอบคำถามข้อ 8-10

8. นักเรียนคิดว่าเหตุใดนักวิ่ง A จึงใช้เวลาในการวิ่งน้อยที่สุด
- มีปอดที่แข็งแรงและระบบหายใจที่คงที่
 - อายุน้อยจึงมีแรงวิ่งได้มากกว่านักวิ่งอายุมาก
 - นักวิ่งมีขาที่ยาวจึงได้เปรียบนักวิ่งคนอื่น
 - นักวิ่งมีน้ำหนักเบาจึงสามารถวิ่งได้รวดเร็ว
9. นักวิ่งคนใดที่สามารถวิ่งทำความเร็วเฉลี่ยได้น้อยที่สุด
- นักวิ่ง A
 - นักวิ่ง B
 - นักวิ่ง D
 - นักวิ่ง E
10. นักวิ่งคนใดมีโมเมนตัมมากที่สุด
- นักวิ่ง B
 - นักวิ่ง C
 - นักวิ่ง D
 - นักวิ่ง E
11. วัตถุหนึ่ง เมื่อระเบิดแตกออกเป็น 2 ส่วน จะพบดังข้อใด
- ทั้ง 2 ส่วนเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้าม ในบางครั้ง
 - ทั้ง 2 ส่วนมีพลังงานจลน์เท่ากันเสมอ
 - ทั้ง 2 ส่วนมีโมเมนตัมเท่ากันเสมอ
 - โมเมนตัมรวมของทั้ง 2 ส่วนต้องเท่ากับโมเมนตัมก่อนระเบิด
12. รถยนต์คันหนึ่งเร่งให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า ข้อใดกล่าวถูกต้อง
- พลังงานจลน์ของรถยนต์เพิ่มขึ้น 3 เท่า

- พลังงานจลน์ของรถยนต์เพิ่มขึ้น 9 เท่า
- โมเมนตัมของรถยนต์เพิ่มขึ้น 3 เท่า
- โมเมนตัมของรถยนต์เพิ่มขึ้น 9 เท่า

13. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- พื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงและเวลา เป็นการลของวัตถุ
- การลเป็นปริมาณอย่างเดียวกันกับพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนไป
- ความพยายามพุ่งไปข้างหน้าของวัตถุขึ้นอยู่กับมวลและความเร็ว
- ระเบิดแตกออกเป็นสามเสี่ยง แต่ละเสี่ยงกระเด็นไปคนละทิศ โมเมนตัมของระบบมีค่าไม่คงที่
- การอนุรักษ์โมเมนตัมคือโมเมนตัมไม่เปลี่ยนแปลงทั้งก่อนและหลังการชนหรือหลังการระเบิด

จากข้อความข้างต้นคำตอบที่ถูกต้องคือข้อใด

- ข้อ 1, 3 และ 5
- ข้อ 2, 4 และ 5
- ข้อ 3 และ 4
- ข้อ 1, 2 และ 3

14. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก โดยมีความเร็วลดลงมีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมหรือไม่อย่างไร
- ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม เพราะมวลไม่เปลี่ยน
 - มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ทิศทางไปทางทิศตะวันตก
 - มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ทิศทางไปทางทิศตะวันออก
 - ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม เพราะทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุไม่เปลี่ยน

20. รถทดลอง 2 คันมวลเท่ากัน วิ่งเข้าชนกันด้วยความเร็วเท่ากัน ภายหลังจากชนรถทั้งสองจะเคลื่อนที่อย่างไร โดยถือว่าการชนนี้เป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์
- ก. รถทดลองทั้ง 2 คัน ต่างหยุดนิ่ง
 - ข. รถทดลองทั้ง 2 คัน ต่างกระดอนด้วยความเร็วเท่ากัน
 - ค. รถทดลองหนึ่งหยุด อีกคันหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าเดิม
 - ง. รถทดลองทั้ง 2 คัน ต่างกระดอนกลับด้วยความเร็วลดลงครึ่งหนึ่งของความเร็วเดิม
21. รถราง A มีมวล m วิ่งไปบนรางในแนวระดับด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที เข้าชนรถราง B มวล $4m$ ซึ่งอยู่นิ่ง หลังชนวัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ระบบนี้มีการสูญเสียพลังงานไปกี่เปอร์เซ็นต์
- ก. 80 เปอร์เซ็นต์
 - ข. 85 เปอร์เซ็นต์
 - ค. 90 เปอร์เซ็นต์
 - ง. 100 เปอร์เซ็นต์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ศศิตา กองเป็ง
วัน เดือน ปี เกิด	13 กันยายน 2536
สถานที่เกิด	เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร พ.ศ. 2560
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	ครู

