



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา

การศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการดล ของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Developing Grade 10th Students' Problem Solving Skills by Using Problem Based
Learning in the Topic of Momentum and Impulse

นามผู้วิจัย นางสาวเกศฎาพร ดาหา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์เอกภูมิ จันทระจันดี, ประ.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิรศักดิ์ วงศ์เอกบุตร, ประ.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สืบสันทิ มทวิตยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการดล ของนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Developing Grade 10th Students' Problem Solving Skills by Using Problem Based
Learning in the Topic of Momentum and Impulse

โดย

นางสาวเกศฎาพร ดาหา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกษฎาพร ดาหา 2557: การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการคล ของ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชา
การศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์เอกภูมิ จันทระจันดี, ปร.ด. 211 หน้า

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการคล ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา
ของนักเรียน โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่
4 จำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา แบบบันทึกหลังการ
จัดการเรียนรู้ แบบฝึกหัดและอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ ทักษะการคิดแก้ปัญหาวิเคราะห์เนื้อหา
ตามตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา และจัดกลุ่มคำตอบเป็น 4 กลุ่ม คำนวนค่าความถี่และค่าร้อยละ
ของจำนวนคำตอบในแต่ละกลุ่มคำตอบทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับ
แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้การวิเคราะห์เนื้อหาจากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้
ของนักเรียน และแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิจัยพบว่า 1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะการคิด
แก้ปัญหาของนักเรียนได้ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะด้านการทำความเข้าใจ
ปัญหาและการเสนอวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี การดำเนินการตามแผนอยู่ใน
กลุ่มคำตอบระดับพอใช้และปรับปรุง และการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาอยู่ในกลุ่มคำ
ตอบระดับปรับปรุง หลังการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะด้านการทำความเข้าใจ
ปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหาและการดำเนินการตามแผนอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก
ส่วนการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี 2. แนวทางการจัดการ
เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการคล มีดังนี้ 1) ขึ้นกำหนดปัญหาและขึ้นทำ
ความเข้าใจปัญหา ครูควรใช้สื่อวีดิทัศน์ อินเทอร์เน็ต ภาพเหตุการณ์ ในการเสนอสถานการณ์ 2) ขึ้น
ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขึ้นสังเคราะห์ความรู้สรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ และ
ขึ้นนำเสนอและประเมินผลงาน ครูต้องดูแลให้คำแนะนำในการดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อ
แก้ปัญหาอย่างใกล้ชิด 3) ขึ้นทำความเข้าใจปัญหา ขึ้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขึ้นสังเคราะห์
ความรู้สรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ และขึ้นนำเสนอและประเมินผลงาน ครูต้อง
ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และ 4) การจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ขึ้น ครูต้องให้
นักเรียนทำกิจกรรมศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง อย่างอิสระเป็นกันเอง จัดสภาพแวดล้อมให้ส่งเสริม
การเรียนรู้และการคิดแก้ปัญหา

Katsadapond Daha 2014: Developing Grade 10th Students' Problem Solving Skills by Using Problem Based Learning in the Topic of Momentum and Impulse. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Mr. Ekgapoom Jantarakantee, Ph.D. 211 pages.

The objectives of this research were 1) to develop grade 10th students' problem solving skills before and after using Problem Based Learning and 2) to explore the learning process of Problem Based Learning in the Topic of Momentum and Impulse that affected the students' problem solving skills. This study was an action research. The research participants were 38 grade 10th students. The research instruments were problem solving skills test; teacher's journals; exercises; and students' learning journals. The problem solving skills in each component was analyzed by categorizing students' answers into four groups and calculating frequency and percentage in each group of the answers. For the learning process of Problem Based Learning in the topic of Momentum and Impulse was analyzed by content analysis and generating theme.

The results indicated that: 1. Problem Based Learning successfully develop students' problem solving skills. It was found that before learning most of the students were able to understand and suggest solutions at good level. The operating plan was at fair and poor level, whereas the checking results was at poor level. After using problem based learning, it found that most of the students were in understanding and suggesting solutions and operating plan at excellent level, while the checking results were at good level. 2. Suitable teaching techniques to the problem based learning process in the topic of Momentum and Impulse are as follows: 1) For the identifying and understanding teacher should provide alternative multimedia such as the Internet, sample pictures, etc.; 2) For the studying, synthesizing, concluding and evaluating teacher should provide students closely guidance; 3) For the understanding problems, studying, synthesizing, concluding and evaluating teacher should allow students to work in groups and let them share ideas; 4) For the six step teacher should allow students to independently study and moreover, provide learning environment encouraging students' problem solving skills.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาอย่างสูงยิ่งของผู้มีรายนาม ดังต่อไปนี้
ดร.เอกภูมิ จันทระันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรศักดิ์ วงศ์เอกบุตร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมาภรณ์ พิมพทอง ประธานการสอบ
ดร.ลือชา ลดาชาติ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษาแนะนำ รวมทั้ง
ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.พรชัย อินทร์ฉาย ดร.พงษ์ศักดิ์ ปัญญาจิรวุฒิ ดร.อภิษฐา
จันทระประเสริฐ และอาจารย์สุชาดา ศรีศกุน ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจ
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย และให้คำแนะนำจนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลผ่าน
ไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียนและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่
ให้คำปรึกษาแนะนำช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในเรื่องต่าง ๆ ตลอดจนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาที่
ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา และขอบคุณเพื่อน ๆ สาขา
วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาที่ศึกษาเรียนรู้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และขอบคุณทุกคนในครอบครัวที่ให้ความเอา
ใจใส่ กำลังใจ โอกาส และการช่วยเหลือตลอดมา คุณค่า และประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัย
ขอมอบแด่ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักอย่างยิ่ง รวมทั้งครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

เกษฎาพร ดาหา

กรกฎาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	7
ประโยชน์ที่ได้รับ	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	10
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	11
ทักษะการคิดแก้ปัญหา	35
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	53
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	56
รูปแบบการวิจัย	56
กลุ่มที่ศึกษา	58
การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	59
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	63
การเก็บรวบรวมข้อมูล	68
การวิเคราะห์ข้อมูล	71
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	76
ผลการวิจัยของคำถามวิจัยข้อที่ 1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	
ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการดล	
มีทักษะการคิดแก้ปัญหาเป็นอย่างไร	76
การอภิปรายผลการวิจัยของคำถามวิจัยข้อที่ 1	111

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ผลการวิจัยของคำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการดล ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีแนวทางอย่างไร	115
การอภิปรายผลการวิจัยของคำถามวิจัยข้อที่ 2	136
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	141
สรุปผลการวิจัย	142
ข้อเสนอแนะ	145
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	147
ภาคผนวก	160
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	161
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	163
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใน 6 ขั้นตอนของทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้	166
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	182
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบฝึกหัด	191
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	197
ภาคผนวก ช ตัวอย่างแบบประเมินเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา	200
ภาคผนวก ซ ตัวอย่างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	203
ภาคผนวก ฌ ตัวอย่างอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน	208
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	211

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รูปแบบการบันทึกสิ่งที่รู้เพิ่มเติมและแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหา	23
2	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งผลต่อทักษะการคิด แก้ปัญหา ตามรูปแบบการคิดแก้ปัญหาของโพลยา	55
3	ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน	60
4	จำนวนคาบที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	62
5	ทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำแนกตามตัวบ่งชี้	77
6	ทักษะด้านการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิด แก้ปัญหา	83
7	ทักษะด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิด แก้ปัญหา	90
8	ทักษะด้านการดำเนินการตามแผนของนักเรียนก่อนและหลังการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิด แก้ปัญหา	99

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	ทักษะด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา	108
10	แนวทางและวิธีการสอนที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการคล	115
11	ผลการวิเคราะห์อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการคลที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	117
12	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการจัดการเรียนรู้จากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนและเทคนิคหรือวิธีการที่ครูใช้ในการจัดการเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการคล	119
13	สรุปผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1-2	135
ตารางผนวกที่		
1	ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานใน 6 ขั้นตอนของ ทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้	167

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการปฏิบัติการในชั้นเรียน	57
2	การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย	70
3	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการ ดำเนินการตามแผนในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C)	95
4	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการ ดำเนินการตามแผน ในกลุ่มคำตอบระดับดี (B)	96
5	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการ ดำเนินการตามแผน ในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) ในสถานการณ์ที่ 1	98
6	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการ ดำเนินการตามแผน ในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) ในสถานการณ์ที่ 5	99
7	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการ ตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C)	105
8	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการ ตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาในกลุ่มคำตอบระดับดี (B)	106
9	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการ ตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A)	107

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิต ในปัจจุบันนี้นานาประเทศต่างมุ่งเน้นนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ บริการ นวัตกรรม และกระบวนการ เพื่อสร้างคุณค่าและมูลค่าเพิ่มให้กับประเทศของตน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ต้องวางแผนเตรียมคนให้สามารถเผชิญกับยุคสมัยแห่งการเปลี่ยนแปลงนี้ เพื่อการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สามารถช่วยพัฒนาประเทศให้ก้าวหน้าทัดเทียมนานาชาติ จึงจำเป็นต้องมีการปฏิรูปการเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมเยาวชนให้ก้าวทันต่อสถานการณ์และสภาพการเปลี่ยนแปลงของสังคมที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11(พ.ศ. 2555-2559) ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยเตรียมความพร้อมเหล่านี้ให้กับเยาวชน นั่นคือครูต้องมีทักษะในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นวิธีการสอนโดยให้นักเรียนเป็นสำคัญเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด เพื่อให้นักเรียนได้ทั้งกระบวนการเรียนรู้และองค์ความรู้ไปพร้อม ๆ กัน เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดตัดสินใจได้โดยใช้เหตุผลและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนมีทักษะในการดำรงชีวิต สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่เน้นพัฒนาคนให้มีคุณภาพ มีการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีวิถีคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานตรวจสอบได้ มีคุณธรรมจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญของการพัฒนาศักยภาพทางความคิดให้กับคนไทยดังปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา มาตราที่ 24 ว่าด้วยการจัดการเรียนรู้ ต้องมีทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ใช้ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้น กระบวนการศึกษาก็ควรจะมี

นโยบายเพื่อพัฒนาเยาวชนที่เข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมนักเรียนให้มีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ ทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสันติ และนโยบายนี้ได้ถูกนำไปกำหนดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) สำหรับหลักสูตรในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์นั้น มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ (กรมวิชาการ, 2551) นอกจากนี้การกำหนดมาตรฐานเพื่อการประเมินคุณภาพการศึกษา ในมาตราที่ 4 ได้ระบุว่า นักเรียนต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา [สมศ.], 2554)

การพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการคิดระดับสูง มีส่วนสำคัญที่ช่วยพัฒนาเศรษฐกิจและการแข่งขันกับนานาประเทศในศตวรรษที่ 21 นี้ นั่นคือเราทุกคนจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องมีทักษะการสื่อสาร การคิดเชิงวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา (Carlgren, 2013) จากการศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) พบว่า นักเรียนยังขาดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถพัฒนาวิธีคิดและวิเคราะห์แบบมีเหตุผล การคิดแก้ปัญหาดังกล่าวมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก ดังที่ Eberle and Stanish (1996 อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดแก้ปัญหา เป็นสิ่งสำคัญต่อการดำรงชีวิต ซึ่งจะต้องใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ผู้ที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาก็จะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมที่สับสนวุ่นวายได้อย่างเข้มแข็ง มั่นคง ทักษะการคิดแก้ปัญหาจึงเป็นการรู้จักคิด รู้จักใช้สมอง พัฒนาสติปัญญา และสามารถพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ค่านิยม ความรู้ ความเข้าใจในสภาพการณ์ของสังคมได้ดี ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยพัฒนาทักษะการคิด การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมหรือการจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ดีให้กับนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิด และแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือให้นักเรียนได้แสวงหา ค้นคว้า และสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเองจะสามารถพัฒนาสติปัญญาและความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (กรมวิชาการ, 2551) ก่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีความสุขโดยการสอดแทรกทักษะพื้นฐานที่สำคัญในการดำรงชีวิตสามารถสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาเข้าไปในเนื้อหาได้

ทักษะการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) เป็นทักษะในการวิเคราะห์ปัญหาแล้ว ทบทวนจากความจำ จากความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ จากนั้นเป็นการใช้ความคิดรวบรวม กฎเกณฑ์ วิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายซึ่งจะทำให้พบวิธีการใหม่ในการ แก้ปัญหา ในกระบวนการแก้ปัญหาอาจใช้วิธีทดลอง การแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนหรือเกิดจากการ หยั่งรู้หรือรวบรวมข้อมูล จนเกิดเป็นความสามารถในการสร้างกฎเกณฑ์หรือวิธีการใหม่ที่จะ สามารถนำมาใช้ได้อีกครั้งเมื่อพบเจอกับปัญหาอื่น ๆ การฝึกทักษะในการแก้ปัญหานั้นเกี่ยวข้องกับการ ฝึกให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน การหาความจริง การทดลอง การสืบเสาะ การตัดสินใจ และ ขจัด อุปสรรคบางประการต่อกระบวนการแก้ปัญหา (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544) ทั้งนี้เพราะบุคคล ที่ได้รับการพัฒนาทางด้านการคิดแก้ปัญหามีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ คิดเป็น ทำเป็น สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ รู้จักคิดใช้เหตุผล เน้นกระบวนการคิด รู้จักคิดวิเคราะห์ คิด สังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ ในการแสวงหาความรู้และรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้เนื้อหาวิชา กับสภาพปัญหาและประสบการณ์ในชีวิตจริงได้ (สสวท., 2550) ซึ่งผู้ที่มี ทักษะการคิดแก้ปัญหาย่อมสามารถดำเนินชีวิตไปตามจุดหมายปลายทางได้อย่างถูกต้อง ได้รับการ ยอมรับและเป็นที่เชื่อถือในสังคม (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทนา กะมณี (2552) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะ สามารถพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนแล้ว ยังช่วยให้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย

จากประสบการณ์การสอนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 และจากการสอบถามครูที่สอนในระดับชั้นนี้ เกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูล ได้ดังนี้ 1) จากการสังเกตการสอน ของตนเองพบว่ายังปฏิบัติการสอนแบบถ่ายโอนความรู้โดยการบรรยายเป็นหลัก ครูเป็นผู้สรุปเนื้อหา และแนวคิดสำคัญให้นักเรียน ทำให้นักเรียนไม่มีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นการสอนให้ นักเรียนท่องจำมากกว่าการสอนให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง นักเรียนส่วนใหญ่จึงเรียนวิชาฟิสิกส์แบบ ท่องจำสูตร ไม่สามารถอธิบายที่มาของสมการ และความรู้หรือยกตัวอย่างแนวคิดของเรื่องที่เรียนตาม ความเข้าใจของตนเองได้ ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าอะไรคือปัญหาจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ บอก ข้อมูลที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาไม่ชัดเจน ขาดทักษะการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ดำเนินการ แก้ปัญหาไม่เป็นระบบและไม่มีวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่เหมาะสมและถูกต้องได้ ซึ่งการสอนแบบ บรรยายนี้ไม่ได้เน้นให้นักเรียนได้พัฒนาด้านการคิดวิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็นและการ แสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้นักเรียนขาดคุณลักษณะช่างสงสัย และใฝ่หาคำตอบ ซึ่งเป็นการ เน้นการสอนหนังสือมากกว่าสอนคน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่จำเจ ได้ฝึกปฏิบัติ ฝึกคิด

น้อยกว่าการท่องเที่ยว (คณะอนุกรรมการปฏิรูปการศึกษา, 2543) ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนขาดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ 2) ธรรมชาติวิชาฟิสิกส์ เนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม เกิดความเข้าใจได้ยาก นักเรียนจึงเกิดความท้อแท้ในการเรียน รวมถึงบรรยากาศการเรียนที่ไม่เอื้อต่อการเรียนรู้ จึงเกิดทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ไม่อยากเรียนและไม่เห็นความสำคัญเท่าที่ควร โดยเฉพาะ เรื่อง โมเมนตัมและการคล ที่มีสมการจำนวนมากที่ต้องท่องจำ และยังต้องใช้ความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ค่อนข้างมากและนักเรียนส่วนใหญ่ลืมไปแล้ว ไม่อยากทบทวนความรู้ใหม่อีก จึงเกิดความเบื่อหน่ายในการคำนวณที่ค่อนข้างยากและไม่เข้าใจ และจากความรู้เรื่องโมเมนตัมและการคล นี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายเกี่ยวกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบตัว เช่น การเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ เหตุการณ์การชนหรือสิ่งของกระทบกัน อุบัติเหตุรถยนต์ที่เกิดจากการชนกันบนท้องถนน เป็นต้น ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่มักจะเกิดขึ้นและมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอยู่เสมอ ถ้านักเรียนมีความรู้เรื่องโมเมนตัมนี้ อาจจะช่วยให้ลดการเกิดอุบัติเหตุหรือนำความรู้ไปป้องกันอันตรายหรือนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นได้นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานของการเรียนด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่จะช่วยพัฒนาประเทศต่อไปได้ 3) เมื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองพบว่า ผู้วิจัยมักจะอธิบายและนำหัวข้อการทดลอง หัวข้อการเรียนรู้ พร้อมทั้งมีการอธิบายวิธีการทำการทดลองอย่างละเอียดก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นการสอนที่นักเรียนต้องทำตามขั้นตอนที่ครูอธิบายเพื่อให้ได้ผลการทดลองเท่านั้น ทำให้ นักเรียนขาดคุณสมบัติช่างสงสัยหรือใฝ่รู้ (วัลลิ ศัตยาชัย, 2547) เมื่อนักเรียนเคยชินต่อการทำตาม เชื่อฟัง จึงขาดความคล่องในการคิด ไม่สามารถเกิดความคิดสร้างสรรค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และไม่ได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง 4) จากการตรวจแบบทดสอบ และการทำแบบฝึกหัดวิชาฟิสิกส์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตอบคำถามที่เป็นโจทย์ปัญหาได้ ตอบคำถามไม่ตรงประเด็นและไม่สามารถดำเนินการ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบได้ บอกสาเหตุและข้อมูลของโจทย์ปัญหาไม่ชัดเจน และไม่มีทักษะการตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ของการแก้โจทย์ปัญหานั้นว่าสามารถได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือไม่อย่างไร 5) เมื่อสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทั้งในห้องเรียนและขณะทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น การนำเสนอหรือสื่อสารความรู้ที่ได้ ไม่สามารถจำแนกแยกแยะได้ว่าอะไรคือประเด็นปัญหาสำคัญหรือมีบทบาทในการเรียนรู้มากที่สุด รวมทั้งยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่าข้อมูลที่มีสามารถนำมาใช้แก้โจทย์ปัญหาได้โดยอาศัยหลักการใด ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้บ่งชี้ให้เห็นถึงลักษณะของผู้ที่ไม่มีทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหา คิดสังเคราะห์ รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มาวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหานั้น มีการนำความรู้ วิธีการแก้ปัญหาไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาดัง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2552) และ 5) ผลการประเมิน

คุณภาพภายนอกของสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานรอบ 3 (พ.ศ. 2554-2558) สำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) เกี่ยวกับมาตรฐานของนักเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยเฉพาะในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับต้องปรับปรุง รวมถึงนักเรียนมีคุณภาพด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตรอยู่ในระดับพอใช้ โรงเรียนควรวางแผนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และควรพัฒนาครูให้มีกระบวนการจัดการเรียนรู้และประสบการณ์เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถ จากข้อมูลดังกล่าวแสดงว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนไม่บรรลุตามจุดหมายของหลักสูตรและยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่ง ทิศนา ขัมมณี (2553) ได้ให้แนวคิดว่าการจัดการเรียนรู้ต้องอาศัยหลักการ เทคนิควิธีสอน และรูปแบบการเรียนการสอนที่หลากหลายควรส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะออกแบบวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องทักษะการคิดแก้ปัญหาทางไปในเรื่องนี้ให้กับนักเรียน โดยครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย เป็นแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรมรู้จักสังเกต พยายามหาข้อมูลที่ทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบสามารถกำหนดขั้นตอน วิธีการ และดำเนินการเพื่อหาคำตอบจากการเรียนรู้ และสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้แบบนี้จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาให้กับนักเรียนได้

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีทักษะการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (ปราณี หิบบแก้ว, 2552; เวียงสด วงศ์ชัย, 2553 และ จุไรรัตน์ สุริยงค์, 2551) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) นั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยจะเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และไม่ได้มีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น นักเรียนได้มีโอกาสทำงานเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ได้ร่วมกำหนดประเด็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำไปแก้ปัญหา จนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนำความรู้ใหม่ที่ได้สะท้อนให้เห็นถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ และประสิทธิผลที่เกิดจากการแก้ปัญหานั้น ครูจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำ ในกระบวนการเรียนรู้มากกว่าการให้ความรู้ (Hmelo-Silver, 2004) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหามากมายเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ ใช้กระบวนการทางความคิดที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อทำความเข้าใจปัญหา กำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ศึกษาค้นคว้า สังเคราะห์ความรู้ สรุปและประเมินค่าของคำตอบ (สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้, 2550) ด้วยวิธีการเรียนรู้

แบบนี้นักเรียนจึงมีโอกาสดำเนินการรวบรวมข้อมูลหรือค้นหาหลักฐานจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาและประเด็นการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการเรียนและได้ลงมือปฏิบัติ อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน นำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ตลอดเวลาเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาจนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นอิสระ ซึ่งเป็นการส่งเสริมและสร้างพื้นฐานให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาได้ รวมถึงสามารถปรับตัวให้เข้ากับสังคมโลกในอนาคตได้ดี

จากผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะช่วยแก้ปัญหาให้นักเรียนขาดทักษะการคิดแก้ปัญหาได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้มาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการดล ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน รวมทั้งส่งเสริมการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องโมเมนตัมและการดล มีทักษะการคิดแก้ปัญหาเป็นอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่องโมเมนตัมและการดล ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีแนวทางอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องโมเมนตัมและการดล
2. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องโมเมนตัมและการดล ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 1 ห้องเรียนมีนักเรียน 38 คน เป็นนักเรียนชาย 13 คน นักเรียนหญิง 25 คน
2. สิ่งที่ศึกษา คือ 1) ทักษะการคิดแก้ปัญหาที่ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา 4 ด้าน คือ ด้านการทำความเข้าใจปัญหา ด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ด้านการดำเนินการตามแผน และด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา และ 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. ระยะเวลาที่ศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม 2556 – เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557
4. เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เนื้อหาเรื่อง โมเมนตัมและการดล ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 โดยครอบคลุมแนวคิดเกี่ยวกับโมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม การดล กฎอนุรักษ์โมเมนตัม การชนใน 1 มิติ การระเบิด และการชนใน 2 มิติ โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 16 คาบ คาบละ 50 นาที

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหานี้จะเป็นทางเลือกสำหรับครูในการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียนในด้านการทำความเข้าใจปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา รวมทั้งส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เรียนและการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
2. ครูสามารถนำข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียนมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อเติมเต็มศักยภาพของนักเรียน

3. นักการศึกษาหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสามารถนำแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหานี้มาใช้ในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เรื่องโมเมนตัมและการคล ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการนำประสบการณ์ความรู้เดิมมาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางให้นักเรียนเกิดการคิดที่หลากหลาย เกิดความเชื่อมั่นในตนเองเมื่อเผชิญปัญหาหรืออุปสรรคมีการสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน จนสามารถหาความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเองและประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาที่ได้มีการสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา เป็นการจัดการเรียนรู้ ที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ขึ้น เพื่อการเรียนรู้ในครั้งหนึ่ง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ
2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนวิเคราะห์ ตั้งคำถามที่อยากรู้ ระบุประเด็นปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา บอกแนวทางและวิธีการค้นหาคำตอบ
3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องกำหนดสิ่งที่จะต้องเรียนจากประเด็นปัญหา นักเรียนแบ่งภาระงาน ลำดับการทำงาน กำหนดเป้าหมายการทำงาน ตั้งประเด็นการเรียนรู้เพื่อศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีที่หลากหลาย
4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องรวบรวมข้อมูลและนำความรู้จากการศึกษาค้นคว้า มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่ม วิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมเพื่อคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดมาแก้ปัญหาย่างสมเหตุสมผล อภิปรายสรุปผลจากวิธีการแก้ปัญหามาสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหามากน้อยเพียงใด

5. ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาประมวลสร้างเป็นองค์ความรู้ ประเมินประสิทธิภาพ คุณภาพการ ปฏิบัติงานกลุ่ม ประเมินตนเองทั้งด้านความรู้และกระบวนการกลุ่ม ความพึงพอใจ และเลือกวิธีการ และรูปแบบการนำเสนอผลงานที่น่าสนใจ

6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้มาจัด ระดับองค์ความรู้และนำเสนอผลการปฏิบัติงานในรูปแบบที่หลากหลายต่อเพื่อน ครูผู้สอน ผู้ที่สนใจ และร่วมกันประเมินผลงานนั้น

ทักษะการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) เป็นทักษะที่แสดงถึงความสามารถใน การคิดพิจารณาไตร่ตรองวิเคราะห์เข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของปัญหา นำประสบ การณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ แล้ว ตัดสินใจเลือกแนวทางที่ดีที่สุด เหมาะสมกับปัญหาในแต่ละสถานการณ์ และพยายามแก้ปัญหา ให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้อย่างมีขั้นตอน ซึ่งครอบคลุมความสามารถของนักเรียน 4 ด้าน ดังนี้ (Polya, 1957 อ้างใน ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวังนัง, 2546)

1. ด้านการทำความเข้าใจปัญหา (See) เป็นความสามารถที่แยกแยะได้ว่า อะไรคือปัญหา ต้องค้นหาอะไร มีข้อมูลอะไรบ้าง เพียงพอหรือไม่

2. ด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Plan) เป็นความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ และพิจารณาว่าสิ่งใดที่มีความจำเป็นในการนำไปแก้ปัญหา เพื่อสะดวกในการลำดับขั้นตอน และ วางแผนว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา และต้องค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมอีกหรือไม่

3. ด้านการดำเนินการตามแผน (do) เป็นความสามารถในการดำเนินการตามขั้นตอนของแผน รวมถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วย ถ้าแผนดังกล่าวไม่ประสบความสำเร็จ อาจจะต้องนำไปปรับปรุงบางส่วน รวมถึงการค้นพบวิธีใหม่

4. ด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา (Check) เป็นความสามารถในการ ตรวจสอบว่า สามารถหาคำตอบให้กับเงื่อนไขปัญหาหรือสถานการณ์ที่ให้มาทั้งหมดหรือไม่ เพื่อให้แน่ใจว่าแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนต์และการคล ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

1.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.3 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.4 ลักษณะและหลักการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.7 การเตรียมปัญหาและการสร้างโจทย์ปัญหา

2. ทักษะการคิดแก้ปัญหา

2.1 ความหมายของการคิดแก้ปัญหา

2.2 ทักษะกระบวนการในการคิดแก้ปัญหา

2.3 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหา

2.5 ลักษณะและประเภทของปัญหา

2.6 แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีรากฐานความคิดมาจากจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) นักการศึกษาชาวอเมริกันซึ่งเป็นผู้คิดค้นการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา แล้วจะทำให้เกิดแรงจูงใจและพึงพอใจในการเรียน ในปี ค.ศ.1960 ได้มีผู้ทดลองใช้วิธีการเรียนรู้ที่ให้โจทย์ตัวอย่างก่อนการเรียนทฤษฎี แล้วใช้โจทย์นั้นเป็นตัวนำไปสู่การเรียนรู้ทฤษฎี ซึ่งพบว่าสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าหรือเท่ากับวิธีการเรียนทฤษฎีก่อน ดังนั้นจากแนวคิดของดิวอี้ จึงนำไปสู่การสอนรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน (วัลลิ์ สัตยาศัย, 2547)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการพัฒนาขึ้นในปลายปี ค.ศ. 1960 โดยเริ่มใช้เป็นครั้งแรกในมหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster) ประเทศแคนาดาในสาขาแพทยศาสตร์ โดย Howards Barrows แพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางอายุรศาสตร์ระบบประสาทและเพื่อนร่วมงาน (Neville, 2009) ได้พบว่า คุณภาพของนักเรียนแพทย์ตกต่ำลง ซึ่งเกิดจากการเรียนที่อยู่บนพื้นฐานของการสอนแบบบรรยายเนื้อหาแล้วจดจำเป็นส่วนใหญ่ มีการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงในด้านวิชาชีพน้อยมาก และไม่ได้สอนทักษะที่สำคัญและจำเป็นต่อวิชาชีพ เช่น การแก้ปัญหา ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ต่อมาในปี 1969 ได้พัฒนาหลักสูตรแพทย์ (medical curriculum) แนวใหม่ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ได้รับการพัฒนาเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนมองเห็นความเกี่ยวข้องของการเรียนรู้ที่จะมีบทบาทสำคัญในอนาคต สนับสนุนให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และเพื่อแสดงให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของความรับผิดชอบต่อทัศนคติและวิชาชีพ (Barrows, 1996) และนำมาใช้ในกระบวนการคิดให้กับนักเรียนแพทย์ฝึกหัดในมหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster) ต่อมามหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกาได้นำไปพัฒนาใช้โดยเริ่มจากสาขาแพทย์ก่อน ในปี 1974 ได้มีการนำหลักสูตรการใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ในยุโรปเป็นครั้งแรกในมหาวิทยาลัย Maastricht Medical School (Yürüker MME, 2011)

และได้รับการยอมรับนำไปใช้กับโปรแกรมโรงเรียนแพทย์และสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง ปัจจุบันได้มีการนำไปใช้กับการเรียนการสอนระดับปริญญาตรีในสาขาอื่น ๆ เช่น คณิตศาสตร์ กฎหมาย การศึกษา เศรษฐกิจ ธุรกิจ สังคมศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น (Gasser and Kenneth, 2011) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้รับแรงบันดาลใจจากการรับรู้ถึงความล้มเหลวในการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม และการเข้าใจวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนร่วมกันการสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา รวมถึงสามารถแก้ไขปัญหาในรูปแบบที่แตกต่างกันด้วยวิธีที่หลากหลาย และได้กลายเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งทั้งในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา

สำหรับประเทศไทยได้มีการนำแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ครั้งแรกในหลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิตที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปี พ.ศ. 2531 และมีการนำไปประยุกต์ใช้ในหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิตและพยาบาลศาสตรบัณฑิตของสถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษาอื่น ๆ (วัลลิ สัตยาศัย, 2547)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ต้องการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และทฤษฎีของคอนสตรัคติวิซึม ซึ่งการจัดการเรียนรู้สามารถนำทฤษฎีของคอนสตรัคติวิซึมมาใช้ในกระบวนการสอนที่เน้นการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการได้รับการสนับสนุน คำแนะนำจากครูผู้สอนอย่างเป็นกันเอง (Schmidt *et al.*, 2007) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมมีความสอดคล้องกัน ดังนี้

คอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) เป็นแนวคิดที่อธิบายถึงการเรียนรู้ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ความรู้เดิมของนักเรียน การเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับบริบททางสังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมเท่านั้น ปัญหาจะเป็นสิ่งที่ท้าทายให้เกิดการเรียนรู้ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การเชื่อมโยงความรู้เดิม สร้างสรรค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง เพื่อนำมาแก้ปัญหาที่พบ การให้คำปรึกษา ระหว่างการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญ และจะเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นถ้ามีบรรยากาศของการทำงานและปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างนักเรียนและได้เห็นปัญหาในลักษณะรูปธรรมตามสถานการณ์จริง ซึ่งคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) มีรากฐานจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ (Piaget) และ

วีก็อตสกี (Vygotsky) ซึ่ง เพียเจต์ ได้อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่า ทุกคนจะมีการพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะ และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วน วีก็อตสกี (Vygotsky) ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคม วีก็อตสกี ได้อธิบายว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น (ทิสนา แคมณี, 2553) ซึ่ง Hmelo and Evenson (2000) ได้สนับสนุนว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีนี้ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับสติปัญญาใหม่ และนอกจากนี้ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมอีกทฤษฎีหนึ่งคือ การเรียนด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ ซึ่งเชื่อว่าการเรียนที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเมื่อนักเรียนเผชิญกับปัญหาทำให้นักเรียนขัดแย้งทางปัญญาและผลักดันให้นักเรียนไปแสวงหาความรู้และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหาเป็นความรู้ที่เพิ่มอย่างมีความหมาย ดังที่ Zimmerman and Lebeau (2000) ที่มีแนวคิดสนับสนุนว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นพื้นฐานเป็นการผสมระหว่างการเรียนรู้แบบค้นพบและการเรียนด้วยความร่วมมือ

ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ พบว่า ได้มีผู้พยายามให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้หลากหลาย มีความแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ ความเหมาะสมที่นำไปใช้ ดังนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึม โดยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบท (context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาไปพร้อมกันด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไข

ปัญหาเป็นหลัก (มัทธรา ธรรมบุศย์, 2545) ซึ่ง ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) Woods (1991) และ Barrows (1996) ได้ให้ความหมายที่คล้ายคลึงกันว่า การจัดการกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้น โดยที่ปัญหานั้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และแสวงหาความรู้เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาและค้นพบคำตอบหรือเพื่อให้เกิดความเข้าใจในรายละเอียดของปัญหานั้นด้วยตนเอง และนักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ นักการศึกษาบางกลุ่มยังมองการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหา และเรียนรู้จากการแก้ปัญหาซึ่งไม่ได้มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว อาศัยกระบวนการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อศึกษาค้นคว้าหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ติดตามและดูแลเกี่ยวกับการดำเนินการของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Schmidt *et al.*, 2011 และ Hmelo-Silver, 2004) จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะเกี่ยวข้องกับการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ครูอาจนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนได้มีการตัดสินใจที่ดี มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาาร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น มีความใฝ่รู้ มีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตเพื่อจะสามารถก้าวทันกับสภาพการเปลี่ยนแปลงของโลกวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเรียนรู้ และครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา (Duch *et al.*, 2001 และ ทิศนา แยมมณี, 2553) นอกจากนี้ สุปรียา วงษ์ตระหง่าน (2546) วลดี สัตยาศัย (2547) และ Savin-Baden (2000) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนหรือไม่ได้เตรียมตัวล่วงหน้าเกี่ยวกับปัญหานั้นมาก่อน มาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้ความเข้าใจ ทักษะและเจตคติ ด้วยวิธีต่าง ๆ จากแหล่งวิทยาการที่หลากหลาย เป็นการรวบรวมข้อมูลการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์นั้น ๆ เป็นกระบวนการทางการศึกษาที่ออกแบบอย่างเหมาะสม แต่ควรให้โอกาสนักเรียนในการฝึกวิเคราะห์ใช้เหตุผลอย่างต่อเนื่อง และสร้างโครงความคิดของนักเรียนอย่างมีแบบแผน

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังที่ได้กล่าวมานี้สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการที่ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นอย่างเป็นเหตุเป็นผล แสวงหาความรู้อย่างอิสระ แนวทางที่จะนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหานั้น สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองรวมถึงการตรวจสอบผลลัพธ์

จากการแก้ปัญหา ครูจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวก เป็นกันเอง และจัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดและดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลักษณะและหลักการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการตีความของนักการศึกษาต่าง ๆ เกี่ยวกับความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังที่กล่าวไปแล้ว ทำให้มีหลักการหรือลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่หลากหลายรูปแบบซึ่ง Hmelo-Silver (2004) และ Schmidt (1993) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้ 1) ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ 2) การเรียนเป็นกลุ่มย่อย 3) ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำในระหว่างการเรียนรู้ 4) กระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและใช้กระบวนการคิด 5) นักเรียนจะต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง เริ่มที่ตัวนักเรียนเป็นผู้กำหนดการเรียนรู้ 6) ให้อำนาจกับนักเรียนในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Savin-Baden (2000) ที่กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้ 1) เป็นการเรียนรู้บนพื้นฐานของประสบการณ์ ความรู้เดิมของนักเรียน 2) นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) บูรณาการความรู้และบูรณาการกระบวนการต่าง ๆ 4) ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำในระหว่างการเรียนรู้ 5) นักเรียนประเมินผลการแก้ปัญหาด้วยตนเองและประเมินเพื่อน และ 6) นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและผู้อื่นในการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และในเรื่องเดียวกันนี้ ได้มีผู้กล่าวถึงลักษณะในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ซึ่งมีทั้งส่วนที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกันบ้าง ดังต่อไปนี้

Barrows (1996) และ มัณฑรา ธรรมบุษย์ (2545) ได้กำหนดรูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ใกล้เคียงกันดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง
2. การเรียนรู้เกิดขึ้นในกลุ่มนักเรียนที่มีขนาดเล็กกลุ่มละประมาณ 5-8 คน
3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) หรือเป็นผู้ชี้แนะ (guide) แนวทางมากกว่าการบรรยายความรู้

4. รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้
5. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการทางความคิด
6. นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง (self-directed learning)
7. ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือแก้ไขปัญหาก็ได้หลายทาง (ill-structured problem)
8. ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ (authentic assessment)

ในขณะที่ วัลลี สัตยาศัย (2547) และ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งคล้ายคลึงกันสรุปได้ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นได้ในชีวิตจริงของนักเรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง
3. นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) นักเรียนเป็นผู้รับผิดชอบในการเรียนรู้ โดยเป็นผู้สร้างเป้าหมาย วัตถุประสงค์ ค้นคว้าจากแหล่งความรู้ แสวงหาคำตอบด้วยตนเอง และเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม ดังนั้นนักเรียนจึงต้องวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นวิธีที่นำไปสู่การเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต
4. นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นคว้าหาความรู้ สืบค้นข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการส่ง

สารข้อมูล เรียนรู้ที่จะอยู่และทำงานร่วมกับผู้อื่น ขอมรับในความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกจัดระบบตนเอง เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่ม ความรู้และคำตอบที่ได้มีความหลากหลาย โดยผ่านการวิเคราะห์ สังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกันระหว่างนักเรียน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นนอกจากจัดการเรียนเป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้นักเรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้นักเรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

5. การเรียนรู้มีลักษณะบูรณาการความรู้ และบูรณาการกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระชับชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ในห้องเรียนกับสิ่งที่ต้องประสบในชีวิตจริง

6. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเท่านั้น

7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริงโดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานความก้าวหน้าของนักเรียน

นอกจากนี้ ทิศนา แหมมณี (2552) ยังได้เสนอตัวบ่งชี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ 10 ประการดังนี้

1. ครูและนักเรียนมีการร่วมมือกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความต้องการของนักเรียน

2. ครูและนักเรียนมีการออกไปเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาจริงหรือครูมีการจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา

3. ครูและนักเรียนมีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา

4. นักเรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหาาร่วมกัน

5. ครูมีการให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการแสวงหาแหล่งข้อมูลการศึกษาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

6. นักเรียนมีการศึกษาค้นคว้าและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
7. ครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม
8. นักเรียนมีการลงมือแก้ปัญหารวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและประเมินผล
9. ครูมีการติดตามการปฏิบัติงานของนักเรียนและให้คำปรึกษา
10. ครูมีการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งทางด้านผลงาน และกระบวนการ

ดังที่ได้กล่าวมา การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นมีอยู่หลายลักษณะและหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนว่าสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในลักษณะและรูปแบบใดมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของตนเอง จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละลักษณะนั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถทางด้านการคิดของนักเรียนได้ ดังเช่น งานวิจัยของ เบญจวรรณ อ่วมมณี (2549) ที่นำหลักการการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ 3 ประการ คือ 1) การเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ 2) การเรียนรู้โดยใช้วิธีการกลุ่มย่อย และ 3) ครูต้องคอยดูแลให้การสนับสนุนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการอภิปรายกลุ่มย่อย และพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในหลักการนี้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ จุไรรัตน์ สุริยงค์ (2551) ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยได้จัดกิจกรรมมีลักษณะดังนี้ 1) การเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง 2) นักเรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และ 3) ครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและสนับสนุนการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ นอกจากนี้ ปราณี หีบแก้ว (2552) ได้ศึกษาทักษะในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งได้นำหลักการในการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ดังนี้ เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ มีการแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มย่อย นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ครูให้การดูแลอย่างใกล้ชิด มีการ

เสริมแรงในระหว่างเรียน นักเรียนและครูประเมินผลการปฏิบัติงาน พบว่าการจัดการเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าวสามารถพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะและหลักการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ สามารถกล่าวได้ว่า การที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในลักษณะและหลักการใดไปใช้นั้น ก็ควรจะพิจารณาให้เหมาะสมกับบริบทในการจัดการเรียนรู้ของตนเอง อันได้แก่ ธรรมชาติของนักเรียน บรรยากาศแวดล้อมสถานศึกษา ลักษณะของเนื้อหาที่ใช้สอน ฯลฯ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในลักษณะ ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ นักเรียนใช้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 5-6 คน นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ครูคอยให้คำแนะนำเพื่อให้ นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงนักเรียนได้มีโอกาสประเมินผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ และนำคำชี้แนะไปปรับปรุงการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น แต่ทั้งนี้ลักษณะในการจัดการเรียนรู้นั้นต้องขึ้นอยู่กับศักยภาพของนักเรียน บางกิจกรรมนักเรียนอาจต้องการชี้แนะแนวทาง บางกิจกรรมนักเรียนอาจจะสามารถคิดและวางแผนการค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาความหมายของนักการศึกษาต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ว่าเป็นกระบวนการที่ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นอย่างเป็นเหตุเป็นผล แสวงหาความรู้อย่างอิสระใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหา สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง รวมถึงการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวกในระหว่างการเรียนรู้ทำให้มีการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้หลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้

Barrows (1985) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา

2. แก้ปัญหาด้วยเหตุผล
3. ค้นคว้าความต้องการการเรียนรู้ด้วยกระบวนการปฏิสัมพันธ์
4. ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
5. นำความรู้ที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหา
6. สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการแก้ปัญหา

Savin-Baden (2000) กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. สำรวจปัญหาจากบริบทที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้โดยใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์ มาวิเคราะห์ ทำความเข้าใจกับปัญหา
2. สำรวจความรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติ การวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา หา ข้อมูลจากบริบทที่มีอยู่
3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล
4. สรุปองค์ความรู้ และนำเสนอผลการปฏิบัติงานเพื่อประเมินผลการดำเนินการ แก้ปัญหา

Duch (1995) กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. นำเสนอด้วยปัญหา ปัญหานั้นอาจมาจากกรณีต่าง ๆ เช่น ตัวอย่างสถานการณ์ งานวิจัย การทดลอง วิดีโอเทปรายงาน เป็นต้น นักเรียนจะได้ร่วมกันศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล รวบรวม แนวความคิดความรู้เดิมที่เกี่ยวกับปัญหานั้น

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อสร้างประเด็นการเรียนรู้ และบันทึกข้อมูลเพื่อกำหนดสิ่งที่รู้และจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล และกำหนดว่าสิ่งใดที่ยังไม่รู้ มีคำถามใดที่ควรหาความรู้เพิ่มเติม

3. นักเรียนจัดลำดับความสำคัญของประเด็นการเรียนรู้ซึ่งมาจากการประเด็นปัญหาหรือประเด็นคำถาม และให้นักเรียนแบ่งภาระหน้าที่กับสมาชิกในกลุ่ม ครูให้คอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดำเนินการในการแก้ปัญหาและข้อมูลใหม่ ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา

4. สรุปความรู้ที่ได้หลังจากที่มีการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม โดยนำความรู้ใหม่ที่ได้มารวบรวมและบูรณาการกับความรู้เดิมที่มีอยู่ นำไปใช้แก้ปัญหา และสรุปความรู้ที่ได้เป็นองค์ความรู้ใหม่จากการแก้ปัญหา หากนักเรียนพบว่ากระบวนการเรียนรู้ไม่ประสบผลสำเร็จ อาจจะต้องมีการกำหนดประเด็นปัญหาใหม่และหาข้อมูลเพิ่มเติมจนกว่าจะแก้ปัญหานั้นได้

Kreger (2011) เสนอขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามี 6 ขั้นตอนดังนี้

1. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้แก่ นักเรียน โดยเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยพบหรือไม่มีความรู้จากปัญหานี้มาก่อน ซึ่งนักเรียนมีการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น ได้เรียนรู้แนวคิดใหม่ หลักการหรือทักษะที่ใช้ในขั้นตอนการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลจากสมาชิกในกลุ่มและเขียนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหว่า นักเรียนรู้อะไรบ้างจากปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจรวมถึงข้อมูลความรู้เดิมของนักเรียนที่จะเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาได้

3. วิเคราะห์ปัญหาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ รวมถึงแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา

4. เขียนสิ่งที่ต้องการศึกษาจากปัญหาที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่ได้เพียงพอหรือไม่ นักเรียนต้องการรู้อะไร ซึ่งคำถามเหล่านี้จะเป็นแนวทางในการค้นหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น ห้องสมุด การค้นหาที่อยู่นอกห้องเรียน เป็นต้น

5. เขียนสิ่งที่ต้องการกระทำที่เป็นไปได้ เช่น การคาดคะเนคำตอบหรือตั้งสมมติฐาน และเขียนขั้นตอนการดำเนินการในการหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานนั้น

6. นำเสนอและสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องนำเสนอเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ข้อมูลที่รวบรวมได้ การดำเนินการเพื่อแก้ปัญหา และข้อเสนอแนะที่พบจากการแก้ปัญหานั้น

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-based Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp and Sage, 1998; citing Illinois Problem-Based Learning Network, 1996) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม มีจุดมุ่งหมายเพื่อเตรียมนักเรียนมีความพร้อมในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยพิจารณาจากอายุ ความสนใจ ประสบการณ์เดิมของนักเรียน ในการเตรียมความพร้อมนี้จะให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนซึ่งต้องตระหนักว่าการเตรียมความพร้อมไม่ใช่การสอนเนื้อหาก่อนเพราะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแตกต่างจากการเรียนรู้แบบอื่นตรงที่ความรู้หรือทักษะที่นักเรียนได้รับนั้นมาจากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นพบกับปัญหา มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนกำหนดบทบาทของตนเองในการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา ซึ่งครูอาจจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายและเสนอความคิดเห็นเพื่อมองเห็นความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นนิยามว่า มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้วิเคราะห์สิ่งที่ตนรู้ อะไรที่จำเป็นต้องรู้ และแนวคิดอะไรที่ได้จากการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนได้พิจารณาถึงความรู้เดิมที่ตนเองมีและให้นักเรียนพร้อมที่จะรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและพร้อมที่จะสำรวจค้นคว้าหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา โดยครูจะให้นักเรียนได้กำหนดความรู้เดิมของตนเอง สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมพร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลสำหรับค้นคว้าและแนวคิดในการแก้ปัญหาโดยเขียนลงตารางอย่างสัมพันธ์กันทั้ง 3 สดมภ์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบการบันทึกสิ่งที่รู้เพิ่มเติมและแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหา

สิ่งที่รู้	สิ่งที่ต้องรู้	แนวคิด
ขั้นที่ 4 ขั้นกำหนดปัญหา มีจุดมุ่งหมายเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนกำหนดปัญหาและกำหนดเงื่อนไขที่ขัดแย้งซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหา		
ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลและเสนอข้อมูล นักเรียนจะช่วยกันค้นคว้าข้อมูลที่จำเป็น ต้องรู้จากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้ แล้วนำมาเสนอต่อกลุ่ม จุดมุ่งหมายประการแรกเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนรู้จักวางแผนและดำเนินการรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพพร้อมทั้งนำเสนอข้อมูลนั้นต่อกลุ่ม ประการที่สองเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจว่าข้อมูลใหม่ที่ค้นคว้ามาทำให้เข้าใจปัญหาอย่างไร และจะประเมินข้อมูลใหม่เหล่านั้นว่าสามารถช่วยเหลือให้เข้าใจปัญหาได้อย่างไรด้วย ประการที่สามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทางการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน		
ขั้นที่ 6 ขั้นการหาคำตอบ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ามากับปัญหาที่กำหนดไว้แล้วแก้ปัญหาบนพื้นฐานของข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้ เนื่องจากปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้มีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังนั้นนักเรียนจะต้องค้นหาคำตอบที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด		
ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมินค่าของคำตอบ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนทำการประเมินค่าข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้และผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละปัญหาว่าทำให้เรียนรู้อะไร ซึ่งนักเรียนจะแสดงเหตุผลและร่วมกันอภิปรายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้เป็นพื้นฐาน		
ขั้นที่ 8 ขั้นการแสดงคำตอบและการประเมินผลงาน มีจุดมุ่งหมายเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ได้ความรู้มาอย่างไร และทำไมความรู้นั้นถึงสำคัญนักเรียนจะเสนอผลงานออกมาที่แสดงถึงกระบวนการเรียนตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหาซึ่งเป็นการประเมินผลงานของตนเองและกลุ่มไปด้วย		

ขั้นที่ 9 ขั้นตรวจสอบปัญหาเพื่อขยายการเรียนรู้ ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ต่อไป นักเรียนจะพิจารณาจากปัญหาที่ได้ดำเนินการไปแล้วว่ามีประเด็นอะไรที่ตนสนใจอยากเรียนรู้อีก เพราะในขณะดำเนินการเรียนรู้ นักเรียนอาจจะมีสิ่งที่อยากรู้ นอกจากที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

จากขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 9 การดำเนินการเรียนรู้จะดำเนินเป็นวงจร หากขั้นใดมีข้อสงสัยก็ย้อนกลับไปยังขั้นก่อนหน้านั้นได้ และเมื่อจบการเรียนรู้จากปัญหาหนึ่ง ๆ แล้วจะกำหนดปัญหาใหม่ของการเรียนรู้จากขั้นที่ 9 ที่นักเรียนมีความต้องการเรียนรู้และในแต่ละขั้นจะประกอบด้วยการประเมินผลการเรียนรู้ไปพร้อมด้วย

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่ปัญหาที่นักเรียนอยากรู้หรืออยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ
2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้
3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีที่หลากหลาย
4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด
5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

6. ชื่นนำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระดับองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลายนักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังกล่าวข้างต้น พบว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ทั้ง 6 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ และชื่นนำเสนอและประเมินผลงาน โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องนำเสนอประเด็นปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ สอดคล้องและเหมาะสำหรับการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์โดยนำสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเหมาะสมกับบทเรียนมาใช้ และในการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์นั้น เป็นการบูรณาการความรู้ระหว่างกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน รวมถึงสอดคล้องกับบริบทต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ การนำเสนอผลงาน การสื่อสารความรู้ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และความต้องการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ที่นักเรียนควรได้รับการพัฒนาอย่างมาก รวมถึงในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้นี้จะส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งในด้านการทำความเข้าใจปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา ซึ่งเกิดจากการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 และจะนำกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้ ผู้วิจัยจึงได้ยึดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยในครั้งนี้ โดยใช้ในการเขียนแผนจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการดล ทั้ง 8 แผน

บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

บทบาทของครู

บทบาทของครูที่สำคัญที่ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ที่ได้นั้นมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาจนสามารถประสบผลสำเร็จในการดำเนินงาน ครูจึงมีบทบาทแตกต่างไปจากการสอนแบบบรรยายโดยเปลี่ยนบทบาทจากการเป็น

ผู้บรรยายความรู้ให้นักเรียนเป็นเพียงผู้สนับสนุน ส่งเสริม อำนวยความสะดวก ชี้แนะทางอ้อมที่ทำให้ให้นักเรียนรู้สึกว่าเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองจริง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด มีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการกลุ่มของสมาชิกทุกคน ตลอดจนตรวจสอบผลจากการเรียนรู้ (Schmidt *et al.*, 2011) นอกจากนี้ มัณทรา ธรรมบุศย์ (2545) ทิศนา แจมมณี (2552) Hmelo-Silver (2004) Schmidt (1993) และ Savin-Baden (2000) กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ว่า ครูทำหน้าที่สร้างสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นผู้แนะแนวทาง สนับสนุน และอำนวยความสะดวกให้นักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในเรื่องเดียวกันนี้ วลิตี สัตยาชัย (2547) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูว่ามีอยู่ 2 ประการใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

1. บทบาทของครูในการกระตุ้นและสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ (facilitator) โดยการกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในกระบวนการกลุ่มย่อยในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีดังต่อไปนี้

1.1 พยายามใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดใคร่ครวญและไตร่ตรองโดยแยกคายตลอดเวลาของการเรียนการสอน ไม่ทำตัวเป็นผู้ป้อนข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ให้นักเรียนโดยตรงหลีกเลี่ยง การให้ความเห็นต่อการอภิปรายของนักเรียนว่าผิดหรือถูก

1.2 ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้โดยผ่านขั้นตอนของการเรียนรู้ทีละขั้นตอนโดยไม่เรียนลัด

1.3 ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องราวที่เรียนได้อย่างลึกซึ้ง และสามารถดึงความรู้หรือความคิดที่ซ่อนอยู่ในใจของนักเรียนออกมาได้

1.4 กระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายโต้ตอบ วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความเห็นระหว่างกันและกันโดยครูจะต้องไม่ทำตัวเป็นศูนย์กลางของการโต้ตอบ

1.5 การตัดสินใจใด ๆ ต้องเป็นการตัดสินใจร่วมของกลุ่มต้องช่วยให้ทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมของกลุ่ม

1.6 ช่วยปรับเปลี่ยนสภาพการเรียนการสอนไม่ให้นักเรียนเกิดการเบื่อหน่ายเมื่อพบปัญหาที่ยากเกินไปหรือเกิดการท้อแท้หมดกำลังใจเมื่อปัญหายากเกินไป

1.7 ต้องดูแลความก้าวหน้าของนักเรียนทุกคนในกลุ่ม พยายามทำให้นักเรียนรู้จักประเมินตนเองและพยายามให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันเองเป็นส่วนใหญ่เมื่อมีปัญหาในการเรียนรู้เกิดขึ้น

1.8 ทำความรู้จักกับกลุ่มเป็นอย่างดี เมื่อเกิดปัญหาพฤติกรรมกลุ่มทำงานไม่ก้าวหน้าและการเรียนรู้ไม่ดีขึ้น ครูต้องทราบและต้องพยายามทำให้เกิดการแก้ไขโดยทำให้กลุ่มได้ตระหนักถึงปัญหาด้วยความสามารถของกลุ่มเอง

2. บทบาทของครูในการประเมินผล (evaluator) ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูจะมีบทบาทในการประเมินผลที่สำคัญ 2 บทบาท ดังนี้

2.1 การประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนเป็นระยะตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Formative Evaluation) ครูต้องทำหน้าที่ในการประเมินเพื่อหาข้อมูลว่า นักเรียนมีความสามารถและมีจุดอ่อนในการเรียนรู้อย่างไรบ้าง เพื่อจะได้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นระยะ นั่นคือการประเมินกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะถ้าไม่มีการประเมินและการให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าวประสิทธิภาพของการเรียนรู้ทั้งด้านการแก้ปัญหาและการจดจำอย่างเป็นระบบจะลดลงเป็นอย่างมาก

2.2 ประเมินเพื่อตัดสินผล (Summative Evaluation) เมื่อสิ้นสุดแต่ละหน่วยการเรียนรู้หรือแต่ละภาคการศึกษา ครูจะทำหน้าที่ในการตัดสินใจว่านักเรียนได้เรียนรู้ถึงระดับมาตรฐานที่สมควรผ่านไปเรียนหน่วยอื่น หรือเลื่อนไปเรียนในปีถัดไปหรือไม่

สรุปได้ว่าบทบาทของครู ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ครูควรเป็นผู้ออกแบบเนื้อหาการเรียนรู้ และจัดสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายนักเรียน เปลี่ยนจากการบรรยายเป็นการพัฒนาวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายและเพิ่มแหล่งเรียนรู้ให้กับนักเรียน สนับสนุนให้นักเรียนเข้าร่วมในการเรียนรู้จากปัญหา เป็นผู้แนะนำ หรือช่วยจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ความรู้อยู่บนเวที (sage on the stage) เป็นผู้แนะนำ (guide on the side) ตั้งคำถามที่ท้าทายการคิดของนักเรียนและช่วยจัดรูปแบบการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้สืบค้นอย่างมีความหมาย และสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีการรู้คิด (Metacognitive)

โดยใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียน ได้รู้ความคิด และจัดระบบความคิดของตนเอง ตรวจสอบและ ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนตามประเด็นการเรียนรู้

บทบาทของนักเรียน

สำหรับบทบาทของนักเรียนในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะเปลี่ยนไปจากการ ศึกษาแบบเดิม จากผู้รับฟังและจดจำสิ่งที่ครูป้อนให้เป็นส่วนใหญ่ (Passive Learning) มาเป็นผู้มีส่วนร่วมในการเรียน รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง (Active Learner) ต้องเป็นผู้มีความรับผิดชอบ สูง ไม่ควรนิ่งเฉยขณะทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ต้องให้ความร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่มและครูเพื่อ สร้างบรรยากาศที่เหมาะสมและเอื้ออำนวย ในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมุ่งที่การเรียน การสอนในระหว่างกลุ่มสมาชิกด้วยกันเองในกลุ่ม การทำงานของกลุ่มจึงร่วมมือกัน ไม่เพียงแต่ในชั้น เรียนเท่านั้น แต่ยังต้องร่วมกันทำงานนอกเวลาเพื่อช่วยเหลือเพื่อนที่เรียนอ่อนให้เรียนทันเพื่อนด้วย (วัลลภ สัตยาชัย, 2547) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการ เรียน เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหา ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ใช้กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งการเรียนเช่นนี้ นักเรียนจะได้รับอิสระในการเรียน มีบทบาทในการตัดสินใจสิ่งที่ตนเองสนใจจะเรียนมากที่สุด และการกำหนดวิธีการที่ต้องการใช้ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้า รวมถึงการประเมินการทำงาน ของตนเองและการทำงานของเพื่อนร่วมชั้นเรียน (Gallagher, 1997 และ Reynolds, 1997) ซึ่ง Loyens *et al.* (2008) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมความพร้อมนักเรียนในการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการ เรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยให้นักเรียน กำหนดวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีแรงจูงใจ ตั้งใจ ที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งในด้านความรู้ การปฏิบัติกิจกรรม และ ประเมินผลสำเร็จในการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้อยังให้ความสำคัญ กับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยกระบวนการกลุ่มนี้นักเรียนจะมีบทบาท 3 ประการ ดังนี้ 1) นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน 2) นักเรียนได้รับการดูแลจากครูอย่างใกล้ชิดมากกว่า การเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ และ 3) นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยตนเองและกระตือรือร้นในการ ทำงานเพื่อตอบสนองการทำงานตามที่ตกลงกันไว้ภายในกลุ่มให้ประสบความสำเร็จ (Schmidt *et al.*, 2011) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น บทบาทของนักเรียนมีความสำคัญ อย่างยิ่งที่จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน ดังนี้ 1) มีความยืดหยุ่น 2) มีทักษะการแก้ปัญหา 3) มีทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง 4) มี ทักษะการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ และ 5) เกิดแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ (Hmelo-Silver, 2004)

สรุปได้ว่า บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ นักเรียนต้องมีบทบาทในกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ดังนี้ คือ เข้าร่วมในสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนและคลุมเครือโดยสมมติบทบาทในการเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากสถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์ นิยามปัญหา และสร้างแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้อย่างหลากหลาย โดยใช้ทักษะการรู้คิด (metacognition) รับผิดชอบในสิ่งที่จะเรียนรู้ และวิธีการ เรียนรู้ของตนเอง ทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือ มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างกัน จัดการข้อมูลของตนเอง โดยมีการบันทึกที่ดี การวิเคราะห์ข้อมูลการวางแผนการทดลอง การทำแผนผังแนวคิด พร้อมทั้งมีการบันทึกความเห็นเกี่ยวกับปัญหา วางแผนวิธีทดสอบสมมติฐาน สะท้อนความคิดที่ได้ลงในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเองและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาพร้อมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในช่วงแรกของการจัดการเรียนรู้ ครูจะใช้วิธีการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อท้าทายให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนต้องวิเคราะห์ ทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนค้นพบปัญหาแล้ว ครูจะค่อย ๆ ลดบทบาทของตัวเองลงเพื่อให้ นักเรียนได้แสวงหาความรู้ ทำงานหรือปฏิบัติการทดลองเพื่อแก้ปัญหาโดยอาศัยการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างอิสระ มีการทำงานอย่างเป็นระบบ คือ สามารถกำหนดปัญหา กำหนดประเด็นการเรียนรู้จากปัญหา ออกแบบ วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน เก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ สรุปผลการทดลอง สรุปองค์ความรู้ใหม่ที่ได้ และการประเมินผลการปฏิบัติงานด้วยตนเองครูเป็นเพียงผู้ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด สร้างบรรยากาศให้เป็นกันเอง เอื้ออำนวยต่อการแก้ปัญหาให้นักเรียนเกิดความคิดได้อย่างอิสระ ซึ่งงานวิจัยของปราณี หีบแก้ว (2552) เบญจวรรณ อ่วมมณี (2549) และ จุไรรัตน์ สุริยงค์ (2551) ได้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้

การเตรียมปัญหาและการสร้างโจทย์ปัญหา

การเตรียมปัญหาการเรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ต้องมีการเตรียมปัญหาที่สอดคล้องกับหลักเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา ก่อน ซึ่งมีลักษณะพื้นฐานสำคัญของความสำเร็จในการเรียนรู้ (ทองจันทร์ หงส์ดารมภ์, 2533 อ้างใน เอมอร จรัสพันธ์, 2550) ดังนี้

1. Input สิ่งที่ยื่นให้นักเรียน คือ “ปัญหา” ซึ่งเป็นสิ่งที่เปรียบเทียบการทำทนายให้นักเรียนก้าวไปสู่สถานการณ์ที่นักเรียนอาจมีความคุ้นเคยหรือไม่ก็ตาม แต่ก็จะต้องตระหนักในความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจปัญหานั้น
2. Process จากปัญหาที่นักเรียนได้มานำนักเรียนเข้าสู่กระบวนการที่จะต้องตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์ อภิปราย ฯลฯ เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา ทั้งนี้โดยเริ่มจากการอาศัยความรู้ที่มีอยู่ค่อนข้างจำกัดเป็นพื้นฐานก่อน
3. Outcome สิ่งที่เราคาดหวังว่าจะเกิดกับนักเรียนเมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าวมีดังต่อไปนี้
 - 3.1 การกำหนดการเรียนรู้ขั้นต่อไปที่จำเป็นต่อความเข้าใจ
 - 3.2 เสนอแนะแนวทางในการรวบรวมข้อมูลมาเพิ่มในการแก้ปัญหา
 - 3.3 การพิจารณาแนวทางอย่างมีเหตุผล
 - 3.4 การประสานสัมพันธ์เค้าโครงความรู้ที่ได้รับ

การสร้างโจทย์ปัญหา (Problem Construction)

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือ การเรียนรู้ที่ใช้โจทย์ปัญหา (Scenario) เป็นตัวกระตุ้น (Trigger) ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการพยายามแก้ปัญหา เพราะโจทย์ปัญหาเปรียบเสมือนเครื่องย่นที่จะพื่อนำนักเรียนไปสู่กระบวนการและกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือมโนทัศน์ (concept) ที่ต้องการ รวมทั้งยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือทดสอบความรู้เดิมและความรู้ใหม่ ตลอดจนการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ของนักเรียนได้ด้วย (วัลลิ์ สัตยาชัย, 2547) ดังนั้น โจทย์ปัญหาที่เหมาะสมจึงกลายเป็นปัจจัยสำคัญของความสำเร็จในการเรียนรู้ โจทย์ปัญหาที่ดีควรสามารถกระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นคว้าหาคำตอบและนำการเรียนรู้ไปสู่กระบวนการวิเคราะห์ถึงสิ่งที่ตนเองรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์และสิ่งที่ตนเองจำเป็นต้องรู้เพื่อเข้าใจโจทย์รวมถึงการพิจารณาว่าจะสามารถค้นคว้าสืบสวนหาคำตอบให้โจทย์นั้นได้อย่างไร การออกแบบและเขียนโจทย์ปัญหาจึงกลายเป็นหัวใจสำคัญในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งคุณภาพของโจทย์ปัญหาจะส่งผลต่อกระบวนการกลุ่มและเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดย

พบว่า ถ้าโจทย์ปัญหาดีก็จะมีผลในการทำงานของกระบวนการกลุ่มย่อยดีขึ้นตามกัน และยังมีผลให้นักเรียนใช้เวลาในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้นด้วย ดังนั้น คุณภาพของโจทย์ปัญหาจึงเป็นสิ่งสำคัญควบคู่ไปกับคุณภาพของครูและนักเรียนที่จะทำให้กระบวนการกลุ่มในการเรียนประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

หลักการสร้างโจทย์ปัญหา การสร้างโจทย์ปัญหานั้นควรมีหลักการในการสร้างโจทย์ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ (จูติพร ปานมา, 2554) ดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของปัญหา (Problem structure) คือสิ่งที่ช่วยให้โจทย์ปัญหานั้นน่าสนใจ และท้าทายให้นักเรียนคิดไตร่ตรองและค้นคว้าหาคำตอบ โจทย์ปัญหาจึงควรมีความซับซ้อนและท้าทายความสามารถของนักเรียน เพียงพอที่จะทำให้สมาชิกในกลุ่มต้องช่วยกันค้นหาคำตอบ รูปแบบของโจทย์ที่เรียบง่ายขึ้นเป็นขั้นเป็นตอนมากเกินไปหรือมีที่มาที่ไปอย่างชัดเจนทำให้สามารถคาดการณ์คำตอบได้ง่ายซึ่งแตกต่างกับในชีวิตจริง การเกิดสถานการณ์ที่นำไปสู่ปัญหามักเป็นอะไรที่คาดไม่ถึง รวมถึงไม่ควรเป็นโจทย์ที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวหรือสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยวิธีเดียว เพราะปัญหาในสถานการณ์จริงมักสามารถหาคำตอบได้หลายวิธีหรือแก้ไขด้วยวิธีที่ต่างกันไปแล้วแต่ข้อจำกัดและบริบทของสถานการณ์นั้น

2. ความน่าเชื่อถือและใกล้เคียงความเป็นจริง (Authenticity) โจทย์ปัญหาที่ดีควรมีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่นักเรียนจะเผชิญในชีวิตจริงซึ่งนักเรียนจะสามารถนำเนื้อหาและทักษะที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ โจทย์ปัญหาควรมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงหรือได้มาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงและยังไม่มีคำตอบที่แน่นอนและถูกต้องจนถึงปัจจุบัน

3. ความเชื่อมโยงกับหลักสูตร (Curricular relevance) ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นเนื้อหาของรายวิชา เป็นประเด็นสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อทำให้นักเรียนเกิดทักษะการหยั่งรู้ (Cognitive skill) ที่สามารถประยุกต์ความรู้จากเนื้อหาให้เป็นเรื่องราวที่มีความหมายแทนการจดจำเป็นข้อ ๆ โดยไม่สามารถเชื่อมโยงเป็นเรื่องราวได้ โจทย์ปัญหาที่ดีควรเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เป็นหัวใจของประเด็นการเรียนรู้ในหัวข้อนั้นเพราะปัญหาที่อยู่ภายในโจทย์คือเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาในประเด็นนั้น โดยที่ผู้ออกแบบโจทย์ต้องพยายามเชื่อมโยงเนื้อหาที่นักเรียนเคยศึกษามาแล้วกับเนื้อหาใหม่ที่ต้องศึกษาจากโจทย์นี้

4. ความเชื่อมโยงกับนักเรียน (Learner relevance) โจทย์ปัญหาที่ดีควรเป็นเรื่องที่นักเรียนให้ความสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนต้องการหาคำตอบ ดังนั้นโจทย์ปัญหาควรเป็นเหตุการณ์ปัจจุบัน เป็นเรื่องราวที่เกิดขึ้นในชีวิตของนักเรียน อาจเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศหรือระดับนานาชาติ หากโจทย์ปัญหาเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นจริงไม่เพียงแต่ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้นแต่ยังช่วยทำให้นักเรียนได้เห็นถึงการวิเคราะห์ การพัฒนาและแนวทางการแก้ปัญหาของมืออาชีพที่เกี่ยวข้องในเรื่องนั้นด้วย

5. วิธีการ (Ways and means) ข้อมูลที่มากเกินไปอาจทำให้ความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนสิ้นสุดลง แต่หากข้อมูลน้อยเกินไปก็อาจไม่สามารถกระตุ้นให้อยากรู้ได้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ดีควรหลีกเลี่ยงการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับโจทย์ก่อนที่นักเรียนจะเผชิญกับโจทย์นั้น นักเรียนควรได้ค้นคว้าหาข้อมูลสถานการณ์เกี่ยวกับโจทย์ตั้งคำถามที่เหมาะสมและวางแผนที่จะแก้ปัญหาด้วยตนเอง ข้อมูลที่ให้ในโจทย์จึงไม่ควรจะสมบูรณ์และยังเป็นที่น่าสงสัยหรือประกอบไปด้วยแนวคิดที่ไม่กระจ่างไม่ชัดเจนและมีเงื่อนไข ซึ่งเหมือนกับปัญหาที่พบนอกห้องเรียนหรือในชีวิตจริงที่ส่วนใหญ่มีข้อมูลไม่เพียงพอต่อการตัดสินใจหรือบางครั้งคลุมเครือ

6. ความสามารถในการกระตุ้นความคิด (Thinking requirement) โจทย์ปัญหาที่ดีควรทำให้นักเรียนเกิดคำถามที่ท้าทายและนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดในระดับที่สูงขึ้นคือ นอกจากการให้ความรู้ความเข้าใจในระดับการหยั่งรู้พื้นฐานแล้วควรพัฒนาถึงระดับการวิเคราะห์ การประยุกต์ใช้ สังเคราะห์และประเมินผลได้ รวมถึงสามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ตัดสินใจและประเมินเป้าหมายเข้าไปเข้ามาเพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาที่ได้ผลดีที่สุด

7. การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ (Potential solutions) หลักเกณฑ์สุดท้ายสำหรับการสร้างหรือการเลือกโจทย์ปัญหาคือความซับซ้อน (Complexity) เนื่องจากปัญหาในชีวิตจริงนอกห้องเรียนมักเต็มไปด้วยความซับซ้อน ดังนั้นจึงควรลอกเลียนแบบสถานการณ์เหล่านั้นมาใช้ในห้องเรียนซึ่งทำให้มีผลดีหลายด้านด้วยกัน เช่น ความซับซ้อนทำให้แน่ใจว่าไม่ได้มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวและการที่มีหลากหลายคำตอบจากหลายมุมมองทำให้เกิดการอภิปรายในชั้นเรียนและทักษะการคิดในระดับที่สูงขึ้น

รูปแบบของโจทย์ปัญหา ในการสร้างโจทย์ปัญหานั้นรูปแบบในการสร้างโจทย์ปัญหามีหลายรูปแบบ (วัลลีย์ สัตยาชัย, 2547) คือ

1. ปัญหากระดาษ (Paper Problem) อาจเป็นรูปแบบของการบรรยายธรรมดาข้อความสนทนาระหว่างบุคคลข้อความตัดจากข่าวหนังสือพิมพ์ หรือข้อความร่วมกับข้อมูลที่สำคัญ ๆ มาประกอบ เช่น รูปภาพผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

2. ปัญหาที่แสดงในรูปของโสตทัศนศึกษา (Audiovisual Persentation) คือการแสดงในรูปแบบของวิดีโอ คอมพิวเตอร์ ซีดีรอม หรือเทปเสียง เพื่อให้ได้เห็นและได้ยินของจริงเป็นการกระตุ้นให้เกิดการสนใจ

3. การพบกับปัญหาสถานการณ์จริง ปัญหาที่พบบ่อย ๆ ในชุมชน ปัญหาที่มีความสำคัญหรือสถานการณ์จำลอง

ชนิดของโจทย์ปัญหา แบ่งชนิดของโจทย์ปัญหาไว้ 6 ประการ (วัลลิ สัตยาชัย, 2547) คือ

1. โจทย์ปัญหาเชิงอธิบาย (Explanation Problem)

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ และสามารถอธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โจทย์ปัญหานี้จะมีลักษณะเป็นข้อความที่บรรยายถึงเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

2. โจทย์ปัญหาเชิงอภิปราย (Discussion Problem)

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายโต้เถียงในประเด็นเดียวกันตามความแตกต่างของความคิดของแต่ละคน ดังนั้นจะมีลักษณะเป็นปัญหาที่สามารถทำให้นักเรียนแต่ละคนมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันออกไปในเรื่องเดียวกัน โดยไม่จำเป็นที่จะต้องหาคำตอบที่ถูกต้องสำหรับปัญหานั้น

3. โจทย์ปัญหาเชิงยุทธศาสตร์ (Strategy Problem)

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนฝึกใช้เหตุผลในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหา โดยอาศัยพื้นฐาน ความรู้ความเข้าใจสาเหตุของปัญหา จึงมักใช้กับนักเรียนในชั้นสูง ๆ โจทย์ปัญหานี้ต้องการฝึกการใช้เหตุผลอย่างเป็นขั้นตอนและได้ทบทวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานด้วย

กรณีนี้ครูต้องมีการเตรียมตัวอย่างดีในการให้ข้อมูลเพิ่มเติมแก่กลุ่มอย่างเป็นขั้นตอน ต้องกระตุ้นให้กลุ่มเกิดความคิดในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม และจะให้ข้อมูลเพิ่มเติมต่อเมื่อกลุ่มร้องขออย่างมีเหตุผลเท่านั้น

4. โจทย์ปัญหาเชิงการศึกษา (Study Problem)

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ให้นักเรียนไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในเรื่องที่กำหนดไว้ให้ ลักษณะของโจทย์ปัญหานี้จะเป็นข้อความที่บรรยายเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งสั้น ๆ แล้วมอบหมายให้นักเรียนไปค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองในหัวข้อที่เกี่ยวข้อง ปัญหานี้จะใช้เวลาค่อนข้างน้อยในการอภิปรายตอนพบกันครั้งแรกของกลุ่ม แต่จะมุ่งไปที่การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหลังจากที่ไปศึกษาค้นคว้าข้อมูลมาแล้ว ข้อดี คือ มีแนวทางที่ชัดเจนในการอภิปรายกลุ่มหลังการค้นคว้าหาความรู้ เพราะได้กำหนดหัวข้อที่ต้องการไว้ และเหมาะสำหรับกรณีที่ในกลุ่มมีทั้งนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้เดิมและไม่มีพื้นฐานความรู้อยู่ด้วยกัน แต่ข้อเสีย คือ นักเรียนอาจมีความรู้สึกลัวว่า โจทย์แบบนี้ไม่น่าสนใจและน่าเบื่อและบางกรณีอาจขาดการตัดสินใจว่าจะต้องศึกษาเรื่องดังกล่าวให้ลึกซึ้งขนาดไหน ในการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้นักเรียนอาจต้องกำหนดความต้องการลงไปให้ชัดเจน

5. โจทย์ปัญหาเชิงประยุกต์ (Application Problem)

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากขณะที่เรียนรู้เรื่องราวดังกล่าว มักใช้สัปดาห์สุดท้ายของหน่วยการเรียนรู้ ลักษณะของโจทย์ปัญหานี้ จะมีการมอบหมายงานและมีคำถามให้นักเรียนต้องตอบ มีการสรุปความรู้ออกเป็นแผนภูมิ โจทย์ปัญหาเชิงประยุกต์นี้มีประโยชน์ในการให้นักเรียนใช้ประเมินตนเองและช่วยกระตุ้นให้นักเรียนไปทบทวนความรู้ของตนเอง ดังนั้น จึงควรใช้เมื่อต้องการให้เกิดการบูรณาการของความรู้ที่เรียนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ หรือใช้เมื่อต้องการให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง แต่ไม่ควรใช้สำหรับวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ๆ

6. โจทย์ปัญหาหลายระดับ (Multi – Level Problem)

เป็นโจทย์ปัญหาที่มีหลายส่วน แต่ละส่วนจะมีการให้ข้อมูลเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แต่ละส่วนจะมีคำถามที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละคำถามจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการศึกษาในแนวลึก ข้อดี

คือ สามารถกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ในแนวคิด และได้ศึกษาปัญหาที่พบจริง

จากรูปแบบของโจทย์ปัญหา และชนิดของโจทย์ปัญหา ผู้วิจัยได้นำโจทย์ปัญหาเชิงยุทธศาสตร์ มาใช้ในการกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 คือการนำเสนอด้วยสถานการณ์ปัญหา ซึ่งปัญหาที่ได้มาอาจมาจากสถานการณ์จริงหรือเหตุการณ์จากสื่อต่าง ๆ ที่นักเรียนได้พบเห็นเป็นประจำ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดรูปแบบปัญหามาใช้ร่วมกัน 2 รูปแบบ คือ ปัญหาที่แสดงในรูปของโสตทัศนศึกษา ซึ่งอาจเป็นรูปแบบของการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในรูปแบบของวีดิทัศน์ คอมพิวเตอร์ รวมถึง รูปภาพแสดงเหตุการณ์ และการให้นักเรียนได้พบกับสถานการณ์จำลอง เพื่อให้ได้เห็นและ ได้ยินของจริงเป็นการกระตุ้นให้เกิดการสนใจ

ทักษะการคิดแก้ปัญหา

ความหมายของการคิดแก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหาพบว่า นักการศึกษาบางคนให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นความสามารถทางสมองในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพิถีพิถะหาคำตอบถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปมประเด็นสำคัญของเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวน สร้างความรำคาญ ความยุ่งยากสับสน และความวิตกกังวล หรือการจัดภาวะที่ไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามหาทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏ และหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาที่ก่อความรำคาญ ความยุ่งยากสับสนให้หมดไปและกลับเข้าสู่ภาวะสมดุลอย่างมีขั้นตอน (สุวิทย์ มูลคำ, 2547 และ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551) ในเรื่องเดียวกัน Koballa *et al.* (1990) สุคนธ์ สิทธิพานนท์ และคณะ (2552) และ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหา สรุปได้ว่า เป็นกระบวนการทางสมองอันซับซ้อนที่อาศัยการนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้ ความคิดรวบยอดและทักษะทั้งหลายที่เกี่ยวข้องมาเป็นพื้นฐานในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายหรือเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้ประสบการณ์ที่ค้นพบด้วยตนเองที่เกิดจากการสังเกต การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความและการสรุปความเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2551) และ Miller (1998) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาไว้คล้ายคลึงกันสรุปได้ว่า เป็นความสามารถในการรู้จักขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในยามจำเป็น รู้จักพัฒนาและประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาสามารถหาทางแก้ปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้การแก้ปัญหายังเป็น

กระบวนการที่แต่ละบุคคลใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ความเข้าใจ วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ทักษะการแก้ปัญหาและการประดิษฐ์คำตอบการพิจารณาผลพวงและค้นหาวิธีการที่เหมาะสม (Holtzaple, 2003 และ Krulik and Rudnick, 1993)

จากความหมายดังกล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะที่แสดงถึงความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรอง วิเคราะห์ เข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของปัญหา นำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ แล้วตัดสินใจเลือกแนวทางที่ดีที่สุด เหมาะสมกับปัญหาในแต่ละสถานการณ์ และพยายามแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายหรือเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีขั้นตอน

ทักษะกระบวนการในการคิดแก้ปัญหา

ปัญหาที่พบบ่อย ๆ นั้นสามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และปัญหาทั่วไป ดังนั้นในการแก้ปัญหาแต่ละประเภทต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับปัญหา เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบมีหลักการและขั้นตอนที่แตกต่างกัน ส่วนในการแก้ปัญหาทั่วไปนั้นเป็นการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันหรือปัญหาทางวิชาการที่คำตอบของปัญหาอาจมีได้หลายคำตอบ ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องตายตัว แต่เป็นในลักษณะของคำตอบที่ถูกต้องและแก้ปัญหาได้ดีที่สุด ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นได้มีนักการศึกษาเสนอไว้ เช่น

Williams and Carey (2003) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้นที่ต้องบอกได้ว่าอะไรคือปัญหาหรืออะไรคือสิ่งที่ไม่ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 หาข้อมูลและตั้งเป้าหมาย เป็นขั้นที่หาข้อมูลที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ระดมสมอง เป็นการร่วมกันแสดงความคิดเห็น รวบรวมข้อมูลที่ได้และร่วมกันค้นหาวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 กำหนดวิธีการแก้ปัญหา เป็นการเลือกว่าข้อมูลและวิธีการใดที่จะสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ดีที่สุด

ขั้นที่ 5 อธิบายแผน เป็นการนำวิธีการที่กำหนดมาอธิบายกระบวนการทำงานว่าจะช่วยกันแก้ปัญหาได้อย่างไร

ขั้นที่ 6 ทบทวนและแก้ไข เป็นตรวจสอบว่ามีสิ่งใดที่ไม่เป็นไปตามแผน แก้ปัญหาได้หรือไม่ หากวิธีการนั้นไม่ได้ผลก็ต้องกำหนดวิธีการแก้ปัญหาใหม่

Weir (1974) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนด
2. ขั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา หมายถึง ความสามารถในการค้นหาและอธิบายสาเหตุที่แท้จริง หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด
3. ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา และตั้งสมมติฐานหรือวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาหรือหาเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผล
4. ขั้นพิสูจน์คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้วิธีการแก้ปัญหาว่ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไรสอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่

Polya (1973 อ้างใน ศิริกาญจน์โกสุมภ์ และ คารณี คำวังนัง, 2546) ได้เสนอรูปแบบการแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา (see) เป็นขั้นที่แยกแยะได้ว่าอะไรคือปัญหา ต้องการค้นหาอะไร มีข้อมูลใดบ้างและจะต้องทำอะไรบ้าง และข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

ขั้นที่ 2 วางแผน (plan) เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ดำเนินงานตามแผน (do) เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะการเรียนรู้ที่เคยเรียนรู้มา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน (check) เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องตรวจสอบว่า คำตอบให้กับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่ให้มาทั้งหมดหรือไม่ เพื่อให้แน่ใจว่าแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

Guilford (1967) ได้ลำดับกระบวนการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ หมายถึง ขั้นตั้งปัญหา หรือขั้นการค้นพบว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์คืออะไร
2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา
3. ขั้นการเสนอแนวทางแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วแสดงออกมาในรูปของวิธีการแก้ปัญหาที่ทำให้สุดท้ายจะได้คำตอบหรือผลลัพธ์ออกมา
4. ขั้นตรวจสอบผล หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์ที่ได้รับยังมีข้อผิดพลาดที่ต้องแก้ ก็ต้องมีวิธีการเสนอปัญหาใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง
5. ขั้นนำไปประยุกต์ใช้ หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้าเมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาที่แล้ว

Edward De Bono (อ้างใน ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ คารณิ คำวังนัง, 2546) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหามี 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การยอมรับ ในสถานการณ์ แล้วกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ แบ่งแยกปัญหาเดิมและปัญหาที่เกิดขึ้นจากการมองสถานการณ์

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบสถานการณ์ใหม่กับสถานการณ์เก่าที่มีความคุ้นเคยมาแล้ว

ขั้นที่ 4 การคัดเลือก และการตัดสินใจเกี่ยวกับลักษณะของสถานการณ์ที่พบ

ขั้นที่ 5 ทางเลือกที่ชัดเจน เป็นกระบวนการที่สามารถเปิดแนวความคิดใหม่ เพื่อหา
รูปแบบของงานในทิศทางที่ต่างออกไป

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) ได้สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้คล้ายคลึงกับ
William and Thomas (1999) ว่า การคิดแก้ปัญหาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตระหนักถึงสถานการณ์ปัญหา
2. ขั้นค้นหาสาเหตุ ข้อเท็จจริง และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. ขั้นกำหนดปัญหาที่สำคัญที่สุด
4. ขั้นคิดค้น วิธีการ แนวทางแก้ปัญหา
5. ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเหมาะสมที่สุด
6. ขั้นยอมรับข้อสรุปและดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนการที่กำหนดไว้

และ อรพรรณ พรสีมา (2543) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาว่า ประกอบด้วย 5
ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหาควรมีลักษณะของปัญหาชัดเจน น่าสนใจ มีความสำคัญและ
เหมาะสม

ขั้นที่ 2 การระดมสมอง เป็นการฝึกการคิดและการทำงานเป็นกลุ่ม โดยกระตุ้นให้แต่ละคนคิดเกี่ยวกับวิธีการหรือแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุด ฝึกการฟังและเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น

ขั้นที่ 3 การเลือกแนวทางแก้ปัญหา เป็นการร่วมกันพิจารณาข้อดี ข้อจำกัดของแนวความคิด

ขั้นที่ 4 การทดลองและนำไปใช้

ขั้นที่ 5 ประเมินผลการปฏิบัติงาน ร่วมกันสังเกต อภิปรายว่าแนวทางที่ปฏิบัติประสบผลสำเร็จเพียงใด มีอะไรควรปรับปรุง

นอกจากขั้นตอนในการแก้ปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ได้มีผู้นำไปประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังที่ จรรยา สุวรรณทัต (2534) ได้แบ่งกระบวนการแก้ปัญหาวทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับขั้นตอน 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นพิจารณาปัญหา มีการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างละเอียดรอบคอบให้เข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างแจ่มชัด

ขั้นที่ 2 ขั้นจดจำข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อมีการพิจารณาปัญหานั้นเข้าใจชัดเจน และได้ข้อมูลต่าง ๆ ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาแล้ว บุคคลจะพยายามจดจำรายละเอียดต่าง ๆ ไว้อย่างแม่นยำ เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นตั้งสมมติฐาน ผู้ประสบปัญหาจะตั้งสมมติฐานไว้ว่า ถ้าหากใช้วิธีอย่างนั้นอย่างนี้แล้วเขาคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้หรือไม่อย่างไร โดยที่การตั้งสมมติฐานจะต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่เขาเก็บรวบรวมมาได้เป็นสำคัญ

ขั้นที่ 4 ขั้นเลือกสมมติฐาน เมื่อตั้งสมมติฐานไว้ต่าง ๆ กันแล้ว บุคคลก็จะตรวจสอบดูว่าสมมติฐานใดที่ดั่งขึ้นนั้นจะสามารถหรือมีแนวทางที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุด การทดสอบก็อาจกระทำโดยมีการพิจารณาใช้เหตุผลต่าง ๆ หรือด้วยวิธีการทดลองหรืออื่น ๆ เพื่อให้บุคคลเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดหรือใช้ได้ดีที่สุด

ขั้นที่ 5 ขั้นลงมือกระทำการในการแก้ปัญหา กระบวนการขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญหาก็คือเมื่อบุคคลได้เลือกข้อสมมติฐานจากกระบวนการข้อที่ 4 แล้ว เขาก็จะกระทำตามสมมติฐานที่ได้เลือกไว้ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหที่เกิดขึ้นได้อย่างตลอดรอดฝั่ง

วิช วรรณรัตน์ (2538) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดประเด็นปัญหา เป็นการระบุสาระสำคัญของสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ข้อสงสัย อุปสรรคหรือข้อขัดแย้งที่ต้องแก้ไข

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เป็นการระบุสาเหตุที่มา โดยการจำแนกเชื่อมโยงกับตัวปัญหา การกำหนดขอบเขตของปัญหา และเป้าหมายการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 เลือกแนวทางที่เหมาะสม เป็นการคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาและพิจารณาเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาดตามจุดมุ่งหมาย

ขั้นที่ 4 วางแผน ดำเนินการแก้ปัญหาดตามทางเลือก เป็นการกำหนดและปฏิบัติตามขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาดตามที่เลือกไว้

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผลการแก้ปัญหาด และสรุปผล เป็นการพิจารณาตรวจสอบผลตามเป้าหมายและนำเสนอผลการแก้ปัญหาด

จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาดดังกล่าวข้างต้น พบว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาดอาจจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับรายละเอียดในการแบ่งขั้นตอนนั้น ๆ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่า การพัฒนาการคิดแก้ปัญหาดวิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการดล นั้นมีธรรมชาติวิชาสอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์นั้นจะเป็นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการร่วมกับทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ จึงได้กำหนดทักษะการคิดแก้ปัญหาดตามรูปแบบการคิดแก้ปัญหาดทางคณิตศาสตร์ ของ Polya ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหาด 2) การเสนอวิธีการแก้ปัญหาดหรือการวางแผน 3) การดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ และ 4) การตรวจสอบผลการแก้ปัญหาดมาในการวิจัยครั้งนี้ โดยทั้ง 4 ขั้นตอนของ Polya นี้ นักเรียนจะสามารถนำกระบวนการมาใช้เพื่อคิดวิเคราะห์ ทำความเข้าใจปัญหาดทางฟิสิกส์

รวมถึงได้ฝึกให้นักเรียนนำทักษะนี้มาใช้ร่วมกับทักษะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตามรูปแบบการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา

ทักษะการคิดแก้ปัญหของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น วุฒิภาวะทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2552) โดยการเรียนรู้การสอนจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหาได้ ซึ่ง ซาดี เจมมูนุซ (2545) ได้เสนอแนะการจัดการเรียนรู้ที่ครูจะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดให้กับนักเรียนว่า ครูควรช่วยให้นักเรียนสงสัยหรือเกิดปัญหา สนับสนุนให้นักเรียนค้นหาคำตอบอย่างมีเหตุผล ตดพฤติกรรมทางวาจา และเป็นผู้ฟังที่ดี สร้างความอบอุ่นเป็นกันเอง และเสริมแรงอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งทักษะการคิดแก้ปัญหเป็นทักษะทางด้านการคิดอย่างหนึ่งที่จะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ ดังนั้นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาได้ (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2552 และ Festinger, 1988) มีดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานหรือทำกิจกรรมอยู่เสมอ การทำงานหรือการทำกิจกรรมจะช่วยสร้างประสบการณ์เพิ่มขึ้น และจะมีหนทางในการคิดแก้ปัญหามากขึ้น
2. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เมื่อครูได้ให้ความรู้แก่นักเรียนแล้ว ควรได้ทดลองปฏิบัติจริง หรือถ้าเรื่องนั้นไม่สามารถปฏิบัติได้ก็อาจให้แก้ปัญหโดยการทดลองความรู้้นั้นด้วยการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา
3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล มีความเชื่อมั่น
4. ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิจารณ์ กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหา โดยกำหนดวิธีการวิเคราะห์ วิจารณ์ออกเป็นขั้น ๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา รวบรวมข้อเท็จจริง ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน ประเมินผล
5. ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์ สังเคราะห์ และฝึกให้รู้จักออกความคิดเห็น จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง แต่ครูจะช่วยเหลืออยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องก็ได้

6. จัดสิ่งเร้าหรือมีการกระตุ้นที่ดี จัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาหรือประเด็นที่ท้าทายน่าสนใจ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้ให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา และปัญหาที่หยิบยกมาให้ให้นักเรียนฝึกนั้น นักเรียนต้องยังไม่เคยประสบมาก่อน และอยู่ในวิธีการที่นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้ การฝึกแก้ปัญหานั้นครูควรชี้แนะให้นักเรียนตีปัญหาได้ก่อน ถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา

7. จัดบรรยากาศการเรียนรู้ หรือจัดสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียนให้เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงวิธีการได้บ้าง มีอิสระในการคิด กล้าคิด กล้าแสดงออก

จากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนการสอนให้เพื่อให้เกิดการส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาได้นั้น ต้องเป็นการสอนที่มีรูปแบบ มีขั้นตอน สอนให้นักเรียนคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น มีเหตุผล นำความรู้ที่มีมาไตร่ตรอง วิเคราะห์ เพื่อแก้ปัญหา ดังนั้นครูจะต้องจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง และนอกจากนี้ ครูควรต้องประเมินการแก้ปัญหานักเรียนเพื่อให้ทราบในความสามารถของนักเรียนด้วย

ปัจจัยที่มีผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหา

ทักษะในการแก้ปัญหานั้นเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝน เพื่อนำไปใช้ในเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องประสบในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ทุกคนได้ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมรวดเร็วและชาญฉลาด การเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียนให้ดีขึ้น ซึ่งนักการศึกษาได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียน เช่น

Morgan (1978) สรุปความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนต่างกันเนื่องจากมีองค์ประกอบต่อไปนี้

1. สติปัญญา ผู้มีสติปัญญาคิดจะแก้ปัญหาก็ดี
2. แรงจูงใจ เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้ปัญหา

3. ความพร้อมในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ซึ่งความพร้อมในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่มีมาก่อน

4. การเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

Maker and Wallace (2004) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ญาณปัญญา (intuition) เป็นความสามารถในการคิดอย่างรวดเร็ว รวมถึงการรับรู้ที่เกิดจากภายใน

2. ความจำ (memory) เป็นระบบสะสมการรับรู้ข้อมูล การเรียนรู้ที่ได้จากประสบการณ์ รวมถึงสิ่งที่ถูกสะสมจนเป็นทักษะ

3. ความคิดสร้างสรรค์ (creativity) เป็นความสามารถทางความคิด พัฒนาความคิด การสร้างสิ่งใหม่

4. เหตุผลและตรรกะ (reasoning and logic) เป็นศักยภาพทางความสามารถของมนุษย์ที่ชักทอโยงความคิดให้เป็นระบบ

5. การรู้คิด (metacognition) เป็นกระบวนการใช้ปัญญาระดับสูงมาแก้ปัญหา และคิดเกี่ยวกับความคิด เป็นการใช้ความสามารถทางปัญญาทุกด้าน

ในการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียนนั้น จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงนักเรียนเป็นสำคัญ โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนและสอดคล้องกับบทเรียน เพื่อให้ นักเรียนได้สามารถพัฒนาการคิดแก้ปัญหาดตามศักยภาพของตัวนักเรียนเอง ทั้งในด้านการเลือก สถานการณ์ปัญหาให้เหมาะสมกับสติปัญญา การสร้างแรงจูงใจ กระตุ้นให้นักเรียนมีความพร้อมในการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ลักษณะและประเภทของปัญหา

ปัญหาเป็นเรื่องปกติและสามารถเกิดขึ้นได้กับเราทุกคน และกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่เป็นทักษะที่เป็นประโยชน์สำหรับการเผชิญกับความยุ่งยากของปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน รวมถึง คำถาม สถานการณ์ หรือสิ่งต่างๆ ที่ทำให้เกิดความสงสัย สับสน หรือยุ่งยาก เป็นสาเหตุที่ท้าทายให้เกิดการคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาเหล่านั้น ๆ (Webster, 1994; Mitchell and Kowalik, 1999 และ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551) ซึ่งนักการศึกษาได้จำแนกประเภทของปัญหาได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

Mayer and Wittrock (1996) จำแนกประเภทของปัญหาโดยใช้ความชัดเจนของปัญหาเป็นเกณฑ์ จำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาที่ชัดเจน (well-define problem) เป็นปัญหาที่มีจุดมุ่งหมาย เงื่อนไขและชุดของการปฏิบัติการที่ชัดเจน เช่น ปัญหาแก้สมการคณิตศาสตร์ เป็นต้น
2. ปัญหาที่ไม่ชัดเจน (ill-define problem) เป็นปัญหาที่มีจุดมุ่งหมาย เงื่อนไขและชุดของการปฏิบัติการที่ไม่ชัดเจน เช่น ให้เขียนบทความเกี่ยวกับวิธีการที่จะแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ เป็นต้น

นอกจากนี้ Mayer and Wittrock ยังได้จำแนกประเภทของปัญหาโดยใช้ความรู้ของผู้แก้ปัญหาเป็นเกณฑ์ จำแนกไว้ 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาที่พบเห็นเป็นประจำ (routine problem) เป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่ผู้แก้เคยแก้สำเร็จมาแล้ว เมื่อเผชิญกับปัญหานี้ผู้แก้ปัญหาจะใช้การคิดแบบนำความคิดเดิมมาแก้ปัญหา
2. ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน (nonroutine problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่เคยแก้มาก่อน เช่น ปัญหาในชีวิตประจำวัน เมื่อเผชิญกับปัญหานี้ผู้แก้ปัญหาจะใช้วิธีคิดแบบสร้างขึ้นมาใหม่

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2549) ได้จำแนกประเภทของปัญหาเป็น 2 ประเภท โดยใช้เกณฑ์สภาพของปัญหา มีดังนี้

1. ปัญหาใจหทัยคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว

2. ปัญหาทั่วไป เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่น ปัญหาด้านการเงิน ปัญหาชีวิต ปัญหาการเรียน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าปัญหานั้นสามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา ซึ่งอาจใช้เกณฑ์สภาพปัญหา ความชัดเจนของปัญหา ความรู้ของผู้แก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหาเข้ามาสู่ตัวผู้แก้ปัญหา หรือความเกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นเกณฑ์ ในการวิจัยนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ และสอดคล้องกับการจำแนกปัญหาของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ ที่จำแนกเป็นปัญหาวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์และปัญหาทั่วไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ปัญหาฟิสิกส์และปัญหาทั่วไปในการสร้างสถานการณ์เพื่อใช้เป็นแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

แบบวัดที่ใช้และข้อคำถามในแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหามีหลายรูปแบบ เช่น รูปแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ รูปแบบปรนัยชนิดถูกผิดหลายตัวเลือก รูปแบบอัตนัยชนิดเติมข้อความหรือบรรยายเป็นความเรียง โดยแบบวัดแต่ละชนิดหรือรูปแบบข้อคำถามแต่ละรูปแบบก็จะมีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ครูผู้ประเมินจึงจำเป็นต้องศึกษาเพื่อเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม แบบวัดที่ใช้สำหรับการประเมินทักษะการคิดแก้ปัญหาที่สำคัญมีรูปแบบ (บรรดล สุขปิติ, 2555) ดังนี้

1. แบบวัดการจัดการปัญหา เป็นแบบวัดที่มีลักษณะคล้ายแบบวัดแบบถูกผิดหลายตัวเลือก หรือคล้ายกับแบบสำรวจรายการ (checklist) คือ แบบวัดจะกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ และมีข้อคำถามในลักษณะที่ให้เลือกว่าในการแก้ไขปัญหานั้นที่กำหนดขึ้นนั้น นักเรียนจะปฏิบัติหรือไม่ โดยกำหนดรายการที่เป็นการปฏิบัติให้พิจารณาหลาย ๆ รายการ

2. แบบวัดประเมินทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ จะเป็นข้อคำถามที่นิยมใช้กันมากในการสร้างแบบวัดเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ซึ่งมีจุดเด่นดังนี้

- 1) ถามได้เป็นจำนวนหลายข้อครอบคลุมเนื้อหาได้อย่างกว้างขวาง
- 2) ตรวจง่ายและมีความเป็นปรนัย ใช้เวลาตรวจน้อย
- 3) ใช้กับการประเมินที่มีนักเรียนเข้าสอบจำนวนมาก
- 4) สามารถคัดเลือกข้อคำถามที่วิเคราะห์แล้วมีคุณภาพดีเก็บเอาไว้ใช้ได้อีกในโอกาสต่อไป

ส่วนข้อจำกัดมีดังนี้ 1) ตัวเลือกให้เลือกตอบจะเป็นการแนะนำคำตอบ 2) เดาได้ง่าย คะแนนสอบที่ได้จึงไม่แน่ว่าเป็นการ

สะท้อนถึงความรู้ความสามารถที่มีอยู่ในตัวนักเรียนจริงหรือไม่ 3) ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ หรือความคิดที่ซับซ้อน

3. แบบวัดประเมินทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย รูปแบบของข้อคำถามที่เหมาะสมกับการประเมินทักษะการคิดที่ซับซ้อน คิดขั้นสูง และกระบวนการคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นลักษณะของพฤติกรรม การเรียนรู้ในระดับสูง และมีลักษณะซับซ้อน ได้ดี

4. แบบวัดประเมินทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยประยุกต์ เป็นแบบวัดที่มีลักษณะคล้ายคลึงแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย ในลักษณะของการกำหนดสถานการณ์ให้แก้ปัญหา แต่มีการแบ่งข้อมูลของสถานการณ์ทั้งหมดออกเป็นส่วนย่อย ๆ และให้นักเรียนพิจารณาทีละส่วนย่อยที่ต่อเนื่องกันตามลำดับ แล้วกำหนดให้นักเรียนพิจารณาทีละส่วนย่อยพร้อมแทรกข้อคำถามแบบอัตนัยที่เฉพาะเจาะจงตามกระบวนการของการแก้ปัญหา ตั้งแต่ต้นจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการแก้ปัญหา ข้อคำถามจะถามอย่างเจาะจง จึงทำให้นักเรียนตอบคำถามได้ตรงตามจุดประสงค์ โดยการตอบจะต้องตอบโดยใช้ข้อมูลเฉพาะเท่าที่มีอยู่ในแต่ละส่วนย่อยที่กำหนดให้เท่านั้น บนพื้นฐานของการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติจริงและประการสำคัญนักเรียนต้องแน่ใจกับคำตอบก่อนจึงจะไปทำในส่วนย่อยต่อไป เพราะการดำเนินการสอบของแบบวัดอัตนัยประยุกต์นี้ไม่อนุญาตให้กลับไปแก้คำตอบของข้อที่ผ่านมาแล้ว และไม่อนุญาตให้เปิดไปดูข้อมูลในส่วนย่อยต่อไปก่อน ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้ตรวจสอบกระบวนการในการคิดตัดสินใจในแต่ละขั้นตอนได้ว่าถูกหรือผิดอย่างไร

5. แบบวัดประเมินทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบปรนัยประยุกต์ มีลักษณะโครงสร้างของแบบวัดเช่นเดียวกับแบบวัดอัตนัยประยุกต์คือ มีลักษณะเป็นชุดของสถานการณ์ กล่าวคือ จะมีการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่สมบูรณ์ออกเป็นสถานการณ์ย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกัน แล้วค่อย ๆ ทอยกำหนดในแบบวัดทีละสถานการณ์ย่อย พร้อมแทรกข้อคำถามแบบเลือกตอบที่ใช้ข้อมูลในสถานการณ์ย่อยนั้นเป็นระยะ ๆ จนครบสมบูรณ์

6. แบบวัดการวัด 3 ขั้นเป็นวิธีการประเมินทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยเป็นการสอบปากเปล่าในลักษณะเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่เป็นจริงหรือเสมือนจริงเพื่อประเมินว่านักเรียนที่จะสำเร็จการศึกษาออกไปประกอบอาชีพต่าง ๆ สามารถแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับวิชาชีพนั้นได้หรือไม่ หรือสามารถแก้ปัญหาได้ในระดับใด โดยมีขั้นตอนของการทดสอบแบบการวัด 3 ขั้น ดังนี้ 1) ให้นักเรียนได้พบสถานการณ์จริง รวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ แล้วนำมาตั้งสมมติฐาน มีการชี้แจง

และอภิปรายระหว่างนักเรียนกับครู ครั้งที่ 1 โดยอาจใช้เวลาประมาณ 15 นาที 2) ให้นักเรียนไปค้นหาจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น การสอบถามครู ถามเพื่อน ศึกษาจากเอกสารหรือรายงานต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปบูรณาการกับข้อมูลเดิม แล้วสรุปผลการดำเนินการอย่างมีเหตุผล ขั้นตอนนี้เป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตัวเอง อาจใช้เวลา 1 ชั่วโมงครึ่งถึง 2 ชั่วโมง 3) นักเรียนกลับมาพบครูพร้อมแหล่งเรียนรู้ที่ไปศึกษา และต้องจดแหล่งและหัวเรื่องมาแจ้งแก่ครู อธิบายกระบวนการคิด เหตุผล และการตัดสินใจ สรุปการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการชี้แจงและอภิปรายระหว่างนักเรียน และครูเป็นครั้งที่ 2 ใช้เวลา 30-45 นาที

การสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้เองเพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งเป็นแบบวัดที่ใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย มีหลักการและขั้นตอน (ทิสนา แम्मณี, 2544) ดังนี้

1. หลักการสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

การสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาใด ๆ จะมีการดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ 1) ผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดหรือโครงสร้างของความคิดของแบบวัด นั่นคือ จะต้องมีความชัดเจนเกี่ยวกับนิยามเชิงปฏิบัติการ โครงสร้างหรือองค์ประกอบของความคิดนั้น ๆ ก่อน ลักษณะของข้อคำถาม จำนวนข้อคำถาม และอื่น ๆ จากนั้นจึงมากำหนดตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างหรือองค์ประกอบของความคิดที่ต้องการจะศึกษา 2) ลงมือเขียนข้อคำถาม จัดทำแนวทางหรือกฎเกณฑ์การตรวจให้คะแนน และ 3) ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดฉบับร่าง ทั้งโดยการให้ผู้เชี่ยวชาญวิพากษ์และการทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่จะศึกษา

2. ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

ในการพัฒนาแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา มีขั้นตอนดำเนินการที่สำคัญ ดังนี้ (ทิสนา แम्मณี, 2544)

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัด

การกำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ผู้พัฒนาแบบวัดจะพิจารณาจุดมุ่งหมายของการนำแบบวัดไปใช้ ในการวัดความสามารถทางการคิดเฉพาะด้าน (Aspect-specific) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มุ่งติดตามความก้าวหน้าของทักษะการคิดแก้ปัญหา ซึ่งจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบวัดนี้มีความสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกลักษณะของแบบวัด การนำแบบวัดไปใช้รวมทั้งการแปลผลข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบวัดนั้น

2.2 กำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการ

ผู้พัฒนาแบบวัดได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการแก้ปัญหาตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยเลือกทักษะการคิดแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา แล้วศึกษาให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งเพื่อกำหนดโครงสร้าง/องค์ประกอบของทักษะการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีและให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational definition) ของแต่ละองค์ประกอบในเชิงรูปธรรมของพฤติกรรมที่สามารถบ่งชี้ถึงลักษณะแต่ละองค์ประกอบของการคิดแก้ปัญหานั้นได้ และการนำแบบวัดไปใช้

2.3 การกำหนดโครงสร้างของแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

การกำหนดโครงสร้างของแบบวัดเป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดว่าต้องการสร้างให้ครอบคลุม โครงสร้างหรือองค์ประกอบใดบ้างตามทฤษฎี และกำหนดว่าแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด

ในกรณีที่ต้องการสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาสำหรับใช้เฉพาะวิชาใดวิชาหนึ่ง ผู้พัฒนาแบบวัดต้องกำหนดเนื้อหาวิชาที่จะต้องใช้นี้เนื้อหาใดจึงจะเหมาะสม กับการวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบของทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นผังข้อสอบสำหรับนำไปใช้เขียนข้อสอบต่อไป

2.4 การสร้างข้อคำถาม

กำหนดรูปแบบของการเขียนแบบวัด ข้อคำถาม แนวคำตอบและวิธีการตรวจให้คะแนน ให้เป็นไปตามโครงสร้างของแบบวัดและสอดคล้องกับจุดประสงค์ตามตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหาที่ต้องการวัด เช่น ข้อคำถามเป็นลักษณะสถานการณ์ สภาพปัญหาหรือข้อมูลสั้น ๆ อาจได้มาจากบทความ รายงานต่าง ๆ บทสนทนาที่พบในชีวิตประจำวัน สถานการณ์จากสื่อต่าง ๆ หรืออาจเขียนขึ้นเอง ซึ่งในแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดข้อความเป็นสถานการณ์ และมีข้อคำถามย่อยที่แสดงถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามทฤษฎีที่เลือกใช้ ส่วนการตรวจให้คะแนนมีการกำหนดเกณฑ์การตรวจไว้

เมื่อกำหนดรูปแบบของข้อสอบแล้ว ก็ลงมือร่างข้อสอบตามผังข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบ ภาษาที่ใช้ควรเป็นไปตามหลักการเขียนข้อสอบที่ดีโดยทั่วไป แต่สิ่งที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ได้แก่ การเขียนข้อสอบให้วัดได้ตรงตามโครงสร้างของการวัด พยายามหลีกเลี่ยงคำถามนำและคำถามที่ทำให้ผู้ตอบสับสนตอบเพื่อให้ดูดี

หลังจากร่างข้อสอบเสร็จแล้ว ควรมีการทบทวนข้อสอบเพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของแบบวัดและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยผู้เขียนข้อสอบเองและผู้ตรวจสอบที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

2.5 นำแบบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง หรือกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียง แล้วนำผลการตอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพ โดยทำการวิเคราะห์ข้อสอบและวิเคราะห์แบบวัด

วิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อในด้านความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย เหมาะและมีอำนาจจำแนกสูงไว้ พร้อมทั้งปรับปรุงข้อที่ไม่เหมาะสม

คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสม/หรือข้อสอบ ที่ปรับปรุงแล้ว ให้ได้จำนวนตามผังข้อสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงของเนื้อหา และนำไปทดลองใช้ใหม่อีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์แบบวัดในด้านความเที่ยง (Reliability) แบบวัดควรมีความเที่ยงเบื้องต้น อย่างน้อย 0.5 จึงเหมาะสมที่นำไปใช้ได้ ส่วนการตรวจสอบความตรง (Validity) ของแบบวัด ถ้าสามารถหา

เครื่องมือวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาที่เป็นมาตรฐานสำหรับใช้เปรียบเทียบได้ก็ควรคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) ของแบบสอบด้วย

2.6 นำแบบวัดไปใช้จริง

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อและวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับว่าเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพที่ต้องการแล้ว จึงนำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง ในการใช้แบบวัดทุกครั้งควรมีการรายงานค่าความเที่ยง (Reliability) ทุกครั้งก่อนนำผลการวัดไปแปลความหมาย

2.7 การตรวจให้คะแนนแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย

การตรวจให้คะแนนของข้อคำถามแต่ละข้อหรือสถานการณ์แต่ละสถานการณ์ จะมีแนวทางในการตอบ และเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน ที่เรียกว่า Rubric เช่น ข้อคำถามแต่ละข้อ แบ่งระดับคะแนนของการตรวจเป็น 3 ระดับ คือ 0, 1, 2 หรือ ตอบถูกต้องกับเฉลยได้ 1 คะแนน หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน เป็นต้น

จากการศึกษาประเภทของแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะนำแบบวัดประเภทที่ครูสร้างขึ้นเองมาใช้ในงานวิจัยนี้ โดยสร้างเป็นแบบอัตนัย ซึ่งแบบวัดที่สร้างขึ้นจะเป็นแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาทั่วไปและอิงเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการคล

การวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาเป็นการวัดที่มีลักษณะทางจิตวิทยา ต้องใช้เครื่องมือที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนแสดงศักยภาพดังกล่าวออกมา ดังนั้นครูจึงควรวัดและประเมินทักษะการคิดแก้ปัญหาทั้งด้านการทดสอบและสังเกตพฤติกรรม ซึ่ง Gronlund (1990) ได้สรุปไว้ว่า รูปแบบของข้อคำถามที่เหมาะสมกับการประเมินทักษะการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นลักษณะของพฤติกรรม การเรียนรู้ในระดับสูง และมีลักษณะซับซ้อนได้ดี ควรเป็นข้อคำถามแบบอัตนัย ดังนั้น การใช้แบบวัดแบบเลือกตอบจะเป็นการวัดทักษะเฉพาะด้าน ไม่สามารถวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาได้ Quellmalz (1985) ได้กล่าวถึงลักษณะเครื่องมือที่ใช้วัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาที่ควรนำมาใช้ถามควรเป็นปัญหาที่สำคัญและนำมาใช้บ่อย ๆ

2. กำหนดปัญหาที่มีทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี
3. กำหนดรูปแบบคำถามที่ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลได้
4. กำหนดคำถามให้มีการเชื่อมโยงความคิดและสรุปได้ทั่ว ๆ ไป
5. วัดทักษะทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบรวม ๆ

สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ (2539) ได้เสนอเครื่องมือและวิธีการวัดที่จะใช้วัดทักษะการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. การสังเกต เป็นเครื่องมือที่ใช้ในระหว่างการสอนของครู ซึ่งจะช่วยให้เห็นการพัฒนา ด้านการคิดของนักเรียนอย่างชัดเจน การสังเกตการณ์การแก้ปัญหาของนักเรียนมี 2 วิธี คือ 1) สังเกตแบบไม่ตั้งใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นตลอดเวลา เมื่อครูมีความใกล้ชิดสนิทสนมกับนักเรียน เช่น เวลาที่นักเรียนตอบคำถาม หรือในการทำงานนักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ครูต้องบันทึก พฤติกรรมของนักเรียนไว้เป็นข้อมูลในการพิจารณาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนต่อไป และ 2) การสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจัดทำรายการ พฤติกรรมและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะช่วยให้สังเกตได้ตรงตามรายการพฤติกรรมที่ ต้องการวัดได้มากขึ้น
2. การประเมินตนเอง หมายถึง การให้นักเรียนได้ประเมินตนเองว่ามีพฤติกรรมในการ แก้ปัญหาอย่างไร โดยอาจเขียนความก้าวหน้าของตนเองในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนของการ แก้ปัญหา ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละคน
3. แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่ครูสร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมนักเรียนใน การแก้ปัญหา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นกระบวนการหรือวิธีการที่มีการแบ่งแยกการ กระทำหรือการแสดงออกต่าง ๆ ไว้อย่างชัดเจน แบบสำรวจรายการนี้สามารถใช้ในการประเมินการ แสดงออกของนักเรียนในกระบวนการแก้ปัญหาเป็นอย่างดี
4. แบบวัดข้อเขียน เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนว่าเป็น อย่างไร ครูต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนได้แก้ปัญหา โดยให้นักเรียนอธิบายใน แต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นแรก จนถึงขั้นสุดท้าย จะให้ขั้นตอนละกี่คะแนน

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดประเมินทักษะการคิดแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดและออกแบบเพื่อสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยโดยกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ตามลักษณะของเนื้อหาวิชา แล้วมีข้อคำถามแบบอัตนัยหลาย ๆ ข้อตามหลักการเกี่ยวกับกระบวนการในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบวัดประเมินทักษะการคิดแก้ปัญหา ที่ยึดถือกระบวนการในการแก้ปัญหาของ Polya (1973) และกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา พบว่า การจัดการเรียนรู้ ที่เน้นให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่พบ ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานแล้วดำเนินการตามแผนการที่กำหนดไว้ และการตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้ปัญหามีเหตุผล มีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดประเด็นการเรียนรู้จากปัญหารวมทั้งการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง หรือการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้รูปแบบและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ เช่นการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ (พฤกษ์ โปร่งสำโรง, 2549) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) (ปิยฉัตร ชัยมาลา, 2550 และ ธาปณีย์ อัยวรรณ, 2555) การสอนโดยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยการใช้แผนผังโนมดิ (ยุพิน มงคลไทร, 2550 และ สุภัตรา ดันติวิทย์มาศ, 2555) การสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (นันทนา กะมณี, 2552) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ปราณี ทิพย์แก้ว, 2552 และ มณฑนา บรรพสุทธิ์, 2553) การใช้วิธีสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยา (บุษบา พลรัตน์, 2555) การใช้แผนผังโนทัศน์ (สุภัตรา ดันติวิทย์มาศ, 2555) ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมานี้ช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ สำหรับการส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนนี้ ในต่างประเทศก็มีผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ ที่คาดว่าจะส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาตัวอย่างเช่นการใช้วงจรการเรียนรู้โดยใช้วิธีทัศน์ภาพเคลื่อนไหว และภาพเลียนแบบ (Hill, 2000) การใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Ferreira *et al.*, 2012) การใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยาร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ (Karina *et al.*, 2012) การจัดการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก (Serin, 2011) ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนช่วยพัฒนาทักษะ

การคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่ง Esther (2001) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบกระบวนการแบบอภิ
ปัญญามาใช้พัฒนาการแก้ปัญหาของนักเรียน ช่วยพัฒนาและส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหา
ของนักเรียนได้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ มีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มมี
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันแลกเปลี่ยนความรู้ มีการแสวงหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาด้วย
ตนเอง ครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย คอยจัดบรรยากาศและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน
ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสดูฝึกทักษะและกระบวนการต่าง ๆ สามารถทำงานดำเนินการแก้ปัญหาอย่าง
มีประสิทธิภาพ และสามารถตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาได้ การเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้จึงทำ
ให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ มีการค้นคว้าด้วยตนเอง มีการเรียนรู้จากการกระทำ สามารถ
จัดระบบความคิดและเชื่อมโยงความรู้ได้เป็นอย่างดี มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดย
ใช้ปัญหาเป็นฐานและพบว่าการจัดการเรียนรู้ในลักษณะเช่นนี้ช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา
ของนักเรียนได้ เช่น งานวิจัยของปราณี หีบแก้ว (2552) จันทิมา สำนักโนน (2550) เอมอร
จรัสพันธ์ (2548) อรรณพ ชุ่มเพ็งพันธ์ (2550) เบญจวรรณ อ่วมมณี (2549) จุไรรัตน์ สุริยงค์
(2551) เพ็ญศรี พิลาสันต์ (2551) ศุภชัย ดวงคำน้อย (2555) มณฑนา บรรพสุทธิ (2553) และ
เวียงสด วงศ์ชัย (2553) ในต่างประเทศก็มีงานวิจัยของ EsenErsoy and Nes'e Baser (2014) ที่
พบว่า สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ Pourshanazari *et al.* (2013) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนโดย
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความเข้าใจและความจำระยะยาว คงทนของการเรียนได้
มากกว่านักเรียนที่เรียนแบบดั้งเดิมและ Norman and Schmidt (1992, อ้างใน ปัทมา โกมุตบุตร,
2550) พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพใน
การเรียนรู้และความคงทนของการเรียนและสามารถแก้ปัญหาได้ดี จะเห็นได้ว่าทักษะการคิดแก้ปัญหา
นั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ครูจึงควรให้ความสำคัญ และใส่ใจที่จะพัฒนาความสามารถ
ดังกล่าวให้กับนักเรียน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ถือว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนา
ทักษะการคิดแก้ปัญหาให้กับนักเรียนได้

จากการตรวจสอบเอกสารและการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ผู้วิจัยสนใจที่จะนำ
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) มาใช้
ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนตามรูปแบบการคิดแก้ปัญหา
ของโพลยา โดยพบว่ามีความสอดคล้องกันดังรายละเอียดในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหาตามรูปแบบการคิดแก้ปัญหาของโพลยา

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	รูปแบบการคิดแก้ปัญหาของโพลยา	การส่งผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหา
1. ขั้นกำหนดปัญหา	ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา	ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสืบพบปัญหาจาก
2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา		สถานการณ์และรวบรวมข้อมูล ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องและนำไปใช้ ในการออกแบบ กำหนดขั้นตอน เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา
3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา	นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จาก สถานการณ์และค้นหาข้อมูล เพิ่มเติม มาออกแบบ กำหนด ขั้นตอนเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา และเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุด ในการดำเนินการ
4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้	ขั้นการดำเนินการตามแผน	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตาม แนวทางที่กำหนดไว้จนได้คำตอบ หากพบว่าการดำเนินการนั้นไม่ เป็นไปตามเงื่อนไขของ สถานการณ์ หรือไม่ประสบ ความสำเร็จ นักเรียนต้องปรับปรุง หรือค้นหาวิธีการใหม่
5. ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา	นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้ และ ตรวจสอบว่า คำตอบที่ได้ สอดคล้องกับเงื่อนไขของ
6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน		สถานการณ์ได้ทั้งหมดหรือไม่ เพื่อตรวจให้แน่ใจว่าคำตอบนั้น ถูกต้อง

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนต์และการคล ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action research) โดยมีรายละเอียดของการดำเนินการตามหัวข้อ ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มที่ศึกษา
3. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

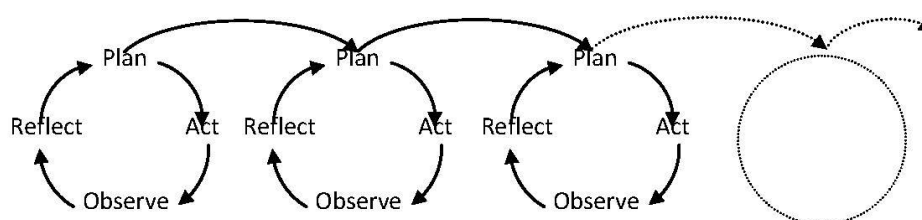
รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ซึ่งมีหลักเกณฑ์การปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน และเกี่ยวข้องกันและพัฒนาต่อเนื่องกันเป็นวงจรมีแนวการปฏิบัติดังนี้

1. พัฒนาแผน (Plan) การปฏิบัติเพื่อปรับปรุงสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วให้ดีขึ้น
2. ปฏิบัติการ (Act) ตามแผน (นำแผนไปใช้ปฏิบัติ)
3. สังเกต (Observe) ผลการปฏิบัติ

4. สะท้อนผล (Reflect) ผลของการปฏิบัตินี้เป็นพื้นฐานของการวางแผนงานต่อไปอย่างต่อเนื่องตลอดวงจร

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการที่เคลื่อนหมุนไม่อยู่นิ่งดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการปฏิบัติการในชั้นเรียน

ที่มา: สุวิมล ว่องวานิช (2555)

การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ดังนี้

1. ระบุปัญหา ผู้วิจัยได้สำรวจสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยการสนทนากับนักเรียน สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ สังเกตการณ์การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยเอง สอบถามครูผู้สอนที่สอนในรายวิชาฟิสิกส์ท่านอื่น ๆ เกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน รวมถึงสังเกตการสอนของครูที่สอนวิทยาศาสตร์ พบว่า 1) มีการปฏิบัติการสอนแบบการบรรยาย สรุปเนื้อหาและแนวคิดสำคัญให้นักเรียน ทำให้นักเรียนไม่มีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองนักเรียนขาดคุณลักษณะช่างสงสัย และใฝ่หาคำตอบ มีการเรียนรู้ที่จำเจ นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายขาดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ 2) ธรรมชาติวิชาฟิสิกส์เนื้อหาเป็นนามธรรม เกิดความเข้าใจได้ยากนักเรียนจึงเกิดความท้อแท้ในการเรียน จึงเกิดทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ และไม่อยากเรียน 3) เมื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองพบว่า ผู้วิจัยมักจะอธิบายแนะนำหัวข้อการทดลอง พร้อมทั้งมีการอธิบายวิธีการทำการทดลองอย่างละเอียดก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นการสอนที่นักเรียนต้องทำตามขั้นตอนที่ครูอธิบายเพื่อให้ได้ผลการทดลองเท่านั้น ทำให้นักเรียนขาดคุณสมบัติช่างสงสัยหรือใฝ่รู้ เคยชินต่อการทำตาม เชื่อฟัง จึงขาดความคล่องในการคิด ไม่สามารถเกิดการคิดสร้างสรรค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และไม่ได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง 4) จากการตรวจแบบทดสอบ และการทำแบบฝึกหัดวิชาฟิสิกส์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตอบคำถามที่เป็นโจทย์ปัญหาได้ ตอบคำถามไม่ตรงประเด็นและไม่สามารถดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเป็น

ระบบได้บอกสาเหตุและข้อมูลของโจทย์ปัญหาไม่ชัดเจน และไม่มีทักษะการตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ของการแก้โจทย์ปัญหานั้นว่าสามารถได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร 5) เมื่อสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมในห้องเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นการนำเสนอหรือสื่อสารความรู้ไม่สามารถจำแนกแยกแยะได้ว่าอะไรคือประเด็นปัญหาสำคัญหรือมีบทบาทในการเรียนรู้มากที่สุด รวมทั้งยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่าข้อมูลที่มีสามารถนำมาใช้แก้โจทย์ปัญหาได้โดยอาศัยหลักการใด ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้บ่งชี้ให้เห็นถึงลักษณะของผู้ที่ไม่มีทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหา คิดสังเคราะห์ รู้จักหาข้อมูลต่าง ๆ มาวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นมีการนำความรู้ วิธีการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาดifferent ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ซึ่งพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้

2. เริ่มดำเนินการวิจัยโดยสร้างเครื่องมือการวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการดล โดยมีกำรดำเนินแบ่งเป็น 2 วงจร คือ วงจรที่ 1 ดำเนินกำรจัดการเรียนรู้ในแผนกำรจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 และวงจรที่ 2 ดำเนินกำรจัดการเรียนรู้ในแผนกำรจัดการเรียนรู้ที่ 5-8 รวมถึงการเตรียมอุปกรณ์ สื่อการสอนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาท้ายวงจรที่ 1 และ 2 และแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ก่อนและหลังการวิจัย

3. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 (แผน 1-4) เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข จากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนเมื่อสอนเสร็จสิ้นในทุก ๆ แผน ผลการทดสอบทักษะการคิดแก้ปัญหาจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาท้ายวงจร และนำไปสะท้อนและปรับใช้ในวงจรที่ 2 (แผน 5-8) ต่อไป

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา เป็นนักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ตั้งอยู่ในเขตชุมชนโดยด้านข้าง และด้านหลังเป็นชุมชนแออัด ส่วนด้านหน้าเป็นถนนใหญ่ ผู้ปกครองของนักเรียนส่วนใหญ่มีอาชีพรับจ้างทั่วไป และประกอบธุรกิจ

ส่วนตัว มีนักเรียนทั้งหมด 3,248 คน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีระดับชั้นละ 14 ห้องเรียน โรงเรียนมีห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และมีวัสดุ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างเพียงพอกับจำนวนนักเรียนแต่ละห้อง มีห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ตสำหรับสืบค้นข้อมูล มีแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ห้องเรียนธรรมชาติ ห้องเรียนสีเขียว เป็นต้น ครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายมีจำนวน 24 คน เป็นผู้หญิง จำนวน 19 คน และผู้ชาย จำนวน 5 คน ในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 38 คน เป็นนักเรียนชาย 13 คน นักเรียนหญิง 25 คน มีอายุระหว่าง 15-16 ปี เหตุผลที่เลือกกลุ่มที่ศึกษาดังกล่าว เนื่องจาก 1) มีการจัดสาระการเรียนรู้เรื่องโมเมนตัมและการคล ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556 2) นักเรียนส่วนใหญ่ใช้วิธีการเรียนแบบท่องจำสุมการและทำแบบฝึกหัด ไม่สามารถอธิบายทฤษฎีและที่มาหรือไม่สามารถนำความเข้าใจนั้นมายกตัวอย่างและอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเรื่องที่เรียนได้ เนื่องจากไม่ได้ลงมือปฏิบัติและศึกษาหาข้อมูลเอง ส่วนใหญ่ครูผู้สอนจะเป็นผู้ดำเนินการและสาธิตให้นักเรียนดูก่อนแล้วจึงให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตาม นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการเลียนแบบและทำตาม ซึ่งเป็นผลให้นักเรียนไม่พบประเด็นปัญหา ไม่เข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงไม่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาจากเหตุการณ์หรือจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งในชีวิตประจำวันและในสถานการณ์ที่กำหนดให้ไว้ได้ 3) นักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อรายวิชาฟิสิกส์ คิดว่าเป็นรายวิชาที่เรียนรู้อแล้วเกิดความเข้าใจได้ยากและไม่ชอบการคำนวณ ธรรมชาติวิชาฟิสิกส์ใหญ่เป็นนามธรรมมากกว่ารูปธรรม นักเรียนจึงเข้าใจได้ยากต้องอาศัยจินตนาการ 4) นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาเป็นกลุ่มที่ผู้วิจัยทำการสอน และเรียนอยู่ในสายการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการคล ทั้งหมด 8 แผน ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องโมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม การคล กฎอนุรักษ์โมเมนตัม การชนใน 1 มิติ การระเบิด และ การชนใน 2 มิติ โดยมีระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 16 คาบ ๆ ละ 50 นาที การจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ขึ้นกำหนดปัญหา 2) ขึ้นทำความเข้าใจปัญหา 3) ขึ้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) ขึ้นสังเคราะห์ความรู้ 5) ขึ้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ และ 6) ขึ้นนำเสนอและประเมินผลงานซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษา
มาตรฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องโมเมนตัม แรงและการ
เปลี่ยนแปลงโมเมนตัม การคล กฏอนุรักษ์โมเมนตัม การชนใน 1 มิติ การระเบิด และการชนใน
2 มิติ รวมทั้งแนวคิดที่เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้เรื่องเหล่านี้

2. นำกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโมเมนตัมและการคล ที่สร้างขึ้นให้
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาฟิสิกส์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา
ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหาและภาษาที่ใช้ในการเรียบเรียงเนื้อหา ซึ่งได้รับ
การเสนอแนะให้ปรับภาษาในการอธิบายความหมายของนิยามศัพท์ต่าง ๆ ที่ใช้ในเนื้อหาวิชา เช่น
ความหมายเกี่ยวกับโมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ช่วงเวลาในการเปลี่ยน โมเมนตัม
ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ความหมายที่นักเรียนอาจเกิดความเข้าใจได้ยากจึงปรับภาษา เรียบเรียงความหมาย
ดังกล่าว เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายดังกล่าวได้ง่ายและชัดเจนขึ้น

3. ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
และการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เพื่อวิเคราะห์ว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐานขั้นตอนใดที่สามารถจัดกิจกรรมพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียนได้
ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ
การคิดแก้ปัญหานักเรียน

ลักษณะกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา	ทักษะการคิดแก้ปัญหที่เกิดขึ้นกับนักเรียน
1. ขั้นกำหนดปัญหา ครูกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดปัญหาจากการดู ภาพจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบทเรียนและจาก วิดีโอรวมถึงการสร้างสถานการณ์จริงจากการสาธิต กิจกรรม ครูชี้แนะจากการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิด การเรียนรู้และเห็นแนวทางของประเด็นปัญหา	การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนเกิดความสงสัยและสนใจในสถานการณ์ที่ ได้เห็นและสามารถเกิดประเด็นปัญหาหรือคำถาม จากการดูสถานการณ์
2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ครูเสนอสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อสร้าง ประเด็นปัญหาที่จะศึกษาและระบุสาเหตุของปัญหา	ทำความเข้าใจปัญหา บอกสาเหตุของปัญหาที่ พบ นักเรียนสามารถสร้างประเด็นปัญหาหรือ คำถามจากสถานการณ์ได้ชัดเจนขึ้น

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลักษณะกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา	ทักษะการคิดแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน
3. ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า นักเรียนร่วมกันเสนอประเด็นที่ต้องการศึกษาโดยประเด็นเหล่านั้นต้องสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นกำหนดแนวทาง วิธีการเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของประเด็นคำถาม รวมถึงแบ่งภาระหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม ครูคอยชี้แนะเกี่ยวกับการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาให้ละเอียดและชัดเจน	การออกแบบ วางแผนกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันอภิปราย ลงมือปฏิบัติตามแนวทาง วิธีการ ขั้นตอนที่กำหนดไว้รวบรวมข้อมูล เพื่อหาแนวทางคำตอบที่ถูกต้องจากประเด็นปัญหาที่กำหนดขึ้น ครูคอยชี้แนะเกี่ยวกับการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหา	การดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้
5. ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนนำผลการแก้ปัญหาที่ได้มาสรุปเป็นหลักการ องค์ความรู้ เป็นสมการที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน สรุปแนวคิดสำคัญทั้งหมดที่ได้จากการแก้ปัญหา ครูจะใช้การคำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดสำคัญและหลักการของเรื่องที่ศึกษาหลังจากนั้นนักเรียนทำแบบฝึกหัดซึ่งกำหนดเป็นสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนนำแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้มาประยุกต์ใช้กับแบบฝึกหัด	นักเรียนสามารถสรุปแนวคิดสำคัญและหลักการของเรื่องที่ศึกษาได้ นักเรียนสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นๆ ได้
6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน ครูจะให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบคำตอบและแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และครูกับนักเรียน	นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาโดยร่วมกันแสดงความคิดเห็นที่เป็นเหตุเป็นผลว่าคำตอบตรงกับเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่ หากผลลัพธ์ยังไม่ถูกต้อง ต้องหาวิธีการหรือแนวทางใหม่ที่แสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์นั้นเป็นไปได้

ผู้วิจัยนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่สังเคราะห์ขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ จากการตรวจสอบของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะให้ใช้ สื่อที่ใช้นำเสนอสถานการณ์ให้น่าสนใจ สอดคล้องกับบทเรียนไม่กว้างเกินไป เลือกกิจกรรมการทดลองที่หลากหลายและกิจกรรมที่สามารถนำอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายมาประยุกต์ใช้ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในการกำหนดแนวคิดสำคัญของแต่ละแนวคิด การใช้ข้อคำถามให้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดแก้ปัญหา ครูควรมีการอธิบายเพิ่มเติมในการสรุปแนวคิดสำคัญในขั้นการสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าคำตอบ รวมทั้งให้ปรับปรุงภาษาในการอธิบายความหมายของคำนิยาม การจัดการเรียนรู้ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลา ผู้วิจัยนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ปรับปรุงแล้วมาให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญพิจารณาอีกครั้ง

4. นำกรอบแนวคิดเรื่องโมเมนตัมและการคล ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผ่านการแก้ไขแล้วมากำหนดผลการเรียนรู้ รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผลมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 แผนโดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 16 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

ตารางที่ 4 จำนวนคาบที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (คาบ)
1	โมเมนตัม	2
2	แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม	2
3	การคล	2
4	การชนใน 1 มิติแบบยืดหยุ่น	2
5	การชนใน 1 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น	2
6	กฎอนุรักษ์โมเมนตัม	2
7	การระเบิด	2
8	การชนใน 2 มิติ	2
รวม		16

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบทั้งความเหมาะสมของกิจกรรมและการใช้คำถามในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา กิจกรรม สื่อการเรียนรู้กับวัยของนักเรียนและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังโดยพิจารณาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ภาคผนวก ข) จากการตรวจสอบของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน ผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้ 1) ควรปรับปรุงการใช้ภาษาในการอธิบายความหมายของนิยามศัพท์ให้เหมาะสมและเข้าใจได้ง่าย 2) ควรปรับปรุงใบกิจกรรมให้เพิ่มกิจกรรมเพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญเพิ่มเติม 3) ควรปรับปรุงแบบฝึกหัดที่ใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่เป็นข้อคำถามซึ่งกระตุ้นการคิดแก้ปัญหาและปรับภาษาที่ใช้ในแบบฝึกหัดให้อ่านเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับวัยของนักเรียน 4) ควรปรับแนวการปฏิบัติกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเป็นแบบการทดลองจากการใช้ Lab Cyber เพื่อให้ นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ในบางประเด็นที่ไม่สามารถลงมือปฏิบัติจริงได้ และเกิดความหลากหลายในการศึกษาค้นคว้า 5) ควรปรับกิจกรรมในขั้นการนำเสนอและประเมินผลงานให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ เพื่อให้นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาสามารถทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตามที่วางแผนไว้

6. นำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ท่านมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ก่อนการวิจัยและหลังการวิจัย แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกหัด ซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ในงานวิจัยนี้มี 2 ชุด ดังนี้ 1) แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ก่อนการวิจัยและภายหลังการวิจัย ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน เป็นแบบ

เขียนตอบกำหนดเป็นสถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ และ 2) แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาเมื่อสิ้นสุดการดำเนินการในวงจรที่ 1 (แผนที่ 1-4) และสิ้นสุดการดำเนินการในวงจรที่ 2 (แผนที่ 5-8) ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการดล มีจำนวนทั้งหมด 5 สถานการณ์ ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 25 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาความหมายและทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา ลักษณะการแสดงออกของผู้ที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหา รวมทั้งแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อกำหนดองค์ประกอบที่เป็นตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา และเลือกลักษณะของเครื่องมือที่จะวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา
2. สร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาก่อนการวิจัยและภายหลังการวิจัยในขอบข่ายเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน และสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา เมื่อสิ้นสุดการดำเนินการในวงจรที่ 1 (แผนที่ 1-4) และวงจรที่ 2 (แผนที่ 5-8) ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง โมเมนตัมและการดล ที่มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบครอบคลุมองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา 4 ชั้น คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การเสนอวิธีการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) การตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา โดยกำหนดเป็นสถานการณ์และสร้างคำถามเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา ตัวบ่งชี้ที่ 1 มี 2 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 2, 3 และ 4 มีตัวบ่งชี้ละ 1 ข้อ รวมเป็น 5 ข้อ
3. นำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหามาสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา จำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหาภาษาและสถานการณ์ที่ใช้กับวัยของนักเรียน ความสอดคล้องของสถานการณ์กับตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4 ชั้น (ภาคผนวก ข) ซึ่งได้รับข้อเสนอแนะ ดังนี้ 1) ตัดสถานการณ์ที่มีเนื้อหาซ้ำกับบางสถานการณ์ออก 2) ปรับปรุงภาษาในข้อคำถามให้สอดคล้องกับสถานการณ์และครอบคลุมตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา และ 3) ปรับปรุงข้อมูลในสถานการณ์ให้มีความชัดเจนและเป็นข้อมูลที่นักเรียนต้องใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
4. นำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาเรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน และแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาเรื่อง โมเมนตัมและการดล ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหามาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปี

การศึกษา 2556 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 30 คน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกลุ่มที่ศึกษา นำคำตอบของนักเรียนมา
วิเคราะห์เป็นรายข้อโดยอ่านคำตอบหรือคำอธิบายของนักเรียนในแต่ละข้ออย่างละเอียด ตีความและ
จัดกลุ่มคำตอบที่นักเรียนตอบเหมือนกัน ซึ่งสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม คือ
1) กลุ่มคำตอบในระดับดีมาก 2) กลุ่มคำตอบในระดับดี 3) กลุ่มคำตอบในระดับพอใช้ 4) กลุ่ม
คำตอบในระดับปรับปรุง แล้วนำผลจากการทดลองใช้มาปรับปรุงแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา
ด้านการใช้ภาษาในข้อคำถาม เพิ่มเติมแนวคำตอบของแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา คัดเลือก
สถานการณ์ในแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาเรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน ไว้ 5 สถานการณ์รวม
เป็น 25 ข้อ ปรับเวลาในการทำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็น 90 นาที และคัดเลือก
สถานการณ์ในแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาเรื่อง โมเมนตัมและการดล ไว้ 5 สถานการณ์รวม
เป็น 25 ข้อ โดยใช้วัดเมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นวงจรที่ 1 (แผนที่ 1-4) จำนวน 3 สถานการณ์ และเมื่อ
ดำเนินการเสร็จสิ้นวงจรที่ 2 (แผนที่ 5-8) จำนวน 2 สถานการณ์

5. ได้แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาเรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน และแบบวัดทักษะการคิด
แก้ปัญหาเรื่อง โมเมนตัมและการดล ที่ปรับปรุงแล้ว มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบโดยในแต่ละแบบ
วัดมีข้อคำถามทั้งหมด 25 ข้อ จากสถานการณ์ทั้งหมด 5 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์มีข้อ
คำถามซึ่งจะถามเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา 4 ชั้น คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การ
เสนอวิธีการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) การตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา โดยตัว
บ่งชี้ที่ 1 มี 2 ข้อ ตัวบ่งชี้ที่ 2, 3 และ 4 มีตัวบ่งชี้ละ 1 ข้อ รวมเป็น 5 ข้อรวม 5 สถานการณ์ มีข้อ
คำถามทั้งหมด 25 ข้อ จากนั้นนำไปใช้วัดทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้สำหรับบันทึกผลจากการจัดการเรียนรู้ใน
แต่ละคาบ โดยจดบันทึกสิ่งที่สังเกตตามความเป็นจริง บันทึกความคิดเห็นส่วนตัวของผู้วิจัยที่เกิดขึ้น
ในขณะที่จัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นการช่วยประเมินคุณภาพของข้อมูลแล้วนำข้อมูลมาสรุปตีความ ซึ่งมี
แนวทางในการสร้างแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ศึกษารูปแบบและแนวทางในการเขียนบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้จากเอกสารต่างๆ
และวิเคราะห์ตัวบ่งชี้สิ่งที่ต้องการศึกษาเพื่อกำหนดกรอบการบันทึกของผู้วิจัยหลังการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล

2. สร้างแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้โดยกำหนดกรอบการบันทึก และนำแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้แนบไปกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการคลให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่านตรวจสอบความเหมาะสมของกรอบการบันทึกที่จะทำให้ได้ข้อมูลมาตอบปัญหาการวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่สามารถพัฒนาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดกรอบการบันทึกตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่ 1) ผลของการจัดการเรียนรู้ขั้นกำหนดปัญหา 2) ผลของการจัดการเรียนรู้ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 3) ผลของการจัดการเรียนรู้ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) ผลของการจัดการเรียนรู้ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 5) ผลของการจัดการเรียนรู้ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ 6) ผลของการจัดการเรียนรู้ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน และ 7) ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

3. ได้แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่มีกรอบการบันทึก ได้แก่ วิธีการหรือเทคนิคที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 6 ขั้นตอน การแสดงทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 6 ขั้นตอน และปัญหาอุปสรรคหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลด้วยวิธีการจดบันทึกในช่วงหลังการจัดการเรียนรู้ตามหัวข้อที่กำหนดไว้ทันทีเมื่อจบคาบเรียน

อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการคล ซึ่งผู้วิจัยมีแนวทางในการสร้างอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1. ศึกษารูปแบบและการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ซึ่งเป็นการสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนและแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. สร้างอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนโดยกำหนดประเด็นให้นักเรียนบันทึก แล้วนำอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนแนบไปกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่านตรวจสอบความเหมาะสมของประเด็นที่

กำหนดให้นักเรียนบันทึกเพื่อให้ได้ข้อมูลมาตอบปัญหาของการวิจัย ซึ่งพบว่าประเด็นที่กำหนดให้นักเรียนบันทึกยังไม่สามารถตอบปัญหาการวิจัยได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงความเหมาะสมของประเด็นในการเขียนบันทึกตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

3. ได้แบบบันทึกอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีประเด็นให้นักเรียนเขียนบันทึกได้แก่ นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อบรรยากาศการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนนี้ (ด้านอุปกรณ์ สื่อ การเรียนการสอนและครูผู้สอน) นักเรียนชอบการจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด สิ่งทีนักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมในวันนี้ ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาได้อย่างไร นักเรียนต้องการให้ปรับเปลี่ยนกิจกรรมใดหรือไม่ เพราะเหตุใด และควรปรับเปลี่ยนอย่างไร นักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้ จากนั้นนำแบบบันทึกอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งนักเรียนจะเขียนแบบบันทึกอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ ทั้งหมด 8 ครั้ง ภายหลังจากที่นักเรียน เรียนทุกแผนจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว

แบบฝึกหัด

ผู้วิจัยสร้างแบบฝึกหัดที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 8 แบบฝึกหัดโดยดำเนินการสร้างแบบฝึกหัด ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้น หนังสือประกอบการเรียนและเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับโมเมนตัมและการดล รวมทั้งองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของคำถามและรูปแบบของแบบฝึกหัด
2. สร้างแบบฝึกหัดให้สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 8 แบบฝึกหัด ซึ่งจะกำหนดเป็นโจทย์สถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถามตามตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหาให้นักเรียนเขียนตอบตามข้อคำถาม โดยนักเรียนจะต้องนำความรู้เรื่องโมเมนตัมและการดล มาเขียนตอบและอธิบายตามตัวบ่งชี้ วิเคราะห์ปัญหา ข้อมูลที่สถานการณ์กำหนดให้ กำหนดวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนที่กำหนดขึ้น และตรวจสอบคำตอบหลังจากแก้ปัญหาให้ถูกต้อง ซึ่งจะครอบคลุมตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4 ชั้น คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การเสนอวิธีการแก้ปัญหา 3) การดำเนินตามแผน และ 4) การตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา

3. นำแบบฝึกหัดแนบไปกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่สร้างขึ้นให้
 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่านตรวจสอบความสอดคล้องของคำถามใน
 แบบฝึกหัดกับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และความเหมาะสมของภาษาที่
 ใช้ ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงภาษาและ
 แบบฝึกหัด เพื่อให้มีความถูกต้องและเหมาะสมกับวัยของนักเรียนมากยิ่งขึ้นเช่น การกำหนดตัวแปร
 ในโจทย์สถานการณ์ควรบอกทิศทางของอัตราเร็วให้ชัดเจนเนื่องจากขอบข่ายเนื้อหาเรื่องโมเมนตัมและ
 การดล เป็นปริมาณเวกเตอร์ควรมีความชัดเจนในเรื่องทิศทาง ควรเพิ่มโจทย์สถานการณ์ให้หลากหลาย
 และให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียนไม่ยากเกินไป เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้
 และเกิดความท้าทาย ไม่เบื่อหน่ายในการทำแบบฝึกหัด รวมถึงจะเกิดทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ไม่คิด
 ว่ายากเกินไป เป็นต้น

4. นำแบบฝึกหัดที่ปรับปรุงแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
 อีกครั้ง จากนั้นนำแบบฝึกหัดไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้
 ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ตามขั้นตอน
 ดังต่อไปนี้

1. ปฏิบัติการสอนในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่ไม่ใช่เนื้อหาที่ต้องการเก็บข้อมูลเพื่อฝึกเขียนบันทึก
 หลังการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งให้นักเรียนฝึกเขียนบันทึกอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง

2. ให้นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาทำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้
 ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน โดยให้นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบวัดทักษะการคิด
 แก้ปัญหา 90 นาที

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล ให้กับนักเรียน
 กลุ่มที่ศึกษา ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 8 แผนโดยใช้ระยะเวลาในการ
 จัดการเรียนรู้ทั้งหมด 16 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเป็น 2 วงจร ดำเนินการดังนี้

3.1 ดำเนินการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1 เป็นการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1-4 แล้วบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองทุกคาบและให้นักเรียนเขียนบันทึกอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองหลังการจัดการเรียนรู้ทุกกิจกรรม

3.2 นักเรียนทำแบบวัดวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการดล เมื่อสิ้นสุดวงจรที่ 1 จำนวน 3 สถานการณ์

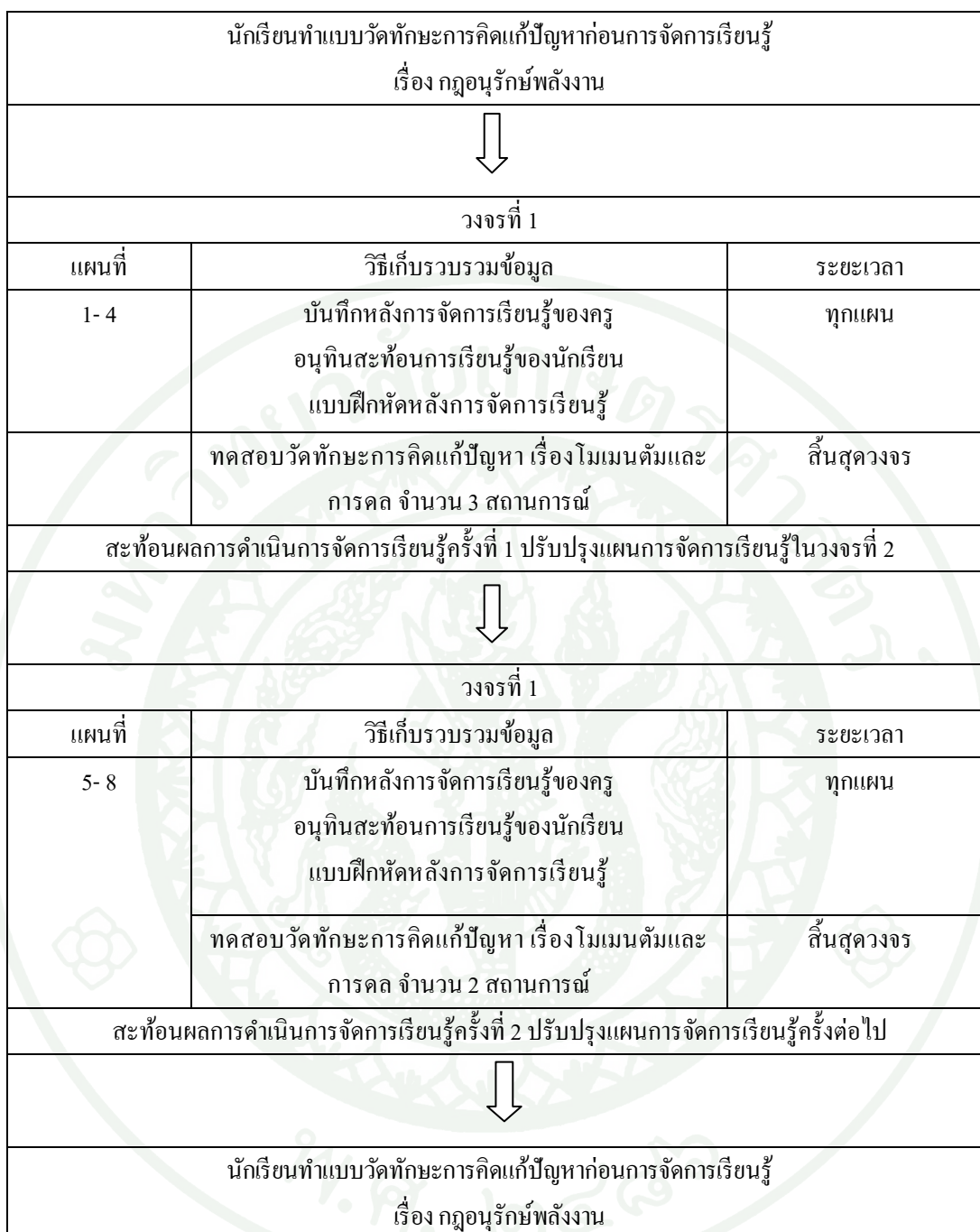
3.3 นำข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน มาสะท้อนผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดวงจรที่ 1 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2

3.4 ดำเนินการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2 เป็นการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 5-8 แล้วบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองทุกคาบและให้นักเรียนเขียนบันทึกลงในอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองหลังการจัดการเรียนรู้ทุกกิจกรรม นำข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน มาสะท้อนผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดวงจรที่ 2

3.5 นักเรียนทำแบบวัดวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการดล เมื่อสิ้นสุดการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 จำนวน 2 สถานการณ์

3.6 นำผลการดำเนินการเมื่อสิ้นสุดการวิจัย มาวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัยเพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล

4. นำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน โดยเป็นแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาชุดเดียวกับก่อนการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาทำหลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรียบร้อยแล้วใช้เวลาในการทำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา 90 นาที



ภาพที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการคิดแก้ปัญหา

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องโมเมนต์และการคล จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา แบบฝึกหัด และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียนในแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาเป็นรายชื่อทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยอ่านคำตอบหรือคำอธิบายของนักเรียนในแต่ละข้ออย่างละเอียด แล้วตีความและจัดกลุ่มคำตอบที่นักเรียนตอบเหมือนกัน ซึ่งสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหาได้เป็น 4 กลุ่ม โดยใช้สัญลักษณ์ ดังนี้

A คือ กลุ่มคำตอบในระดับดีมาก

B คือ กลุ่มคำตอบในระดับดี

C คือ กลุ่มคำตอบในระดับพอใช้

D คือ กลุ่มคำตอบในระดับปรับปรุง

เมื่อพิจารณาในแต่ละตัวบ่งชี้ของทักษะการคิดแก้ปัญหาซึ่งผู้วิจัยได้จัดกลุ่มคำตอบตามที่กล่าวไว้แล้ว โดยในแต่ละตัวบ่งชี้มีเกณฑ์ในการจัดกลุ่มคำตอบดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 การทำความเข้าใจปัญหา

กลุ่มคำตอบในระดับดีมาก (A) คือ กลุ่มที่ระบุปัญหาตรงประเด็น สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง พลังงาน และสามารถบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์

กลุ่มคำตอบในระดับดี (B) คือ ระบุปัญหาตรงประเด็น แต่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง พลังงาน และบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ หรือระบุปัญหาตรงประเด็น สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง พลังงาน และบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

กลุ่มคำตอบในระดับพอใช้ (C) คือ ระบุปัญหาได้ตรงประเด็น แต่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง พลังงาน และบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ หรือสามารถบอกข้อมูลได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ แต่ระบุปัญหาไม่ตรงประเด็น

กลุ่มคำตอบในระดับปรับปรุง (D) คือ กลุ่มที่ระบุปัญหาไม่ตรงประเด็นและบอกข้อมูลจากสถานการณ์ผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม

1.2 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา

กลุ่มคำตอบในระดับดีมาก (A) คือ กลุ่มที่เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 6 ข้อขึ้นไป

กลุ่มคำตอบในระดับดี (B) คือ กลุ่มที่เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 4 – 5 ข้อ

กลุ่มคำตอบในระดับพอใช้ (C) คือกลุ่มที่เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 2 – 3 ข้อ

กลุ่มคำตอบในระดับปรับปรุง (D) คือกลุ่มที่เสนอวิธีแก้ปัญหาผิด หรือ เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปไม่ได้

1.3 การดำเนินการตามแผน

กลุ่มคำตอบในระดับดีมาก (A) คือ กลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ อย่างละเอียด สอดคล้องกับสถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้ได้ครบทุกขั้นตอน

กลุ่มคำตอบในระดับดี (B) คือ กลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ อย่างละเอียด สอดคล้องกับสถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้แต่ไม่ครบทุกขั้น อาจขาดไปเพียง 1-2 ขั้นตอน

กลุ่มคำตอบในระดับพอใช้ (C) คือ กลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้แต่ไม่ละเอียดถี่ถ้วน ไม่ครบขั้นตอนอาจขาดไปเพียง 1-2 ขั้นตอน

กลุ่มคำตอบในระดับปรับปรุง (D) คือกลุ่มที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หรือไม่แสดงวิธีทำ ไม่มีคำตอบเลย

1.4 การตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา

กลุ่มคำตอบในระดับดีมาก (A) คือ กลุ่มที่ตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์ครบถ้วนสมบูรณ์

กลุ่มคำตอบในระดับดี (B) คือ กลุ่มที่ตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่สมบูรณ์

กลุ่มคำตอบในระดับพอใช้ (C) คือ กลุ่มที่ตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ แต่ไม่เหมาะสม และไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

กลุ่มคำตอบในระดับปรับปรุง (D) คือ กลุ่มที่ไม่มีการวิเคราะห์ ตรวจสอบผลลัพธ์ และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้

ผู้วิจัยนำผลการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนมาให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและดำเนินการแก้ไข จากนั้นจึงคำนวณหาค่าความถี่และค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบในแต่ละกลุ่มคำตอบเพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วคัดเลือกข้อความเพื่อนำมาเป็นตัวอย่างที่สะท้อนให้เห็นถึงทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียนในแต่ละกลุ่มคำตอบโดยกำหนดสัญลักษณ์แทนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาดังนี้

ตัวอักษร N แทนนักเรียน ตัวเลข แทนลำดับที่ของนักเรียนในห้อง เช่น N01 หมายถึง นักเรียนลำดับที่ 1 ของห้อง เป็นต้น

2. วิเคราะห์แบบฝึกหัดโดยการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียนในแบบฝึกหัดที่นักเรียนทำหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการดล ในทุกกิจกรรมว่านักเรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหา ตามตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างไร คัดลอกข้อความจากแบบฝึกหัดของนักเรียนออกมาเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้

3. วิเคราะห์อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบจำแนกข้อมูล (typological analysis) ซึ่งเป็นการจำแนกข้อมูลที่จะวิเคราะห์ตามความเหมาะสมของข้อมูลโดยใช้สามัญสำนึกและประสบการณ์ของผู้วิจัย (สุภางค์ จันทวานิช, 2552) ผู้วิจัยวิเคราะห์ทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนโดยตีความจากการที่นักเรียนบันทึกเกี่ยวกับ “สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง และนักเรียนมีข้อเสนอแนะอะไรบ้างสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป” จากนั้นจึงคัดเลือกข้อความเพื่อนำมาเป็นตัวอย่างที่สะท้อนให้เห็นถึงทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละกลุ่มคำตอบมีการกำหนดสัญลักษณ์แทนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาดังนี้ ตัวอักษร N แทนนักเรียน ตัวเลข แทนลำดับที่ของนักเรียนในห้อง เช่น N02 หมายถึงนักเรียนลำดับที่ 2 ของห้อง เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล จากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้โดยดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบจำแนกข้อมูล (typological analysis) ซึ่งเป็นการจำแนกข้อมูลที่จะวิเคราะห์ตามความเหมาะสมของข้อมูลโดยใช้สามัญสำนึกและประสบการณ์ของผู้วิจัย (สุภางค์ จันทวานิช, 2552) ผู้วิจัยวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนคิดว่าจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน โดยตีความจากการที่นักเรียนบันทึกเกี่ยวกับ “นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อบรรยากาศการเรียนรู้ในช่วงโมเมนต์นี้ (ด้านอุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอน และครูผู้สอน) นักเรียนชอบการจัดการเรียนรู้ใน

ชั่วโมงนี้หรือไม่ เพราะเหตุ สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมในวันนี้ ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาได้อย่างไร นักเรียนต้องการให้ปรับเปลี่ยนกิจกรรมใดหรือไม่ เพราะเหตุใด และควรปรับเปลี่ยนอย่างไร นักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้” แล้วคำนวณหาค่าความถี่และคัดเลือกข้อความเพื่อนำมาเป็นตัวอย่างที่สะท้อนให้เห็นแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่นักเรียนคิดว่ามีผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนมีการกำหนดสัญลักษณ์แทนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาดังนี้ ตัวอักษร N แทนนักเรียน ตัวเลข แทนลำดับที่ของนักเรียนในห้อง เช่น N01 หมายถึง นักเรียนลำดับที่ 1 ของห้อง เป็นต้น

2. วิเคราะห์แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบอุปนัย ซึ่งเป็น การนำข้อมูลที่เป็นรูปธรรมหรือปรากฏการณ์ที่มองเห็นได้มาตีความและสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรม (สุภาพค์ จันทวานิช, 2552) ผู้วิจัยวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในแต่ละชั้นของการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องโมเมนตัมและการดล ในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผนว่าสามารถ พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหรือไม่ จากแนวทางที่ใช้ประกอบการสอนโดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน การแสดงทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน และปัญหาอุปสรรคหรือ ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ในบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

3. เปรียบเทียบแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากอนุทินสะท้อนการ เรียนรู้ของนักเรียน กับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล ที่สามารถพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการดล ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล และเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามคำถามวิจัย ดังนี้

คำถามวิจัยข้อที่ 1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล มีทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นอย่างไร

คำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาเรื่อง โมเมนตัมและการดล ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีแนวทางอย่างไร

ผลการวิจัยของคำถามวิจัยข้อที่ 1

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล มีทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นอย่างไร

ผู้วิจัยทำการศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการดล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 38 คนของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการดล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาเรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน จำนวน 5 สถานการณ์ และแบบฝึกหัด จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียด แล้วจัดกลุ่มคำตอบ และนำเสนอผลการศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากผลการศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาในด้านการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี (ร้อยละ 44.73) ด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี (ร้อยละ 55.26) ส่วนด้านการดำเนินการตามแผนอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้และระดับปรับปรุง (ร้อยละ 36.84) และด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง (ร้อยละ 63.16) อย่างไรก็ตาม หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้ว พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดีมากในตัวเองชี้ด้านการทำความเข้าใจปัญหา ด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหาและด้านการดำเนินการตามแผน ส่วนตัวเองชี้ด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี ดังแสดงผลการวิจัยในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำแนกตามตัวเองชี้

ตัวเองชี้ทักษะการคิด แก้ปัญหา	ค่าความถี่ (ร้อยละ) ของจำนวนคำตอบในแต่ละกลุ่มคำตอบ							
	ก่อนเรียน				หลังเรียน			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1. การทำความเข้าใจ ปัญหา	16 (42.11)	17 (44.73)	4 (10.53)	1 (2.63)	33 (86.84)	4 (10.53)	1 (2.63)	- (0.00)
2. การเสนอวิธีการ แก้ปัญหา	2 (5.26)	21 (55.26)	8 (21.05)	7 (18.42)	29 (76.32)	6 (15.79)	2 (5.26)	1 (2.63)
3. การดำเนินการ ตามแผน	1 (2.63)	9 (23.68)	14 (36.84)	14 (36.84)	21 (55.26)	9 (23.68)	5 (13.16)	3 (7.89)
4. การตรวจสอบผลลัพธ์ จากการแก้ปัญหา	1 (2.63)	3 (7.89)	10 (26.32)	24 (63.16)	9 (23.68)	12 (31.58)	11 (28.95)	6 (15.79)

หมายเหตุ: A = กลุ่มคำตอบในระดับดีมาก

B = กลุ่มคำตอบในระดับดี

C = กลุ่มคำตอบในระดับพอใช้

D = กลุ่มคำตอบในระดับปรับปรุง

ในการนำเสนอผลการศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาซึ่งเป็นแบบอัตโนมัติ จำนวน 5 สถานการณ์ ที่ครอบคลุมทักษะทั้ง 4 ตัวบ่งชี้ คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การเสนอวิธีการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) การตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้แยกพิจารณาแต่ละตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

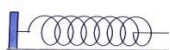
ด้านการทำความเข้าใจปัญหา

ผู้วิจัยตรวจสอบทักษะการคิดแก้ปัญหาในด้านการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาจำนวน 5 สถานการณ์ โดยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วเขียนประเด็นปัญหาที่พบในสถานการณ์นั้นพร้อมทั้งระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ดังตัวอย่างสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนต้องตอบคำถามในข้อ 1 และข้อ 2 และ ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนต้องตอบคำถามในข้อ 6 และข้อ 7 ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1

นายวิทยา กำลังทดลองประดิษฐ์ของเล่นชิ้นหนึ่ง ซึ่งต้องการปล่อยลูกโบว์ลิ่งให้เคลื่อนที่เข้าชนสปริง แล้วกระเด็นกลับมา และสามารถหยุดการเคลื่อนที่ได้ที่ระยะห่างจากปลายสปริง 2 เมตร โดยมีอุปกรณ์ที่สามารถเลือกใช้ได้ ดังนี้

1. ลูกโบว์ลิ่งหนัก 1 กิโลกรัม
2. สปริงที่มีค่าคงที่สปริง 500 นิวตัน/เมตร



3. แผ่นไม้ผิวขรุขระสำหรับรองรับการเคลื่อนที่ของลูกโบว์ลิ่งบนพื้นราบ ยาว 5 เมตร และมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างลูกโบว์ลิ่งและแผ่นไม้เป็น 0.5



4. กล่องไม้ขนาดใหญ่รูปสามเหลี่ยมสูง 3 เมตร ดังรูป



5. กล่องไม้ขนาดใหญ่รูปทรงโค้ง โดยส่วนโค้งสูง 2 เมตร ดังรูป



จากความรู้ เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน นายวิชาจะออกแบบชุดการทดลองและประดิษฐ์ของเล่นนี้อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 1 – 5

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของนายวิชาในสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

2. จากสถานการณ์นี้นายวิชามีข้อมูลอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

นายบอยเล่นเครื่องเล่นเรือไวกิ้งเครื่องหนึ่ง ซึ่งถูกแขวนด้วยแท่งเหล็กขนาดใหญ่และมีความยาว 30 เมตร เมื่อมอเตอร์ไฮดรอลิกเริ่มทำงานเหวี่ยงเรือไวกิ้งขึ้นไปถึงความสูงจากพื้น 20 เมตร ก่อนที่จะปล่อยให้เรือไวกิ้งเคลื่อนที่เองคล้ายลูกตุ้มนาฬิกา นายบอย สังเกตเห็นว่าตนเองถูกแกว่งไปเร็วมาก และเมื่อเครื่องเล่นเรือไวกิ้งเหวี่ยงมาถึงจุดต่ำสุด นายบอยรู้สึกว่ตนเองถูกแกว่งด้วยอัตราเร็วสูงสุดของการแกว่ง เขารู้สึกหวาดกลัว จึงเกิดความสงสัยว่าตนเองมีอัตราเร็วกี่เมตรต่อวินาที

จากความรู้ เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน นายบอยจะออกแบบและแก้ปัญหาเพื่อตอบข้อสงสัยได้อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 6 – 10

6. นักเรียนคิดว่าปัญหาของนายบอยในสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

7. จากสถานการณ์ดังกล่าวนายบอยมีข้อมูลอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

.....

.....

จากผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี (B) (ร้อยละ 44.73) โดยนักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ตรงประเด็น ครอบคลุมสมบูรณ์และบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครอบคลุมสมบูรณ์ โดยบอกข้อมูลได้ว่ามีอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แต่ไม่ได้บอกว่าข้อมูลนั้นมีขนาดเท่าใดดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 ระบุปัญหาว่า “ต้องหาวัตถุที่สามารถทำให้ลูกโบว์ลิ่งวิ่งเข้าชนสปริง และกระเด็นกลับมาหยุดเป็นระยะทาง 2 เมตรจากปลายสปริง” และบอกข้อมูลได้ว่า “น้ำหนักลูกโบว์ลิ่ง ระยะทางที่ต้องการหยุด ค่าคงที่ของสปริง และสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน” (N02)

สถานการณ์ที่ 2 ระบุปัญหาว่า “ต้องหาอัตราเร็วสูงสุดของการเคลื่อนที่” และบอกข้อมูลได้ว่า “ปล่อยเรือไวกิ้งจากความสูง 20 m ” (N24)

และนอกจากนี้นักเรียนที่สามารถบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยบอกข้อมูลและขนาดของข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้อย่างชัดเจน และมีการระบุปัญหาที่พบในสถานการณ์ได้ตรงประเด็นกับสถานการณ์แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยจัดให้อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี (B) เช่นกัน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 ระบุปัญหาว่า “จะทำอย่างไรให้ลูกโบว์ลิ่งหยุดการเคลื่อนที่ที่ระยะห่างจากสปริง 2 m” และบอกข้อมูลได้ว่า “ลูกโบว์ลิ่งหนัก 1 kg ค่าคงที่ของสปริง 500 N/m แผ่นไม้ขรุขระยาว 5 m มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน $\mu = 0.5$ กล่องไม้รูปสามเหลี่ยมสูง 3 m และกล่องไม้รูปทรงโค้งสูง 2 m” (N33) ซึ่งระบุปัญหาได้ตรงประเด็นว่าต้องการให้ลูกโบว์ลิ่งหยุดการเคลื่อนที่ที่ระยะห่างจากสปริง 2 m แต่ไม่ได้ระบุว่าลูกโบว์ลิ่งนี้จะต้องเข้าไปชนสปริงแล้วกระเด็นกลับมาหยุดได้ห่างจากปลายสปริงเป็นระยะ 2 m ส่วนในการบอกข้อมูลสามารถบอกได้ว่ามีข้อมูลใดและมีขนาดเท่าใด และบอกข้อมูลได้เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

สถานการณ์ที่ 2 ระบุปัญหาว่า “ต้องการทราบว่าตัวเองมีอัตราเร็วเท่าไร เมื่อเรือไวคิงเคลื่อนที่จากจุดสูงสุดถึงจุดต่ำสุด” และบอกข้อมูลได้ว่า “แท่งเหล็กขนาดใหญ่ ยาว 30 m เหยียงเรือไวคิงให้สูงจากพื้น 20 m” (N19) โดยนักเรียนระบุปัญหาได้ตรงประเด็นว่าต้องการทราบความเร็วของตนเอง แต่ไม่ได้ระบุให้ชัดเจนว่าเป็นความเร็วเมื่อเรือไวคิงอยู่ที่ตำแหน่งใดของการแกว่ง แต่นักเรียนได้ระบุว่าเป็นความเร็วเมื่อเรือไวคิงเคลื่อนที่จากจุดสูงสุดถึงจุดต่ำสุด ซึ่งเมื่อพิจารณาข้อความนี้แล้วพบว่ายังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร

ลำดับที่สอง พบว่า นักเรียนมีทักษะในการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) (ร้อยละ 42.11) โดยนักเรียนสามารถระบุปัญหาตรงประเด็นสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ดี มีความครบถ้วนสมบูรณ์ และสามารถบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยบอกได้ว่ามีข้อมูลใดบ้างที่เกี่ยวข้องและมีขนาดเท่าใด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 ระบุปัญหาว่า “จะสามารถหยุดการเคลื่อนที่ของลูกโบว์ลิ่งที่ระยะห่างจากสปริง 2 m ได้อย่างไรโดยใช้อุปกรณ์ที่ให้มีมา” (N21) หรือระบุปัญหาว่า “จะจัดวางอุปกรณ์อย่างไรให้ลูกโบว์ลิ่งสามารถเคลื่อนที่เข้าไปชนสปริงและกระเด็นกลับมาหยุดห่างจากปลายสปริงเป็นระยะ 2 m” (N36) และบอกข้อมูลได้ว่า “ลูกโบว์ลิ่งหนัก 1 kg ค่าคงที่ของสปริง 500 N/m แผ่นไม้กระดานยาว 5 m สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน $\mu = 0.5$ กล่องไม้รูปสามเหลี่ยมสูง 3 m และกล่องไม้รูปทรงโค้งสูง 2 m” (N21, N36)

สถานการณ์ที่ 2 ระบุปัญหาว่า “ต้องการทราบอัตราเร็วของเรือไวกิ้ง ขณะแกว่งมาถึงจุดต่ำสุด” (N11) หรือระบุปัญหาว่า “อัตราเร็วสูงสุดของการแกว่งมาเท่าใด” (N07) และบอกข้อมูลได้ว่า “แท่งแขวนเรือไวกิ้งยาว 30 m เรือแกว่งไปได้สูงสุด 20 m และปล่อยเรือด้วยความเร็วเริ่มต้น $u = 0 \text{ m/s}$ ” (N11, N07)

ลำดับที่สาม พบว่า นักเรียนมีทักษะในการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C) (ร้อยละ 10.53) โดยนักเรียนมีการระบุปัญหาได้ตรงประเด็น แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์และบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้องว่ามีข้อมูลใดที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 ระบุปัญหาว่า “จะอย่างไรให้ลูกโบว์ลิ่งสามารถวิ่งเข้าไปชนสปริงแล้วกระเด็นกลับออกมาได้” (N17) หรือ “จะอย่างไรให้ลูกโบว์ลิ่งหยุดการเคลื่อนที่” (N20) ซึ่งเป็นการระบุปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์แต่ยังไม่สมบูรณ์ว่า ลูกโบว์ลิ่งต้องกระเด็นกลับออกมาเป็นระยะเท่าใดตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด

และบอกข้อมูลดังนี้ “น้ำหนักลูกโบว์ลิ่ง, ค่าคงที่ของสปริง, ความยาวและความเสียดทาน, ความสูงของไม้รูปสามเหลี่ยมและความสูงของกล่องไม้ไค้” (N17) หรือ บอกข้อมูลดังนี้ “แผ่นไม้ขรุขระ, กล่องไม้ขนาดใหญ่รูปทรงโค้ง, กล่องไม้รูปทรงสามเหลี่ยมและไม้กระดาน” (N20) ซึ่งบอกข้อมูลได้เพียงว่ามีข้อมูลใดที่เกี่ยวข้องแต่ไม่บอกขนาดของข้อมูลให้ชัดเจน

นอกจากนี้ นักเรียนบางส่วนสามารถบอกข้อมูลได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ ว่ามีข้อมูลใดที่เกี่ยวข้องและมีขนาดเท่าใด แต่ระบุปัญหาไม่ตรงประเด็นดังตัวอย่างคำตอบในสถานการณ์ที่ 2 ดังนี้

ระบุปัญหาว่า “เรือไวกิ้งแกว่งเร็วเกินไป จึงเกิดความสงสัยว่าตนเองมีอัตราเร็วกี่เมตรต่อวินาที” (N16) หรือ “อยากรู้ว่าตนเองมีอัตราเร็วเท่าใด ขณะอยู่บนเรือไวกิ้ง” (N24) ซึ่งเป็นการบอกข้อมูลที่ไม่ตรงประเด็น ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ว่าตนเองจะมีอัตราเร็วเท่าใด เมื่อเรือไวกิ้งมาอยู่ที่จุดใด ซึ่งเป็นจุดที่มีอัตราเร็วสูงสุดของการแกว่ง

และบอกข้อมูลดังนี้ “เรือไวกิ้งขึ้นไปถึงความสูงจากพื้น 20 m และถูกแขวนด้วยแท่งเหล็กขนาดใหญ่มีความยาว 30 m” (N16) หรือ “เรือมีความสูงจากพื้น 20 m, ความยาวของแท่งเหล็กและเรือเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกา” (N24)

เมื่อวิเคราะห์คำตอบผู้วิจัยจัดให้นักเรียนที่ตอบในลักษณะดังกล่าวอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C) เช่นกัน

และลำดับสุดท้าย พบว่า นักเรียนมีทักษะในการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง (D) (ร้อยละ 2.63) โดยนักเรียนมีการระบุปัญหาได้แต่ไม่ตรงประเด็นและบอกข้อมูลจากสถานการณ์ผิด หรือไม่ตอบคำถามเลย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 ระบุปัญหาว่า “จะให้ลูกโบว์ลิ่งเข้าชนสปริงให้ได้ 2 m ได้อย่างไร” (N35) หรือ “จะอย่างไรให้ลูกโบว์ลิ่งหยุดการเคลื่อนที่” (N04) ซึ่งเป็นการระบุข้อมูลไม่ตรงประเด็นว่า ลูกโบว์ลิ่งต้องเคลื่อนที่เข้าชนสปริงก่อนแล้วจะกระเด็นกลับมาหยุดและห่างจากปลายสปริงได้ ระยะ 2 m จึงจะสอดคล้องและตรงประเด็นกับสถานการณ์ที่กำหนด

และบอกข้อมูลดังนี้ “สัมพันธ์กับความเสียดทาน, รูปน้ำหนักลูกโบว์ลิ่ง, ค่าคงที่ของสปริง และรูปความยาวของแผ่นไม้” (N35) หรือ “กล่องไม้รูปทรงโค้ง, แผ่นไม้ขรุขระ และไม้กระดาน” (N04) ซึ่งเป็นการบอกข้อมูลได้แต่ไม่ครบ ไม่บอกขนาด ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้นี้ไปใช้ประกอบการแก้ปัญหาได้

สถานการณ์ที่ 2 ระบุปัญหาว่า “ต้องการทราบว่าตัวเองถูกเหวี่ยงลงมาที่จุดต่ำสุดของเรือ ด้วยอัตราเร็วเท่าใด” (N38) หรือ “อยากรู้ว่าจุดต่ำสุดของตนเองมีความเร็วเท่าใด” (N31) ซึ่งเป็นการระบุไม่ตรงประเด็นว่า ตัวเองถูกเหวี่ยงลงมาที่จุดต่ำสุดของเรือ ซึ่งในสถานการณ์ที่กำหนดได้กล่าวถึงว่าเรือไวก็เคลื่อนที่มาถึงจุดต่ำสุด หรือ ควรระบุปัญหาว่า ที่จุดต่ำสุดตัวเองมีความเร็วเท่าใด ซึ่งไม่ตรงประเด็น ควรระบุปัญหาว่า ถ้าเรือมาถึงจุดต่ำสุดจะมีความเร็วเท่าใด ซึ่งตรงประเด็นและชัดเจน

บอกข้อมูลดังนี้ “ความยาวของเรือ และความสูง” (N38) หรือ “ความสูง และความเร็ว” (N31) ซึ่งการบอกข้อมูลว่า ความยาวของเรือ หรือบอกได้เพียงว่ามีข้อมูลใด แต่ไม่บอกขนาดของข้อมูลนั้น ซึ่งจากตัวอย่างคำตอบเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

อย่างไรก็ตาม หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาแล้ว พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะในด้านการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับดีมาก (A) (ร้อยละ 86.84) คือ สามารถระบุปัญหาดตรงประเด็นถูกต้อง ครบถ้วนและบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน ส่วนจำนวนนักเรียนในกลุ่มคำ

ตอบระดับดี (B) และกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C) มีจำนวนลดลง และไม่พบว่ามีนักเรียนคนใดอยู่ในระดับปรับปรุง (D) นักเรียนในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามตัวบ่งชี้ทักษะด้านการทำความเข้าใจปัญหา ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ทักษะด้านการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ค่าความถี่ (ร้อยละ) ของจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถาม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
กลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A)	16 (42.11)	33 (86.84)
กลุ่มคำตอบระดับดี (B)	17 (44.73)	4 (10.53)
กลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C)	4 (10.53)	1 (2.63)
กลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง (D)	1 (2.63)	- (0.00)

หมายเหตุ: A = กลุ่มคำตอบในระดับดีมาก

คือ กลุ่มที่ระบุปัญหาตรงประเด็น สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง พลังงานและสามารถบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์

B = กลุ่มคำตอบในระดับดี

คือ ระบุปัญหาตรงประเด็น แต่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง พลังงานและบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์

หรือระบุปัญหาตรงประเด็น สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง พลังงาน และบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

C = กลุ่มคำตอบในระดับพอใช้

คือ ระบุปัญหาได้ตรงประเด็น แต่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง พลังงานและบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

หรือสามารถบอกข้อมูลได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ แต่ระบุปัญหาไม่ตรงประเด็น

D = กลุ่มคำตอบในระดับปรับปรุง

คือ กลุ่มที่ระบุปัญหาไม่ตรงประเด็นและบอกข้อมูลจากสถานการณ์ผิด หรือ
ไม่ตอบคำถาม

ผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะในด้านการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนได้ โดยนักเรียนสามารถระบุปัญหาได้สอดคล้องสถานการณ์ที่กำหนดและตรงประเด็นว่าต้องการแก้ปัญหาอะไร ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการดล ที่ให้นักเรียนทำหลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินการในวงจรที่ 1 และ 2 ดังตัวอย่างสถานการณ์ที่ 1 เป็นเนื้อหาเรื่อง การดล ซึ่งนักเรียนต้องตอบคำถามในข้อ 1 และข้อ 2 ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1

นายต้อง ต้องการแทงลูกบิลเลียด A ให้ไปชนกับลูกบิลเลียด C ซึ่งมีลูกบิลเลียด B วางขวางอยู่ และทั้งสามลูกวางอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยนายต้องวางแผนที่จะแทงลูกบิลเลียด A ให้เข้าชนขอบโต๊ะเพื่อหลบลูกบิลเลียด B ด้วยความเร็ว $2\sqrt{2}$ เมตรต่อวินาที และทำมุม 45 องศากับขอบโต๊ะ เพื่อเคลื่อนที่ออกด้วยความเร็วเท่าเดิมและทำมุม 45 องศากับขอบโต๊ะเช่นเดิม และจะสามารถไปชนลูกบิลเลียด C ได้โดยไม่ให้ชนกับลูกบิลเลียด B ถ้านายต้องกำหนดช่วงเวลาที่ลูกบิลเลียดจะใช้ในการชนเป็น 0.01 วินาที และลูกบิลเลียดแต่ละลูกมีมวล 0.2 กิโลกรัม นายต้องจึงเกิดความสงสัยว่าแรงดลที่จะเกิดขึ้นเมื่อลูกบิลเลียดเกิดการชนตามที่วางแผนไว้จะเป็นเท่าใด

จากความรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการดล นายต้องจะออกแบบและแก้ปัญหาเพื่อตอบข้อสงสัยของตนเองได้อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 1 – 5

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของนายต้อง ในสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

2. จากสถานการณ์นี้นายต้อง มีข้อมูลอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

.....

จากผลการวิเคราะห์คำตอบพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาได้ตรงประเด็น สถานการณ์ที่กำหนด เช่น “ต้องการหาแรงดลที่เกิดขึ้นมีค่าเป็นเท่าใด” (N17, N23) หรือ “หาแรงดลที่เกิดขึ้นเมื่อลูกบิลเลียดเกิดการชน” (N03, N14, N36, N23) เป็นต้น

และระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์และนำมาใช้แก้ปัญหาได้ชัดเจน โดยบอกได้ว่ามีข้อมูลใดและมีขนาดเท่าใด เช่น “ลูกบิลเลียด A และ C มีมวล 0.2 kg, ลูกบิลเลียด A ถูกแทงด้วย

ความเร็ว $u_A = v_A = 2\sqrt{2}m/s$, $t = 0.01 s$, $\theta = 45^\circ$ (N09, N14) แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังบอกข้อมูลได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เช่น “ลูกบิลเลียดมีมวล $0.2 kg$, ลูกบิลเลียด A ถูกแทงด้วยความเร็ว $u_A = 2\sqrt{2}m/s$, $t = 0.01 s$ ” (N10, N25, N30) เป็นต้น โดยไม่บอกว่า v_A และ มุม θ เป็นเท่าใด

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์แบบฝึกหัดที่นักเรียนทำหลังการจัดการเรียนรู้ทุกกิจกรรม ตัวอย่างเช่นเรื่อง โมเมนตัม เมื่อให้สถานการณ์ในแบบฝึกหัด ดังนี้

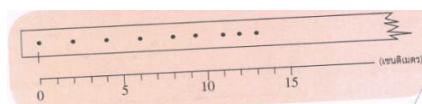
เรื่อง ลูกอุกกาบาตถล่มโลก

เมื่อวันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2515 มีลูกอุกกาบาตลูกหนึ่งพุ่งผ่านโลก ทางฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาเหนือ เห็นเป็นทางสีขาวพุ่งผ่านทางขอบฟ้า ซึ่งเห็นได้ในตอนกลางวันอย่างชัดเจน การเคลื่อนที่ของมันใกล้โลกค่อนข้างมาก มีโอกาสที่จะพุ่งชนโลกตลอดเวลา มวลของลูกอุกกาบาตลูกนี้มีค่าเท่ากับ 4×10^6 กิโลกรัม และมีความเร็วประมาณ 15 กิโลเมตรต่อวินาที สมมติว่ามันเปลี่ยนทิศทางพุ่งเข้าหาโลกในแนวตั้งด้วยความเร็วเท่าเดิม ลูกอุกกาบาตลูกนี้จะมีขนาดและทิศทางของโมเมนตัมเท่าใด และจะเกิดเหตุการณ์ใดเมื่อพุ่งเข้าชนโลก ให้นักเรียนนำความรู้เรื่องโมเมนตัมมาอธิบาย (กำหนด พลังงาน 5.5×10^{13} จูล เทียบเท่าระเบิดปรมาณู 1 ลูก)

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกปัญหาที่พบในสถานการณ์ได้ว่า จะเกิดปัญหาอะไร นำข้อมูลที่มีไปเชื่อมโยงกับบทเรียนว่าสถานการณ์ได้กล่าวถึงอะไรเกี่ยวกับโมเมนตัม นำข้อมูลที่มีเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เรื่อง พลังงานจลน์มาใช้หาค่าพลังงานที่จะเกิดเมื่อลูกอุกกาบาตเข้าชนโลก ได้อย่างไร

ในการทดลองเกี่ยวกับการชนของรถทดลองสองคัน A และ B บนพื้นราบไม่มีความเสียดทาน รถ A มีมวล 0.5 กิโลกรัม วิ่งเข้าชนรถ B ซึ่งอยู่ขั้วที่ 0 ภายหลังกการชนทั้งสองเคลื่อนที่ติดไปด้วยกัน โดยแถบกระดาษที่ติดไว้กับรถ A และผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาจะมีลักษณะดังแถบกระดาษนี้

รถ B ที่ใช้ในการทดลองนี้มีมวลเท่าใด



จากสถานการณ์เรื่อง การชนใน 1 มิติ เมื่อให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุได้ว่า ปัญหาคือ รถทดลอง B ต้องมีมวลเท่าใดจึงจะสามารถใช้กับการทดลองนี้ได้ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันในการมองเห็นว่าอะไรคือปัญหาที่เกิดขึ้นกับตนเองหรือสิ่งแวดล้อมรอบตัว

จากการตรวจแบบฝึกหัดพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะในด้านการทำความเข้าใจปัญหา โดยนักเรียนสามารถระบุปัญหา บอกข้อมูลได้ และนำไปใช้หาคำตอบของปัญหาได้ โดยใช้ องค์ความรู้ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาแล้ว

จากผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนดังที่ได้กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะในด้านการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนได้

ด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ในการตรวจสอบทักษะในด้านการเสนอวิธีแก้ปัญหของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาจำนวน 5 สถานการณ์ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอธิบาย ออกแบบ วางแผนวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่พบในตัวบ่งชี้ที่ 1 โดยกำหนดเป็นขั้นตอนว่านักเรียนจะแก้ปัญหที่พบนั้นมีขั้นตอนอย่างไรบ้างที่สามารถนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาได้ ดังตัวอย่างสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนต้องตอบคำถามในข้อ 13 และตัวอย่าง สถานการณ์ที่ 4 นักเรียนต้องตอบคำถามในข้อ 18 ดังนี้

สถานการณ์ที่ 3

ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ครูแอนได้จัดเกมการแข่งขันขึ้น โดยแขวนลูกฟุตบอลไว้บนเพดานซึ่งลูกฟุตบอลอยู่สูงจากพื้น 6 เมตร แล้วให้นักเรียน 3 กลุ่มส่งตัวแทนเข้าร่วมแข่งขันกลุ่มละ 1 คน เพื่อแข่งกันทำให้ลูกฟุตบอลที่แขวนอยู่นั้นสามารถแกว่งไปได้อย่างรวดเร็ว 10 เมตรต่อวินาที และมีเงื่อนไขว่าต้องใช้อุปกรณ์ทั้งหมดที่ให้พร้อมกันในครั้งเดียว โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขัน ดังนี้

1. เส้นเชือกยาว 4 เมตร
2. ลูกบอลพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร มวล 400 กรัม
3. เครื่องจับความเร็ว 1 เครื่อง

ในการแข่งขันครั้งนี้ นาย A ได้นำลูกบอลผูกกับเส้นเชือกแล้วเหวี่ยงให้เป็นวงกลมในแนวตั้งเพื่อให้ไปชนกับลูกฟุตบอลที่แขวนอยู่ นั่นคือ นาย A จะต้องทราบว่าความเร็วที่ใช้ในการเหวี่ยงลูกบอลพลาสติกให้ผ่านจุดต่ำสุดของการแกว่งต้องเป็นเท่าใด นาย A จึงจะสามารถ ทำให้ลูกฟุตบอลที่แขวนอยู่แกว่งไปได้อย่างรวดเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ก่อนผู้เข้าแข่งขันคนอื่น ๆ และจะเป็นผู้ชนะทันที

ถ้านักเรียนเป็นนาย A นักเรียนจะนำความรู้ เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน มาออกแบบและแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 11 – 15

13. จากปัญหาและข้อมูลที่ได้ นาย A จะออกแบบและวางแผนวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาในการแข่งขันครั้งนี้ได้อย่างไร ให้กำหนดเป็นขั้นตอน

.....

สถานการณ์ที่ 4

ลูกฟุตบอลลูกหนึ่งมีมวล 500 กรัม ปล่อยให้ตกจากตึกใบหยกชั้นที่ 50 ซึ่งสูงชั้นละ 4 เมตร เมื่อลูกฟุตบอลลอยตกลงมาได้นาน 5 วินาที ก็มีผู้ที่อยู่ในตึกสังเกตเห็นพอดี เขาอยากทราบว่าขณะที่เขาเห็นลูกฟุตบอลลอยอยู่นั้นลูกฟุตบอลมีพลังงานชนิดใดบ้างและพลังงานนั้นมีค่าเท่าใด

ถ้านักเรียนจะต้องเป็นผู้อธิบาย นักเรียนจะนำความรู้เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน มาออกแบบและแก้ปัญหาเพื่ออธิบายพลังงานของลูกฟุตบอลนี้ได้อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 16 – 20

18. จากปัญหาและข้อมูลที่ได้ นักเรียนจะออกแบบและวางแผนวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ อย่างไร ให้กำหนดเป็นขั้นตอน

.....

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี (B) (ร้อยละ 55.26) โดยนักเรียนสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 4 – 5 ข้อ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้

สถานการณ์ที่ 3 นักเรียนกำหนดขั้นตอนได้ว่า 1) วิเคราะห์สถานการณ์ 2) วิเคราะห์ข้อมูล 3) ศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการแกว่งลูกบอลพลาสติก 4) ค้นหาความเร็วที่ต้องใช้ในการแกว่งและ 5) แกว่งลูกบอลพลาสติกและจับความเร็ว (N31)

สถานการณ์ที่ 4 นักเรียนกำหนดขั้นตอนได้ว่า 1) วิเคราะห์ปัญหา 2) วาดรูปตามข้อมูลที่มีในโจทย์สถานการณ์ 3) คำนวณหาความเร็วของลูกฟุตบอลเมื่อปล่อยลงมาได้เวลา 5 วินาที 4) สืบค้นข้อมูลและ 5) แทนค่าสมการเพื่อหาคำตอบ (N30)

จากตัวอย่างคำตอบดังกล่าว นักเรียนสามารถกำหนดขั้นตอนได้สอดคล้องทุกข้อ แต่บอกรายละเอียดของขั้นยังไม่ชัดเจน เช่น ในสถานการณ์ที่ 3 ขั้น 4) ค้นหาความเร็วที่ต้องใช้ในการแกว่ง นักเรียนไม่ได้บอกรายละเอียดว่าจะต้องใช้ความรู้ในเรื่องใดมาช่วยในการหาข้อมูล หรือ

สถานการณ์ที่ 4 ชั้น 3) และ 5) นักเรียนยังขาดรายละเอียดของข้อมูลที่จะมาใช้อธิบายให้ชัดเจนว่า ใช้ความรู้ หรือ สมการในเรื่องใดมาคำนวณหาปริมาณเหล่านั้น

ลำดับที่สอง พบว่า นักเรียนมีทักษะในการเสนอวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C) (ร้อยละ 21.05) โดยนักเรียนสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 2 – 3 ข้อ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

สถานการณ์ที่ 3 นักเรียนกำหนดขั้นตอนได้ว่า 1) อ้างอิงทฤษฎี การอนุรักษ์พลังงาน 2) แขนงลูกบอลกับเชือก 3) แก่งลูกบอลพลาสติกและ 4) จับความเร็ว (N01)

สถานการณ์ที่ 4 นักเรียนกำหนดขั้นตอนได้ว่า 1) วิเคราะห์ปัญหา 2) คำนวณหาความเร็วของลูกฟุตบอลเมื่อปล่อยลงมาได้เวลา 5 วินาที และ 3) เมื่อทราบตำแหน่ง ก็จะรู้ว่า ณ จุดนั้นมีพลังงานชนิดใดบ้าง (N35)

จากตัวอย่างคำตอบดังกล่าว นักเรียนสามารถกำหนดขั้นตอนได้สอดคล้องอย่างน้อย 2 ข้อ แต่ไม่เกิน 4 ข้อ ซึ่งนักเรียนบอกรายละเอียดของแต่ละขั้นยังไม่ชัดเจน เช่น ในสถานการณ์ที่ 3 ชั้น 2) แขนงลูกบอลกับเชือกและ 3) แก่งลูกบอลพลาสติก นักเรียนบอกได้ว่าใช้ทฤษฎี การอนุรักษ์พลังงานแต่ไม่ได้บอกรายละเอียดได้ชัดเจนว่าใช้สมการใดมาช่วยแก้ปัญหา หรือ สถานการณ์ที่ 4 ชั้น 2) นักเรียนยังขาดรายละเอียดของข้อมูลที่จะมาใช้อธิบายให้ชัดเจนว่า ใช้ความรู้ หรือ สมการในเรื่องใดมาคำนวณหาปริมาณเหล่านั้น

ลำดับที่สาม พบว่า นักเรียนมีทักษะในการเสนอวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง (D) (ร้อยละ 18.42) ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่เสนอวิธีแก้ปัญหาผิด หรือ เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปไม่ได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

สถานการณ์ที่ 3 นักเรียนกำหนดขั้นตอนได้ว่า 1) วิเคราะห์โจทย์ 2) วาดรูปและ 3) แทนค่าในสมการ (N13)

สถานการณ์ที่ 4 นักเรียนกำหนดขั้นตอนได้ว่า 1) วิเคราะห์ปัญหา 2) เริ่มทำการทดลอง 3) คำนวณและ 4) ตรวจผลการทดลอง (N02)

จากตัวอย่างคำตอบดังกล่าว นักเรียนไม่สามารถกำหนดขั้นตอนให้สอดคล้องกับสถานการณ์เท่าที่ควรในเกือบทุกขั้นตอน และมีบางข้อที่เป็นไปไม่ได้ เช่น ในสถานการณ์ที่ 4 ขั้น 2) เริ่มทำการทดลองเมื่อพิจารณาจากสถานการณ์แล้ว การทดลองปล่อยลูกฟุตบอลที่ความสูงตามเงื่อนไขในสถานการณ์ ทำได้ยาก

และลำดับสุดท้าย พบว่า นักเรียนมีทักษะในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) (ร้อยละ 5.26) โดยเป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 6 ข้อขึ้นไปและมีรายละเอียดที่ชัดเจนในแต่ละขั้นตอน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

สถานการณ์ที่ 3 นักเรียนกำหนดขั้นตอนได้ว่า 1) วิเคราะห์โจทย์สถานการณ์ 2) วิเคราะห์ข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ 3) วาดรูปเพื่อพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องตามที่สถานการณ์กำหนดให้ 4) ทดลองแกว่งลูกบอลพลาสติกก่อน 5) ค้นหาความเร็วจากการใช้กฎอนุรักษ์พลังงาน 6) แขนงลูกบอลพลาสติกกับเชือกแล้วแกว่งให้ชนกับลูกฟุตบอลตามความเร็วที่คำนวณได้และใช้เครื่องจับความเร็ว 7) สรุปคำตอบ (N28)

สถานการณ์ที่ 4 นักเรียนกำหนดขั้นตอนได้ว่า 1) วิเคราะห์ปัญหา 2) วาดรูปตามข้อมูลที่มีในโจทย์สถานการณ์ 3) นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์บอกชนิดของพลังงาน 4) คำนวณหาความเร็วของลูกฟุตบอลเมื่อปล่อยลงมาได้เวลา 5 วินาที 5) คำนวณหาค่าพลังงานแต่ละชนิดจากความรู้เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน และ 6) สรุปคำตอบ (N12)

อย่างไรก็ตาม หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาแล้ว พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา อยู่ในระดับดีมาก (A) (ร้อยละ 76.32) คือ สามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 5 ข้อขึ้นไปส่วนจำนวนนักเรียนในกลุ่มคำตอบระดับดี (B) กลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C) และกลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง (D) มีจำนวนลดลงขณะที่นักเรียนในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามตัวบ่งชี้ทักษะด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ทักษะด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ค่าความถี่ (ร้อยละ) ของจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถาม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
กลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A)	2 (5.26)	29 (76.32)
กลุ่มคำตอบระดับดี (B)	21 (55.26)	6 (15.79)
กลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C)	8 (21.05)	2 (5.26)
กลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง (D)	7 (18.42)	1 (2.63)

หมายเหตุ: A = กลุ่มคำตอบในระดับดีมาก

คือ กลุ่มที่เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 6 ข้อขึ้นไป

B = กลุ่มคำตอบในระดับดี

คือ กลุ่มที่เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 4 – 5 ข้อ

C = กลุ่มคำตอบในระดับพอใช้

คือ กลุ่มที่เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 2 – 3 ข้อ

D = กลุ่มคำตอบในระดับปรับปรุง

คือ กลุ่มที่เสนอวิธีแก้ปัญหาผิด หรือ เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปไม่ได้

ผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะในการเสนอวิธีการแก้ปัญหานักเรียนได้โดยนักเรียนสามารถนำข้อมูลที่มีจากเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนดให้ มาวิเคราะห์และหาข้อมูลเพิ่มเติม นำความรู้เดิมจากการเรียนรู้ที่ผ่านมาแล้ว มากำหนดขั้นตอน มีรายละเอียดที่ชัดเจนว่าต้องแก้ปัญหายังไง เพื่อให้ได้คำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาเรื่อง โมเมนตัมและการคล ที่ให้นักเรียนทำหลังจาก

เสร็จสิ้นการดำเนินการในวงจรที่ 1 และ 2 ดังตัวอย่างสถานการณ์ที่ 2 เป็นเนื้อหาเรื่อง การชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่น ซึ่งนักเรียนต้องตอบคำถามในข้อ 8 ดังนี้

สถานการณ์ที่ 2

ในการทดลองการชนใน 1 มิติ โดยให้ผู้ทดลองสองคนกอดลูกบอลพลาสติกขนาดเท่ากันมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ไว้ที่หน้าอกของตนเอง ผู้ทดลองคนแรกมีมวลรวมกับลูกบอลพลาสติกเป็น 45 กิโลกรัม ผู้ทดลองคนที่สองมีมวลรวมกับลูกบอลพลาสติกเป็น 50 กิโลกรัม ผู้ทดลองทั้งสองคนได้ยืนห่างกันเป็นระยะ 4 เมตร หลังจากนั้นทั้งคู่วิ่งเข้าชนกันตรง ๆ โดยผู้ทดลองคนแรกจะวิ่งเข้าชนด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ส่วนผู้ทดลองคนที่สองจะวิ่งเข้าชนด้วยความเร็ว 3 เมตรต่อวินาที นักเรียนคิดว่าจากการทดลองนี้ผลการทดลองจะเป็นอย่างไรและความเร็วหลังชนของผู้ทดลองทั้งสองคนจะมีค่าเท่าใด

จากความรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการดล นักเรียนแก้ปัญหาเพื่ออธิบายผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 6 – 10

8. จากการทดลองดังกล่าว นักเรียนจะออกแบบและวางแผนวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาในการหาคำตอบนี้ได้ อย่างไร ให้กำหนดเป็นขั้นตอน

.....

จากผลการวิเคราะห์คำตอบพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดขั้นตอนการดำเนินการที่สอดคล้องกับสถานการณ์และเป็นไปได้ แต่ไม่มีการอธิบายรายละเอียดของขั้นตอน เช่น “1) พิจารณาข้อมูลและวาดภาพจำลองสถานการณ์ก่อนชนและหลังชน 2) พิจารณาทิศทางของความเร็ว 3) เลือกใช้สมการที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาเรื่อง การชนใน 1 มิติแบบยืดหยุ่น 4) สรุปผลการทดลอง” เป็นต้น (N25, N31, N14) และมีนักเรียนบางคนที่มีการออกแบบขั้นตอนที่เป็นไปได้ แต่ไม่สมบูรณ์ นำเสนอได้เพียง 2-3 ขั้นตอน เช่น “1) วาดภาพ 2) เขียนเวกเตอร์ของความเร็ว 3) พิจารณาสมการเรื่อง แรงดล $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ ” (N21, N33) เป็นต้น พบว่า ขั้น 1) ไม่บอกรายละเอียดว่าวาดภาพเกี่ยวกับอะไร และ ขั้น 3) เป็นการเลือกสมการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาผิด ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งควรใช้สมการ เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม มาแก้ปัญหการชนใน 1 มิติแบบยืดหยุ่น ดังนี้ $\sum P_{\text{ก่อนชน}} = \sum P_{\text{หลังชน}}: m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์แบบฝึกหัดที่นักเรียนทำหลังการจัดการเรียนรู้ทุกกิจกรรม ตัวอย่างเช่นเรื่อง การชนใน 1 มิติ เมื่อให้สถานการณ์ในแบบฝึกหัด ดังนี้

ช่างไม้ใช้ก้อนมวล 200 กรัม ตีตะปูมวล 2 กรัม ในแนวราบด้วยความเร็วของก้อนก่อนกระทบตะปูเป็น 10 เมตรต่อวินาที และก้อนไม้กระดอนจากหัวตะปู ถ้าเนื้อไม้มีแรงต้านทานเฉลี่ย 1000 นิวตัน ตะปูจะลึกในเนื้อไม้กี่เซนติเมตร

นักเรียนส่วนใหญ่มีการกำหนดขั้นตอน ดังนี้ 1) วาดภาพจากสถานการณ์ที่กำหนด 2) นำข้อมูลที่ได้มาแทนค่าในสมการเรื่อง กฎอนุรักษ์โมเมนตัม คำนวณหาอัตราเร็ว 3) นำความรู้เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงานมาคำนวณหา พลังงานจลน์ และ 4) สรุปคำตอบ ซึ่งพบว่านักเรียนมีการกำหนด และออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ มีรายละเอียดที่อ่านแล้วเข้าใจ แต่ขั้นตอนที่กำหนดไว้มิได้ครบตามกระบวนการแก้ปัญหาเท่าที่ควร ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้เรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนจะสามารถนำประสบการณ์การเรียนรู้ จากการแก้ปัญหาอธิบายและกำหนด ออกแบบขั้นตอน ได้ดีขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบในแบบฝึกหัด เรื่อง กฎอนุรักษ์โมเมนตัม

ลูกปืนมวล 20 กรัม ถูกยิงออกไปด้วยความเร็ว 1,000 เมตร/วินาที เข้าชนแท่งไม้มวล 2 กิโลกรัม ที่แขวนในแนวตั้ง ปรากฏว่าลูกปืนทะลุผ่านแท่งไม้ออกไปทันที โดยแท่งไม้จะแกว่งขึ้นได้สูงสุด 20 เซนติเมตร ความเร็วของลูกปืนที่ทะลุออกจากไม้มีค่าเท่าไร และพลังงานจลน์ของระบบสูญหายไปหรือไม่อย่างไร

นักเรียนส่วนใหญ่มีการกำหนดขั้นตอน ดังนี้ 1) วาดภาพจากสถานการณ์ที่กำหนดพร้อมระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 2) นำข้อมูลที่ได้มาแทนค่าในสมการเรื่อง กฎอนุรักษ์โมเมนตัม $\Sigma P_{\text{ก่อน}} = \Sigma P_{\text{หลัง}}$ ซึ่งอาจจะคิดตัวแปรอยู่ 2 ตัว 3) หาความเร็วจากกฎอนุรักษ์พลังงาน 4) นำความเร็วที่ได้ไปแทนใน $\Sigma P_{\text{ก่อน}} = \Sigma P_{\text{หลัง}}$ 5) สรุปคำตอบ และ 6) ตรวจสอบคำตอบที่ได้

จากการวิเคราะห์แบบฝึกหัดและอภิปรายของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำข้อมูลมาออกแบบ วางแผนวิธีการแก้ปัญหาได้ โดยในแผนที่ 1-2 นักเรียนบางคนยังไม่สามารถออกแบบ วิธีการแก้ปัญหาได้เท่าที่ควร อาจเป็นผลมาจากไม่สามารถหาข้อมูลเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ แต่เมื่อจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 3 เป็นต้นไป พบว่านักเรียนสามารถ ออกแบบ วางแผนได้ดีขึ้น และมีรายละเอียดที่ชัดเจน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีความคุ้นเคยกับแบบฝึกหัด และความเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีทักษะในด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหา คือสามารถระบุได้ว่ามีข้อมูลอะไรที่จะนำมาใช้ แล้วนำข้อมูลนั้นไปออกแบบการแก้ปัญหาอย่างไร โดยกำหนดขั้นตอนเป็นข้อ ได้อย่างละเอียดชัดเจน

จากผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนดังที่ได้กล่าวมา แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนได้

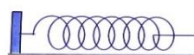
ด้านการดำเนินการตามแผน

ในการตรวจสอบทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการดำเนินการตามแผนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาจำนวน 5 สถานการณ์ ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอธิบาย แสดงวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอน ตามแผนที่กำหนดไว้แล้วในตัวบ่งชี้ที่ 2 ดังตัวอย่างสถานการณ์ที่ 1 ในข้อ 4 และสถานการณ์ที่ 5 ในข้อ 24 ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1

นายวิทยา กำลังทดลองประติศฐ์ของเล่นชิ้นหนึ่ง ซึ่งต้องการปล่อยลูกโบว์ลิ่งให้เคลื่อนที่เข้าชนสปริง แล้วกระเด็นกลับมา และสามารถหยุดการเคลื่อนที่ได้ที่ระยะห่างจากปลายสปริง 2 เมตร โดยมีอุปกรณ์ที่สามารถเลือกใช้ได้ ดังนี้

1. ลูกโบว์ลิ่งหนัก 1 กิโลกรัม
2. สปริงที่มีค่าคงที่สปริง 500 นิวตัน/เมตร



3. แผ่นไม้ผิวขรุขระสำหรับรองรับการเคลื่อนที่ของลูกโบว์ลิ่งบนพื้นราบ ยาว 5 เมตร และมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างลูกโบว์ลิ่งและแผ่นไม้เป็น 0.5



4. กล่องไม้ขนาดใหญ่รูปสามเหลี่ยมสูง 3 เมตร ดังรูป



5. กล่องไม้ขนาดใหญ่รูปทรงโค้ง โดยส่วนโค้งสูง 2 เมตร ดังรูป



จากความรู้เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน นายวิทยาจะออกแบบชุดการทดลองและประติศฐ์ของเล่นนี้ได้อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 1 – 5

4. จากขั้นตอนการแก้ปัญหาในข้อ 3 นักเรียนจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาเพื่อตอบคำถาม ได้อย่างไร

.....

สถานการณ์ที่ 5

อ้อมแอ้มจัดเก็บโตะทำงานและเก็บกระดาดที่ไม่ใช้แล้วลงในถังบรรจุกระดาดใบหนึ่ง ทำให้มีมวลของกระดาดและถังรวมกันเป็น 2 กิโลกรัม วางบนโตะทำงานที่มีความสูง 1.5 เมตร มีสปริงอันหนึ่งที่มีค่าคงที่สปริงเท่ากับ 2×10^2 นิวตัน/เมตร ตั้งอยู่ในแนวตั้งฉากที่ด้านข้างโตะทำงานของอ้อมแอ้ม ขณะนั้นอ้อมแอ้มได้เลื่อนสิ่งของไปกระทบถังบรรจุกระดาด ปรากฏว่าถังใบนี้หล่นและตกลงมากดทับปลายบนของสปริงให้หดเป็นระยะ 50 เซนติเมตร ขณะที่อ้อมแอ้มก็ลงไปยกถังออกจากสปริงนั้น อ้อมแอ้มสังเกตเห็นว่าสปริงถูกกดลงไปจนเกือบชิดพื้น จึงอยากรู้ว่าขณะที่ถังทับสปริงอยู่นั้น สปริงมีความสูงจากพื้นกี่เมตร ถ้าขณะนั้นไม่มีเครื่องมือสำหรับวัดความสูงเลย

อ้อมแอ้มจะนำความรู้เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน มาออกแบบและแก้ปัญหานี้ได้ อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 21 – 25

24. จากขั้นตอนการแก้ปัญหาในข้อ 23 นักเรียนจะแสดงวิธีการแก้ปัญหา ได้อย่างไร

.....

จากผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C) และระดับปรับปรุง (D) (ร้อยละ 36.84) โดยในระดับพอใช้ (C) นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้ แต่ไม่ละเอียดถี่ถ้วน ไม่ครบขั้นตอน และในระดับปรับปรุง (D) นักเรียนมีการแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หรือไม่แสดงวิธีทำ ไม่มีคำตอบเลย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 นักเรียนมีการกำหนดขั้นตอน ดังนี้ 1) นำกล่องไม้ไค้ติดกับสปริง 2) นำมาวางต่อกับแผ่นไม้ 3) นำกล่องไม้สามเหลี่ยมมาวางอีกฝั่งหนึ่ง และ 4) ปล่อยลูกโบว์ลิ่งไหลลงมาชนสปริง (N08)

นักเรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้ 1) ใช้กาวยึดระหว่างกล่องไม้ไค้ติดกับสปริง 2) นำแผ่นไม้มาต่อกับกล่องไม้ไค้ที่มีสปริงติดอยู่ 3) นำกล่องไม้สามเหลี่ยมมาวางอีกฝั่งหนึ่งตรงข้ามกับแผ่นไม้ 4) วางกล่องไม้สามเหลี่ยมให้ตรงกับสปริง และ 5) ปล่อยลูกโบว์ลิ่งไหลลงมาชนสปริง (N02)

สถานการณ์ที่ 5 นักเรียนมีการกำหนดขั้นตอน ดังนี้ 1) วิเคราะห์ปัญหา 2) สิ่งที่มีในโจทย์
ปัญหา 3) เริ่มทำการคำนวณ และ 4) ตรวจสอบผลการทดลอง โดยนักเรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหา
หรือดำเนินการตามขั้นตอนในภาพที่ 3

24. จากขั้นตอนการแก้ปัญหาในข้อ 23 นักเรียนจะแสดงวิธีการแก้ปัญหา ได้อย่างไร

ดำเนินการ:

$$1. \text{ ให้ } X \text{ แทนความเร็วของลูก}$$

$$2. \text{ จากกฎอนุรักษ์พลังงาน } E_1 = E_2$$

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2}kx^2$$

$$\frac{20(15)}{2} = \frac{1}{2}(200)x^2$$

$$0.03 = x^2$$

$$\sqrt{0.03} = x$$

สถานการณ์ที่ 5 (N28)

ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาในการดำเนินการตามแผน
ในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C)

ในการดำเนินการตามแผนที่วางไว้นั้น ต้องมีข้อมูลจากการออกแบบ วางแผน กำหนด
ขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหานักเรียนก่อนแล้วจึงนำมาพิจารณาการแสดงวิธีการแก้ปัญหา ว่า
เป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่ อย่างไร เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่อยู่ใน
กลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C) นั้น สามารถดำเนินการตามแผนหรือแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้อง
และเป็นไปตามแผนที่วางไว้ แต่ไม่มีรายละเอียดที่ชัดเจนเท่าที่ควร เช่น ในสถานการณ์ที่ 1
นักเรียนได้เขียนอธิบายวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ตรงกับขั้นตอนได้ครบทุกข้อ แต่ไม่
ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์ไม่ได้นำความรู้ เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน มาอธิบายเพื่อ
แสดงวิธีการแก้ปัญหาและในสถานการณ์ที่ 5 พบว่านักเรียนมีการกำหนดขั้นตอนที่เป็นไปได้ไว้ 4
ข้อ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยังไม่มีรายละเอียดมากพอที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาได้ และนักเรียนไม่สามารถ
แสดงวิธีทำได้ครบตามขั้นตอนทั้งหมดที่กำหนดไว้ ขาดขั้นตอนที่ 2 สิ่งที่ไม่เป็นปัญหา ซึ่ง
นักเรียนไม่ได้กำหนดไว้ว่าเป็นข้อมูลใด

ส่วนนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (D) นั้น ไม่สามารถกำหนดขั้นและแสดง
วิธีการแก้ปัญหาได้ มีการแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่สอดคล้องกับปัญหา ดังตัวอย่างคำตอบของ
นักเรียน ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1 นักเรียนมีการกำหนดขั้นตอน ดังนี้ 1) ครอบออกแบบให้เป็นไปตามกฎอนุรักษ์พลังงานและ 2) ใช้สมการคำนวณว่าควรใช้แผ่นไม้และแรงเสียดทานเท่าไร โดยนักเรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้ 1) $\Sigma E_1 = \Sigma E_2$ และ 2) ทำการทดลอง (N04) เมื่อพิจารณาการแสดงวิธีการแก้ปัญหาในทั้งสองข้อแล้ว พบว่า นักเรียนไม่ได้แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการแสดงวิธีแก้ปัญหาเลย

ลำดับที่สอง พบว่า นักเรียนมีทักษะในการดำเนินการตามแผนอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี (B) (ร้อยละ 23.68) โดยนักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ อย่างละเอียด สอดคล้องกับสถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้ แต่ไม่ครบทุกขั้น อาจขาดไปเพียง 1-2 ขั้นตอนและการแสดงวิธีการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในภาพที่ 4

3. จากปัญหาดังกล่าว นายวิชาควรออกแบบและวางแผนวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างไร ให้กำหนดเป็นขั้นตอน

วางแผน

1. วาดรูปของ ก. แยกภาพจุดวางของสิ่ง

2. หาความเร็วตรงจุด ① จากพลังงานของมวล

3. คำนวณความเร็วจุด ② โดยใช้ค่าของ k และ mg

4. จากขั้นตอนการแก้ปัญหาในข้อ 3 นักเรียนจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาคำถาม ได้อย่างไร

ใช้สูตรตามแผน

1. จากรูปหาความเร็วตรงจุด ① จากพลังงานของมวล

$u = 0 \text{ m/s}$

$E_p = E_k$

$mgh = \frac{1}{2}mv^2$

$10(3) = \frac{1}{2}v^2$

$\therefore v = 60 \text{ m/s} \rightarrow v = \sqrt{60} \text{ m/s}$

2. คำนวณความเร็วจุด ②

$E_1 - W_f = E_2$

$\frac{1}{2}mv^2 - \mu mgd = \frac{1}{2}mv^2$

$\frac{1}{2}(60) - 0.5(10)(5) = \frac{1}{2}v^2$

$\frac{1}{2}30 - 5(5) = \frac{1}{2}v^2$

$15 - 25 = \frac{1}{2}v^2$

$-10 = \frac{1}{2}v^2$

$\sqrt{10} \text{ m/s} = v$

3. คำนวณความเร็วจากจุดวาง

$\Sigma E_k = \Sigma E_{ps}$

สถานการณ์ที่ 1 (N19)

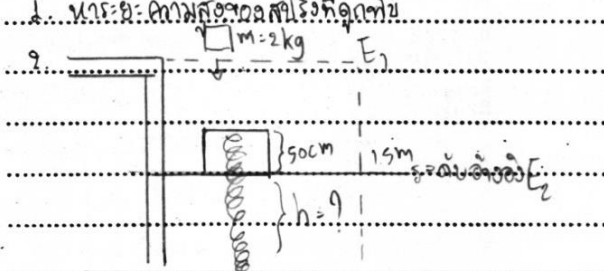
ภาพที่ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการดำเนินการตามแผนในกลุ่มคำตอบระดับดี (B)

23. จากปัญหาของอ้อมแอ้มและข้อมูลที่ได้นักเรียนจะออกแบบและวางแผนวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาในการหาคำตอบนี้ได้อย่างไร ให้กำหนดเป็นขั้นตอน

1. วิเคราะห์ปัญหา
2. ทดลองทดลองจุดที่มีในสถานการณ์กำหนดไว้
3. นำมาแทนค่าในสมการเพื่อหาคำตอบ

24. จากขั้นตอนการแก้ปัญหาในข้อ 23 นักเรียนจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างไร

1. พิจารณาภาพสถานการณ์ที่โจทย์ให้



2. $E_1 = E_2$

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgh = mgh + \frac{1}{2}kx^2$$

$$0 + 2(10)(1.5 - h) = 2(10)(h) + \frac{1}{2}(2 \times 10^3)(0.5)^2$$

$$30 + 20h = 100 + 0.25$$

3. $h = 0.25 \text{ m}$

4. ตำแหน่งที่สปริงจะกลับสู่สภาพเดิมคือ 0.25 m

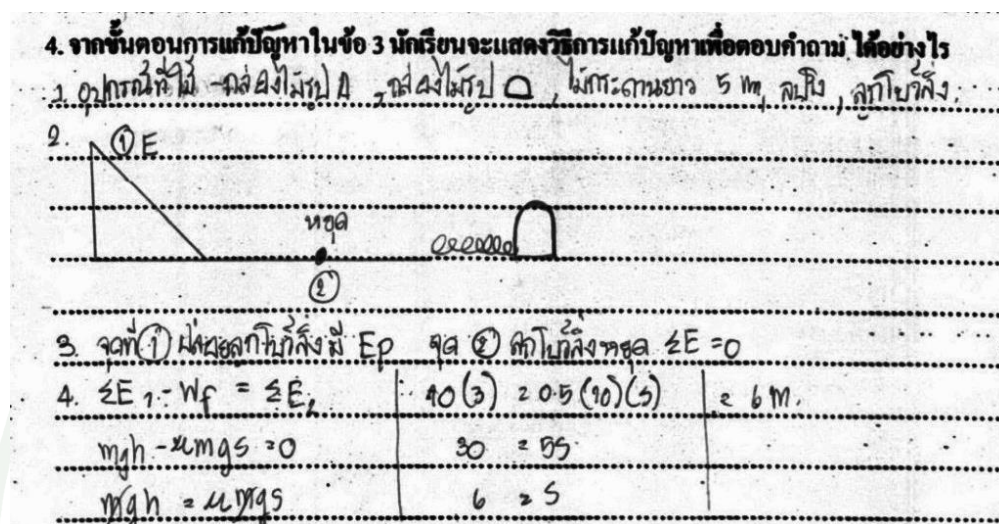
สถานการณ์ที่ 5 (N25)

ภาพที่ 4 (ต่อ)

จากตัวอย่างคำตอบของนักเรียน พบว่าในสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนมีการกำหนดขั้นตอนที่สอดคล้องและเป็นไปได้อย่างละเอียด และสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียด แต่ไม่ครบถ้วนตามขั้นตอน ขาดขั้นตอนที่ 4 และ 5 ส่วนในสถานการณ์ที่ 5 นักเรียนมีการกำหนดขั้นตอนที่เป็นไปได้ แต่ไม่มีรายละเอียดมากพอที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อวิเคราะห์การแสดงวิธีการแก้ปัญหา พบว่าสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียด

และลำดับสุดท้าย พบว่า นักเรียนมีทักษะในการดำเนินการตามแผน อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) (ร้อยละ 2.63) โดยนักเรียนแสดงวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ อย่างละเอียด สอดคล้องกับสถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้ทุกขั้นตอน ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 นักเรียนมีการกำหนดขั้นตอน ดังนี้ 1) เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 2) วาดภาพการจัดวางอุปกรณ์ที่เลือกใช้ 3) วิเคราะห์ค่าพลังงาน และ 4) คำนวณค่าพลังงานจาก กฎอนุรักษ์พลังงานโดยคิดแรงเสียดทาน 5) สรุปการทดลอง และ 6) จัดวางอุปกรณ์ตามที่คำนวณได้ (N27) และนักเรียนได้แสดงวิธีการดำเนินการตามขั้นตอน ออกแบบไว้ ดังตัวอย่างในภาพที่ 5



สถานการณ์ที่ 1 (N27)

ภาพที่ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการดำเนินการตามแผนในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) ในสถานการณ์ที่ 1

สถานการณ์ที่ 5 นักเรียนมีการกำหนดขั้นตอน ดังนี้ 1) วิเคราะห์ปัญหา 2) วาดภาพและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าพลังงาน 3) เลือกใช้สมการเพื่อหาความยาวของสปริง 4) นำความยาวที่คำนวณได้มาลบกับ 50 cm เพื่อหาความสูงที่ถูกกดทับ และ 5) สรุปคำตอบ และนักเรียนได้ดำเนินการตามขั้นตอน แผนการที่ออกแบบไว้ ดังตัวอย่างในภาพที่ 6

24. จากขั้นตอนการแก้ปัญหาในข้อ 23 -นักเรียนจะแสดงวิธีการแก้ปัญหา ได้อย่างไร

1. ต้องการทราบระยะของสปริงที่ถูกกดทับ

2. $x = 50 \text{ cm}$
 $h = 1 \text{ m}$

3. จากกฎอนุรักษ์พลังงาน $\Sigma E_1 = \Sigma E_2$

$$mgh = \frac{1}{2} kx^2$$

$$mg(x+0.5) = \frac{1}{2} (2 \times 10^2) (0.5)^2$$

$$2(10)(x+0.5) = 10^2 \times 0.25$$

$$20x + 10 = 25$$

$$20x = 15$$

$$x = \frac{15}{20} = 0.75 \text{ m}$$

4. ระยะของสปริงที่ถูกกดทับ $h = 1.5 - 0.75 = 0.75 \text{ m}$

5. ได้ที่ 0.25 m

สถานการณ์ที่ 5 (N30)

ภาพที่ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการดำเนินการตามแผนในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) ในสถานการณ์ที่ 5

อย่างไรก็ตาม หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาแล้ว พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะในด้านการดำเนินการตามแผนอยู่ในระดับดีมาก (A) (ร้อยละ 55.26) ส่วนจำนวนนักเรียนในกลุ่มคำตอบระดับดี (B) มีจำนวนคงเดิม ส่วนกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C) และกลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง (D) มีจำนวนลดลงนักเรียนในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามตัวบ่งชี้ทักษะในด้านการดำเนินการตามแผนทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ทักษะด้านการดำเนินการตามแผนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ค่าความถี่ (ร้อยละ) ของจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถาม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
กลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A)	1 (2.63)	21 (55.26)
กลุ่มคำตอบระดับดี (B)	9 (23.68)	9 (23.68)
กลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C)	14 (36.84)	5 (13.16)
กลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง (D)	14 (36.84)	3 (7.89)

หมายเหตุ: A = กลุ่มคำตอบในระดับดีมาก

คือ กลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ อย่างละเอียด สอดคล้องกับ
สถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้ได้ครบทุกขั้นตอน

B = กลุ่มคำตอบในระดับดี

คือ กลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ อย่างละเอียด สอดคล้องกับ
สถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้แต่ไม่ครบทุกขั้น อาจขาดไป
เพียง 1-2 ขั้นตอน

C = กลุ่มคำตอบในระดับพอใช้

คือ กลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ และ
เป็นไปตามแผนที่วางไว้แต่ไม่ละเอียดถี่ถ้วน ไม่ครบขั้นตอนอาจขาดไป
เพียง 1-2 ขั้นตอน

D = กลุ่มคำตอบในระดับปรับปรุง

คือ กลุ่มที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หรือไม่แสดงวิธี
ทำ ไม่มีคำตอบเลย

ผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยพัฒนาทักษะในด้านการดำเนินการตามแผนของนักเรียนได้โดยนักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้และความละเอียดถี่ถ้วนซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการดล ที่ให้นักเรียนทำหลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินการในวงจรที่ 1 และ 2 ดังตัวอย่างสถานการณ์ที่ 3 เป็นเนื้อหาเรื่อง การระเบิด ซึ่งนักเรียนต้องตอบคำถามในข้อ 14 ดังนี้

สถานการณ์ที่ 3

เด็กหญิงสมบุญมีมวล 60 กิโลกรัม ขึ้นไปยืนอยู่บนรถเลื่อนที่มีมวล 100 กิโลกรัม ขณะที่ขึ้นไปยืนได้สำเร็จปรากฏว่ารถเลื่อนก็เลื่อนออกไปข้างหน้าทันทีโดยยังไม่ทันตั้งตัวด้วยความเร็วคงที่ 2 เมตรต่อวินาที และข้างหน้าเป็นทางรถไฟซึ่งขณะเดียวกันก็มีรถไฟกำลังวิ่งผ่านพอดี ถ้าเด็กหญิงสมบุญควรทำอย่างไรเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุและไม่ให้รถเลื่อนเกิดความเสียหาย

เด็กหญิงสมบูรณ์จะนำความรู้ เรื่อง การระเบิดใน 1 มิติ มาออกแบบและแก้ปัญหาได้อย่างไร

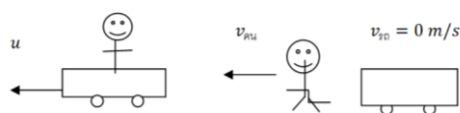
จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 11 – 15

14. จากขั้นตอนการแก้ปัญหาถ้านักเรียนเป็นเด็กหญิงสมบูรณ์จะแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

.....

จากผลการวิเคราะห์คำตอบพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการออกแบบ กำหนดขั้นตอนการดำเนินการที่สอดคล้องกับสถานการณ์และเป็นไปได้ และสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหา อธิบายได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างการออกแบบกำหนดขั้นตอน เช่น “1) พิจารณาข้อมูลและวาดภาพจำลองสถานการณ์ 2) พิจารณาทิศทางของความเร็ว 3) เลือกใช้สมการที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา 4) แทนค่าในสมการแสดงวิธีหาคำตอบ และ 5) สรุปคำตอบ” และแสดงวิธีการหาคำตอบดังนี้

1) วาดภาพจำลองสถานการณ์เขียนทิศทางของความเร็ว



2) จากความรู้เรื่องกฎโมเมนตัม $\Sigma P_{\text{ก่อนกระโดด}} = \Sigma P_{\text{หลังกระโดด}}$

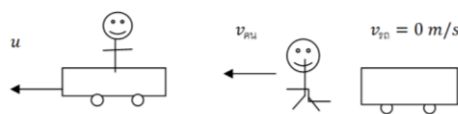
$$\begin{aligned} 3) \text{ แทนค่า } (m_{\text{คน}} + m_{\text{รถ}})u &= m_{\text{คน}}v_{\text{คน}} + m_{\text{รถ}}v_{\text{รถ}} \\ (60 + 100)2 &= 60v_{\text{คน}} + 100(0) \\ 320 &= 60v_{\text{คน}} \quad \text{ได้ว่า } 5.33 \text{ m/s} = v_{\text{คน}} \end{aligned}$$

4) เด็กหญิงสมบูรณ์ต้องกระโดดลงจากด้านหน้าของรถเคลื่อนด้วยความเร็ว 5.33 m/s เพื่อให้รถเลี้ยวหยุดได้ทัน และไม่เกิดความเสียหาย เป็นต้น

(N23)

และมีนักเรียนบางคน (2-3 คน) ที่มีการออกแบบขั้นตอนที่สอดคล้องกับสมการแต่มีบางขั้นตอนที่เป็นไปไม่ได้ และไม่มีรายละเอียดที่สมบูรณ์ และเมื่อดำเนินการตามขั้นตอนที่วางไว้จึงทำให้คำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาผิดไปด้วย ตัวอย่างการกำหนดขั้นตอน เช่น “1) วาดภาพเขียนเวกเตอร์ 2) แทนค่าตัวแปร 3) แทนค่าในสมการ แรงคล $F = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$ 4) หาคำตอบ และ 5) สรุปคำตอบ” และแสดงวิธีการหาคำตอบดังนี้

1) วาดภาพจำลองสถานการณ์เขียนทิศทางของความเร็ว



2) จากสมการ $F = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$

3) แทนค่า $F = 160(0 - 2)$ ได้ว่า $F = -320 \text{ N}$

(N02)

เมื่อพิจารณาคำตอบแล้ว พบว่านักเรียนไม่สามารถดำเนินการ แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จ มีการเลือกใช้สมการในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับสถานการณ์โดยเลือกสมการ เรื่องการคลมาใช้ แต่เมื่อพิจารณาสถานการณ์แล้ว ควรเลือกใช้สมการ เรื่อง การระเบิด หรือ กฎอนุรักษ์โมเมนตัม จึงจะสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนส่วนนี้อาจมีการเรียนรู้ได้ช้ากว่านักเรียนคนอื่น ๆ ครูจึงต้องอธิบายองค์ความรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มนี้อย่างละเอียด

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์แบบฝึกหัดที่นักเรียนทำหลังการจัดการเรียนรู้ทุกกิจกรรม ตัวอย่างเช่นเรื่อง การคล เมื่อให้สถานการณ์ในแบบฝึกหัด ดังนี้

นักฟุตบอลปีกซ้ายส่งลูกฟุตบอลมวล 0.4 กิโลกรัม มาตามพื้นดินด้วยอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ให้กองหน้าเตะลูกบอลลอยโค้งขึ้นทำมุม 53° กับแนวระดับ ด้วยอัตราเร็ว 30 เมตรต่อวินาที เพื่อหลบนักเตะทีมคู่ต่อสู้ ขณะที่เท้าสัมผัสลูกฟุตบอลใช้เวลา 0.01 วินาที นักฟุตบอลปีกซ้ายมีแรงลัพธ์ในการเตะลูกฟุตบอลและการคลของแรงลัพธ์นี้

จากสถานการณ์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาได้ดีขึ้นและกำหนดขั้นตอนได้ละเอียดมากขึ้น ส่งผลให้สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาแสดงวิธีการได้ดีขึ้น เช่น นักเรียนสามารถวาดรูประบุข้อมูลในสถานการณ์ได้ โดยสามารถกำหนดทิศทางของลูกฟุตบอลได้ถูกต้องแล้วใช้สมการ $\vec{F} \cdot \Delta t = m\vec{v} - m\vec{u}$ มาใช้แสดงวิธีการหาการคล ของสถานการณ์นี้ และสรุปคำตอบของปัญหา 1) พิจารณาข้อมูลจากรูป 2) จากสมการที่ใช้ในเรื่อง การคลและแรงคล นั่นคือ $\vec{F} \cdot \Delta t = m\vec{v} - m\vec{u}$ 3) พิจารณาทิศทางการคล พบว่า ทิศทางของความเร็วเริ่มต้นและความเร็วปลายมีทิศทำมุมต่อกันเมื่อแยกเวกเตอร์แล้ว พบว่า การคลมีทิศทางเดียวกับความเร็วปลาย v และ ความเร็วเริ่มต้น u มีทิศทางตรงข้ามจึงคิดเครื่องหมายลบ $\vec{F} \cdot \Delta t = m\vec{v}\cos 53^\circ - m\vec{u}$ แทนค่า

$\vec{F}(0.1) = 0.4(30)\cos 53^\circ - (0.4)20$ ได้ว่าแรงเฉลี่ยมีค่า 1,520 N คำนวณหาการคลได้ว่า $\vec{F} \cdot \Delta t =$
การคล = 15.2 kg.m/s

จากการตรวจแบบฝึกหัดและอภิปรายของนักเรียนพบว่าในการจัดการเรียนรู้ในช่วงแผนที่ 1-4 นักเรียนส่วนใหญ่ดำเนินการตามแผนได้ แต่แสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ละเอียด และไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ตนได้กำหนดไว้ หลังจากแผนที่ 5 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะในการดำเนินการตามแผน โดยนักเรียนสามารถดำเนินการได้ตามแผนที่วางไว้ได้อย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถกำหนดและออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นด้วย ซึ่งในการดำเนินการตามแผนจำเป็นจะต้องพิจารณาการออกแบบและกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานเป็นสำคัญ และต้องสอดคล้องกัน

จากผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนดังที่ได้กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาในการดำเนินการตามแผนได้

ด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยตรวจสอบทักษะในการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหานักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาจำนวน 5 สถานการณ์ โดยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วเขียนวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องทั้งหมดหรือไม่ และมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร เพื่อให้แน่ใจว่าแก้ปัญหาได้ถูกต้องดังตัวอย่างสถานการณ์ที่ 2 ในข้อ 10 และสถานการณ์ที่ 3 ในข้อ 15 ดังนี้

สถานการณ์ที่ 2

นายบอยเล่นเครื่องเล่นเรือไวกิ้งเครื่องหนึ่ง ซึ่งถูกแขวนด้วยแท่งเหล็กขนาดใหญ่และมีความยาว 30 เมตร เมื่อมอเตอร์ไฮดรอลิกเริ่มทำงานเหวี่ยงเรือไวกิ้งขึ้นไปถึงความสูงจากพื้น 20 เมตร ก่อนที่จะปล่อยให้เรือไวกิ้งเคลื่อนที่เองคล้ายลูกตุ้มนาฬิกา นายบอย สังเกตเห็นว่าตนเองถูกแกว่งไปด้วยอัตราเร็วมาก และเมื่อเครื่องเล่นเรือไวกิ้งเหวี่ยงมาที่จุดต่ำสุด นายบอยรู้สึกว่าเขาถูกแกว่งด้วยอัตราเร็วสูงสุดของการแกว่ง เขารู้สึกหวาดกลัว จึงเกิดความสงสัยว่าตนเองมีอัตราเร็วกี่เมตรต่อวินาที

จากความรู้ เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน นายบอยจะออกแบบและแก้ปัญหาเพื่อตอบข้อสงสัยได้อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 6 – 10

10. นักเรียนคิดว่าจะตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้ปัญหาได้อย่างไร

.....

สถานการณ์ที่ 3

ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ครูแอนได้จัดเกมการแข่งขันขึ้น โดยแขวนลูกฟุตบอลไว้บนเพดานซึ่งลูกฟุตบอลอยู่สูงจากพื้น 6 เมตร แล้วให้นักเรียน 3 กลุ่มส่งตัวแทนเข้าร่วมแข่งขันกลุ่มละ 1 คน เพื่อแข่งกันทำให้ลูกฟุตบอลที่แขวนอยู่นั้นสามารถแกว่งไปได้ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที และมีเงื่อนไขว่าต้องใช้อุปกรณ์ทั้งหมดที่ให้พร้อมกันในครั้งเดียว โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขัน ดังนี้

1. เส้นเชือกยาว 4 เมตร
2. ลูกบอลพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร มวล 400 กรัม
3. เครื่องจับความเร็ว 1 เครื่อง

ในการแข่งขันครั้งนี้ นาย A ได้นำลูกบอลผูกกับเส้นเชือกแล้วเหวี่ยงให้เป็นวงกลมในแนวตั้งเพื่อให้ไปแตะกับลูกฟุตบอลที่แขวนอยู่ นั่นคือ นาย A จะต้องทราบว่าความเร็วที่ใช้ในการเหวี่ยงลูกบอลพลาสติกให้ผ่านจุดต่ำสุดของการแกว่งต้องเป็นเท่าใด นาย A จึงจะสามารถ ทำให้ลูกฟุตบอลที่แขวนอยู่แกว่งไปได้ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ก่อนผู้เข้าแข่งขันคนอื่น ๆ และจะเป็นผู้ชนะทันที

ถ้านักเรียนเป็นนาย A นักเรียนจะนำความรู้ เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน มาออกแบบและแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 11 – 15

15. นักเรียนคิดว่าจะตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

.....

จากผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะในด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง (D) (ร้อยละ 63.16) โดยที่นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ และตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้ ซึ่งไม่มีการแสดงวิธีการตรวจสอบที่เป็นไปได้เลย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

สถานการณ์ที่ 2 “ผลอาจมีความคลาดเคลื่อน ตรวจสอบจากการทดลอง” (N18) ซึ่งบอกได้เพียงว่าผลลัพธ์อาจมีความคลาดเคลื่อนแต่ไม่บอกว่า คลาดเคลื่อนอย่างไรและไม่ได้แสดงวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์นั้นเลย

สถานการณ์ที่ 3 “ตรวจสอบวิธีคิด และคำตอบให้ถูกต้อง และ ตรวจสอบผลลัพธ์โดยใช้ เครื่องจับความเร็ว” (N26) ซึ่งเป็นเพียงข้อความที่บอกว่ามีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่แสดง รายละเอียดหรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบว่าตรงตามเงื่อนไขของสถานการณ์หรือไม่ อย่างไร

ลำดับที่สอง พบว่า นักเรียนมีทักษะในการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาอยู่ใน กลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C) (ร้อยละ 26.32) โดยนักเรียนมีการแสดงวิธีตรวจสอบผลลัพธ์และ คำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ แต่ไม่เหมาะสม และไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในภาพที่ 7

10. นักเรียนคิดว่าจะตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้อย่างไร

$$\begin{aligned} & \text{ใช้สูตร} \\ & E_{p1} = E_{k2} \\ & mgh = \frac{1}{2}mv^2 \\ & (10)(20) = \frac{1}{2}v^2 \\ & 400 = \frac{1}{2}v^2 \\ & v = 20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

สถานการณ์ที่ 2 (N07)

15. นักเรียนคิดว่าจะตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้อย่างไร

$$\begin{aligned} & E_1 = E_2 \\ & \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 \\ & \frac{1}{2}(100) + 10(6) = \frac{1}{2}v^2 \\ & \sqrt{920} = v \\ & 30.33 = v \\ & v = 30.33 \text{ m/s} \end{aligned}$$

สถานการณ์ที่ 3 (N05)

ภาพที่ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการตรวจสอบผลลัพธ์ จากการแก้ปัญหาในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C)

เมื่อพิจารณาจากตัวอย่างคำตอบดังภาพที่ 7 พบว่า นักเรียนไม่ได้บอกว่า ต้องตรวจสอบ ผลลัพธ์ของข้อมูลใด หรือเขียนอธิบายขั้นตอนของการตรวจสอบว่าต้องตรวจสอบอะไรบ้าง ตรง ตามเงื่อนไขของสถานการณ์ได้ทั้งหมดหรือไม่ แต่สามารถเขียนสมการ แสดงวิธีคิดได้ว่า คำตอบที่ ได้จากการแก้ปัญหาดตรงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจสอบ

ลำดับที่สาม พบว่า นักเรียนมีทักษะในด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี (B) (ร้อยละ 7.89) โดยนักเรียนมีการตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่สมบูรณ์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในภาพที่ 8

10. นักเรียนคิดว่าจะตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้อย่างไร

1. ใช้กฎอนุรักษ์พลังงาน
2. จากสถานการณ์ โจทย์ให้ความสูงที่เรือไว้วางขึ้นไปได้ ความยาว แท่งเหล็ก โดยทรงตัววางจากสูตร $B_k + B_p = B_{k2} + B_{p2}$
3. เนื่องจากขึ้นที่สูง สู้ ความเร็ว เท่ากับ ศูนย์ จึงไม่ใช้ E_k เพื่อคำนวณจากจุดต่ำสุด ไม่มีความสูงจึง ไม่ใช้ E_p

สถานการณ์ที่ 2 (N21)

15. นักเรียนคิดว่าจะตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้อย่างไร

1. จากโจทย์หาความเร็วในกรณีการชนแบบยืดหยุ่น $V = \sqrt{2gh}$ m/s และใช้กฎอนุรักษ์พลังงาน
2. จุดศูนย์กลางมวลไว้ 40 m/s มีการชนและตกมาไว้ จึงใช้ E_p และ E_k
3. จุดศูนย์กลางมวลไว้ 40 m/s แต่ไม่ใช้ความสูง $h=0$ จึงใช้ E_k ไม่ใช้ E_p

สถานการณ์ที่ 3 (N32)

ภาพที่ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาในกลุ่มคำตอบระดับดี (B)

เมื่อพิจารณาจากตัวอย่างคำตอบดังภาพที่ 8 พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายการตรวจสอบผลลัพธ์ว่ามีข้อมูลใด อธิบายขั้นตอนของการตรวจสอบได้ ตรงตามเงื่อนไขของสถานการณ์แต่ไม่ได้แสดงวิธีคิดที่คำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหามื่อนำมาตรวจสอบกับสมการที่เลือกแล้วคำตอบนั้นถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

และลำดับสุดท้าย พบว่า นักเรียนมีทักษะในด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) (ร้อยละ 2.63) โดยนักเรียนมีความสามารถในการตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์ครบถ้วนสมบูรณ์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในภาพที่ 9

10. นักเรียนคิดว่าจะตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้ปัญหาได้อย่างไร

1. จากปัญหา คือ อัตราเร็วสูงสุดของรถเคลื่อนที่ผ่านทางโค้ง

2. จากคำตอบได้ว่า $V = 20 \text{ m/s}$

3. ตรวจสอบจากความรู้เรื่องกฎอนุรักษ์พลังงาน

$$\sum E_1 = \sum E_2$$

$$200 \text{ J} = 400 \text{ J}$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\therefore 200 \text{ J} = 100 \text{ J}$$

$$10(20) = \frac{1}{2}(20)^2$$

เมื่อใช้ความรู้เรื่องกฎอนุรักษ์พลังงาน และหาสมการวงกลมมาใส่ค่าที่ได้อัตราเร็ว

สถานการณ์ที่ 2 (N16)

15. นักเรียนคิดว่าจะตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้ปัญหาได้อย่างไร

1. ปัญหาคือรถไถ่พิก่อนวิ่งขึ้นเนิน

$$\sum E_1 = \sum E_2$$

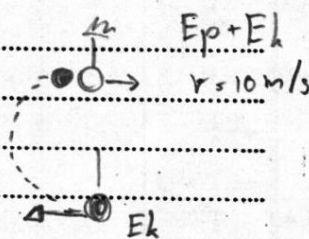
$$mgh + \frac{1}{2}mv^2 = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$$10(6) = \frac{1}{2}(100) = 0 + \frac{1}{2}(\sqrt{220})^2$$

$$60 + 50 = \frac{1}{2}(220)$$

$$110 \text{ J} = 110 \text{ J}$$

2. รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 4 m/s



สถานการณ์ที่ 3 (N25)

ภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A)

อย่างไรก็ตาม หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาแล้ว พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะในด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี (B) (ร้อยละ 31.58) ส่วนจำนวนนักเรียนในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A) และกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C) มีจำนวนเพิ่มขึ้น ส่วนกลุ่มคำตอบในระดับปรับปรุง (D) มีจำนวนลดลง ขณะที่นักเรียนในกลุ่มคำตอบระดับดี (B) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามตัวบ่งชี้ทักษะด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ทักษะด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ค่าความถี่ (ร้อยละ) ของจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถาม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
กลุ่มคำตอบระดับดีมาก (A)	1 (2.63)	9 (23.68)
กลุ่มคำตอบระดับดี (B)	3 (7.89)	12 (31.58)
กลุ่มคำตอบระดับพอใช้ (C)	10 (26.32)	11 (28.95)
กลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง (D)	24 (63.16)	6 (15.79)

หมายเหตุ: A = กลุ่มคำตอบในระดับดีมาก

คือ กลุ่มที่ตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์ครบถ้วนสมบูรณ์

B = กลุ่มคำตอบในระดับดี

คือ กลุ่มที่ตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่สมบูรณ์

C = กลุ่มคำตอบในระดับพอใช้

คือ กลุ่มที่ตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ แต่ไม่เหมาะสม และไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

D = กลุ่มคำตอบในระดับปรับปรุง

คือ กลุ่มที่ไม่มีการวิเคราะห์ ตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้

ผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยพัฒนาทักษะในการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาของนักเรียนได้โดยนักเรียนสามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาได้ และมีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนมีความละเอียดซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการคล ที่ให้นักเรียนทำหลังจากเสร็จสิ้นการ

ดำเนินการในวงจรที่ 1 และ 2 ดังตัวอย่างสถานการณ์ที่ 4 เป็นเนื้อหาเรื่อง การระเบิด ซึ่งนักเรียนต้องตอบคำถามในข้อ 20 ดังนี้

สถานการณ์ที่ 4

สมมุติว่านักเรียนเป็นวิศวกรก่อสร้างและต้องไปดูงานก่อสร้างแห่งหนึ่งซึ่งต้องมีการตอกเสาเข็มที่มีมวล 200 กิโลกรัม ยาว 3.2 เมตร โดยใช้ตุ้มเหล็กมวล 400 กิโลกรัม และให้ตอกจากที่สูงเพื่อเข้าชนเสาเข็มแล้วติดกันไป นักเรียนจะมีวิธีการปล่อยตุ้มเหล็กอย่างไรจึงจะสามารถตอกให้เสาเข็มจมลงไปได้ทั้งเสาพอดี และให้ประหยัดเวลามากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยให้ตอกลงได้ไม่เกินสองครั้ง

นักเรียนจะนำความรู้เรื่องกฎอนุรักษ์พลังงานและการชนใน 1 มิติ มาออกแบบและแก้ปัญหาได้อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 16 – 20

20. นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหจะเป็นอย่างไร สามารถตรวจสอบได้อย่างไร

.....

จากผลการวิเคราะห์คำตอบพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องเป็นไปได้อย่างสอดคล้องกับเงื่อนไขในสถานการณ์ เช่น

ตรวจสอบจากกฎอนุรักษ์พลังงาน ได้ว่า: $\sum E_1 = \sum E_2$ โดยให้จุดต่ำสุดเป็นระดับอ้างอิง

$$(E_p + E_k)_1 = (E_p + E_k)_2$$

$$mgh_1 + 0 = 0 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

แทนค่าความเร็วก่อนชน $u = 12 \text{ m/s}$ ได้ว่า $(10)(7.2) = \frac{1}{2}(12)^2$

$$72 \text{ J} = 72 \text{ J}$$

คิดเมื่อตุ้มเหล็กชนแล้วจมลงไปด้วยกัน ได้ $\sum E_1 = \sum E_2$ กำหนดจุดเริ่มตอกเป็นระดับอ้างอิง

$$(E_p + E_k)_1 = (E_p + E_k)_2$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 + 0 = 0 + mgh_1$$

แทนค่าในสมการ

$$\frac{1}{2}(8)^2 = (10)(3.2)$$

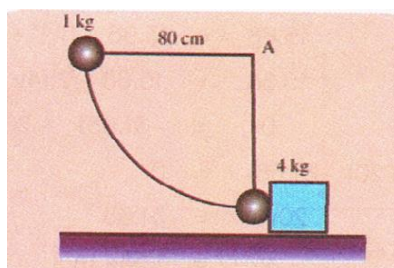
$$32 \text{ J} = 32 \text{ J}$$

(N23)

และมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถบอกวิธีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่ได้แสดงวิธีการหรืออธิบายการตรวจสอบได้เช่น “ตรวจสอบจาก เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน $\sum E_1 = \sum E_2$ และสอบถามจากเพื่อนนักเรียนด้วยกัน” เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนบอกได้เพียงว่า ใช้ความรู้เรื่องใดมาตรวจสอบแต่ไม่สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์ว่าต้องตรวจสอบอย่างไร

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์แบบฝึกหัดที่นักเรียนทำหลังการจัดการเรียนรู้
ทุกกิจกรรม ตัวอย่างเช่นเรื่อง การชนแบบยืดหยุ่นเมื่อให้สถานการณ์ในแบบฝึกหัด ดังนี้

ลูกเหล็กทรงกลมมวล 1 กิโลกรัม ผูกติดปลายเชือกเส้นหนึ่งซึ่งยาว 80 เซนติเมตร ส่วนอีกปลาย
หนึ่งของเชือกถูกตรึงไว้ที่จุด A ดังรูป เมื่อปล่อยลูกเหล็กทรงกลมให้ตกลงมา ขณะที่เชือกอยู่ในแนวระดับ
ลูกเหล็กทรงกลมจะกระทบกับแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมมวล 4 กิโลกรัม ซึ่งวางอยู่นิ่งบนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทาน
ความเร็วหลังการชนของลูกเหล็กทรงกลมและแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมจะเป็นเท่าใด



จากสถานการณ์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้ เช่น มี
การนำ ความเร็วหลังการชนของลูกเหล็กทรงกลมและแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมเป็น 1.584 m/s และ
 $v_1 = -2.38 \text{ m/s}$ มาลองแทนค่าในสมการ $\Sigma P_{\text{ก่อนชน}} = \Sigma P_{\text{หลังชน}}$ ได้ว่า $m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 +$
 $m_2 v_2$ แสดงวิธีคิดอย่างละเอียด มีขั้นตอน และนำผลจากการตรวจสอบนี้มาอภิปรายกับเพื่อนใน
ห้องเรียนและครูครูอีกครั้ง เพื่อร่วมกันแสดงเหตุผลว่าคำตอบนั้นเป็นไปได้หรือไม่ อย่างไร
สอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์ได้มากน้อยเพียงใด

จากการตรวจแบบฝึกหัดและการอภิปรายของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะใน
การตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการได้ตรวจสอบและมีวิธี
การตรวจสอบได้อย่างสมบูรณ์ ละเอียดยรอบคอบมากขึ้น จากแบบฝึกหัดที่ 1-3 นั้นนักเรียนยังไม่
สามารถดำเนินการตรวจสอบได้สมบูรณ์ ครูต้องให้คำแนะนำอย่างต่อเนื่อง ส่งผลแบบฝึกหัดที่ 4 –
8 นักเรียนดำเนินการตรวจสอบได้ดีขึ้น

จากผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนดังที่ได้กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา ด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้
ปัญหาได้

การอภิปรายผลการวิจัยของคำถามวิจัยข้อที่ 1

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องโมเมนต์และการคล โดยมีการถามวิจัยข้อที่ 1 คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องโมเมนต์และการคล มีทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นอย่างไร

จากผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในบทเรียนเรื่องโมเมนต์และการคล เสร็จสิ้นแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยก่อนการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดีในด้านการทำความเข้าใจปัญหา และด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหา อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้และปรับปรุงในด้านการดำเนินการตามแผน และอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับปรับปรุงในด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา แต่หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดีมากในข้อบ่งชี้ที่ 1, 2 และ 3 คือ ด้านการทำความเข้าใจปัญหา ด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหา และการดำเนินการตามแผน ส่วนในข้อบ่งชี้ที่ 4 ด้านทักษะในการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น นักเรียนมีโอกาสที่ได้เรียนรู้จากปัญหา ลงมือปฏิบัติ แสดงความคิดเห็น และค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองค่อนข้างน้อย ทำให้ไม่สามารถตระหนักถึงปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบและไม่สามารถดำเนินการศึกษา ค้นคว้า แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ไม่กล้าอภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็น และไม่สามารถตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหามาเหมาะสมมากนัก เพียงใดหรือขาดทักษะการตรวจสอบคำตอบเลยก็ได้ แต่อย่างไรก็ตาม นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้แต่การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้ง 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 5) ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ และ 6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจให้ใฝ่เรียนรู้ ในการศึกษาค้นคว้า แสวงหาความรู้ ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาที่พบบนด้วยตนเอง และได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ช่วยให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น มีการตัดสินใจที่ดี สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ มีการนำเสนอผลการดำเนินงานเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา รวมถึงการนำทักษะที่ได้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยครูคอยอำนวยความสะดวก สนับสนุน และสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้อย่างเป็นกันเอง

จากการศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยภาพรวมมีระดับสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาตามตัวบ่งชี้การคิดแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีทักษะในการทำความเข้าใจปัญหามากที่สุด มีทักษะด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นอันดับสอง ส่วนทักษะด้านการดำเนินการตามแผนเป็นอันดับสาม และอันดับสุดท้ายเป็นทักษะด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 คือ ขั้นกำหนดปัญหาและขั้นทำความเข้าใจปัญหาถือว่ามีความสำคัญต่อการกำหนดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ดังนั้น จึงเป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์จากสื่อต่าง ๆ ทั้งสื่อที่เป็น วิดีทัศน์ ภาพเหตุการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เช่น เหตุการณ์รถยนต์ชนกัน การเล่นกีฬาบางชนิด การกระทบกันของสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา เป็นต้น รวมถึงการจำลองสถานการณ์จริงจากการสาธิตการทดลอง ซึ่งช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจได้เป็นอย่างดี เกิดข้อสงสัย เกิดประเด็นปัญหา นักเรียนจะได้ฝึกทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ สามารถระบุปัญหาได้ นักเรียนจะได้ฝึกแสดงความคิดเห็น ระดมสมองในการคิด แยกแยะได้ว่าอะไรเป็นปัญหาที่แท้จริง รวมถึงการระบุข้อมูลที่พบ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ว่าจะสามารถนำมาตอบข้อสงสัย หรือตอบประเด็นปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ทั้งนี้จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์นั้น อาจเป็นประเด็นปัญหาที่นักเรียนมีความคุ้นเคยและสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ และอยู่ในระดับความรู้ความสามารถของนักเรียนที่จะใช้สถานการณ์ปัญหานั้น นักเรียนส่วนใหญ่จึงทักษะด้านการทำความเข้าใจกับปัญหาได้ดี สอดคล้องกับแนวคิดของ วัลลี สัตยาศัย (2547) ที่กล่าวถึงหลักการสร้างโจทย์สถานการณ์ว่า โจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นควรมีความคล้ายคลึงกับเหตุการณ์หรือปัญหาจริงที่เกี่ยวกับบทเรียนด้วย ความซับซ้อนของโจทย์ปัญหาเหมาะสมต่อการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายและจำนวนของโจทย์ปัญหามีความเหมาะสมกับเวลา สอดคล้องกับอรรถพร ชุ่มเพิ่มพันธ์ (2550) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในขั้นที่ 2 คือ ขั้นระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดจากสื่อต่าง ๆ เช่น วิดีทัศน์ ข่าว เป็นต้น ประกอบกับการศึกษาสำรวจปัญหาจากสถานที่จริง ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและสามารถระบุปัญหาได้ดีที่สุด ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของวัลลี สัตยาศัย (2547) ที่กล่าวว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นนักเรียนจะต้องเผชิญกับโจทย์ปัญหาที่ไม่ได้มีการเตรียมตัวล่วงหน้าซึ่งปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสร้างวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในระหว่างการอภิปรายกระบวนการกลุ่ม ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยตนเองจะถูกนำมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ และสอดคล้องกับ Dolmans *et al.* (1995) ที่กล่าวไว้ โดยสรุปได้ว่าการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการเรียนที่ได้มาซึ่งความรู้แบบบูรณาการที่เกี่ยวกับปัญหาและเป็นการพัฒนาหรือการประยุกต์ใช้ทักษะการแก้ปัญหา

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในขั้นที่ 3 คือ ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องระดมความคิดเพื่อกำหนดประเด็นการเรียนรู้ แบ่งภาระหน้าที่ ศึกษาหาข้อมูล รวบรวมข้อมูลที่มีอยู่และพิจารณาว่าสิ่งใดที่มีความจำเป็นในการนำไปแก้ปัญหา แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดลำดับขั้นตอน และวางแผนว่าแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด และต้องค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมอีกหรือไม่ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ต้องร่วมกันเสนอขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเหมาะสมที่สุดก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหานั้น มีโอกาสได้ค้นคว้าด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ ตำรา อินเทอร์เน็ต หรือการลงมือปฏิบัติทดลอง เป็นต้น จากการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของ Henry Tam (2012) ที่กล่าวไว้ว่า เมื่อเราพบปัญหาที่เกินขีดความสามารถที่จะจัดการกับปัญหานั้นได้ การให้ความร่วมมือจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือเพื่อนร่วมกลุ่ม จะช่วยให้สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในขั้นที่ 4 และ 5 คือ ขั้นสังเคราะห์ความรู้และขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม การทดลอง ดำเนินการหาคำตอบตามขั้นตอนวิธีการที่กำหนดไว้ด้วยตนเอง ใช้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายผลเพื่อสรุปความรู้จากการดำเนินการในการแก้ปัญหา ให้ได้หลักการและองค์ความรู้ รวมถึงการนำองค์ความรู้ใหม่ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ได้ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ จะสามารถส่งผลต่อทักษะด้านการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ จากการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังจากจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะด้านการดำเนินการตามแผนได้ดีขึ้น สอดคล้องกับ ปราณี หีบแก้ว (2552) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้วิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหา ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้า หาคำตอบ ได้อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้ เช่นเดียวกับ มณฑนา บรรพสุทธิ์ (2553) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาทักษะชีวิตได้ อีกทั้งในการจัดการเรียนรู้บรรยากาศในห้องเรียนเป็นสิ่งสำคัญ การให้นักเรียนได้มีอิสระในด้านความคิดและการแสดงออกด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดความสนุกสนานไม่เครียด การมีส่วนร่วมในการเรียนด้วยการค้นคว้าและลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในขั้นที่ 6 คือ ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้นำเสนอผลการดำเนินงาน ผลการทดลอง ผลการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาซึ่งในการนำเสนอผลการปฏิบัติงานนี้ ทั้งครูและนักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายถึงผลลัพธ์ที่ได้ เป็นการตรวจสอบว่า สามารถหาคำตอบให้กับเงื่อนไขปัญหาหรือสถานการณ์ที่ให้มาทั้งหมดหรือไม่ เพื่อให้แน่ใจว่าแก้ปัญหาได้ถูกต้องในส่วนนี้นักเรียนจะได้มีโอกาสตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนว่าถูกต้องและมีความเหมาะสมเพียงใด ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้จะสามารถส่งผลกระทบต่อทักษะด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา และเมื่อวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะด้านการคิดแก้ปัญหาหลังจากจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น โดยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง (63.16) แต่หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี (31.58) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น นักเรียนไม่เคยได้รับการฝึกคิดเพื่อทบทวนความรู้หรือทบทวนผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้ จึงไม่เห็นความสำคัญ และไม่สามารถนำทักษะด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหามาใช้เพื่อตรวจสอบคำตอบจากการแสดงวิธีคิดหรือจากการเรียนรู้ได้ ด้วยสาเหตุดังกล่าว เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่จึงมีการพัฒนาและอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ผลที่เกิดจากการดำเนินงานต่าง ๆ ได้ร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นอย่างเป็นเหตุเป็นผลถึงการดำเนินการในการแก้ปัญหาว่า ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร นักเรียนจึงเกิดการพัฒนาด้านนี้ได้ แต่ควรได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาด้านการตรวจสอบผลลัพธ์ให้ดียิ่งขึ้น และเห็นความสำคัญของทักษะนี้และสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสม่ำเสมอ และเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในขั้นที่ 6 แล้ว จึงส่งผลให้นักเรียนกล้าคิด กล้าถาม กล้าแสดงความคิดเห็น และกล้าอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน ๆ อย่างอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สุกนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2552) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบ ซึ่งทักษะการแก้ปัญหานี้ทำให้นักเรียนเป็นผู้ตื่นตัวในการเรียนรู้ปัญหา มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้จักหาข้อมูลมาเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา นำวิธีการคิดแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาดัง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ มีความรับผิดชอบ ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างพินิจพิจารณา สามารถทำงานร่วมกันอย่างเป็นประชาธิปไตย รวมถึงเป็นผู้มีความจำในข้อมูลและวิธีต่าง ๆ ได้ดี เพราะการแก้ปัญหาก็ต้องคิดหาเหตุผลข้อมูลต่าง ๆ มาสัมพันธ์กัน

ผลการวิจัยของคำถามวิจัยข้อที่ 2

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการคล ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีแนวทางอย่างไร

จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการคล ที่ส่งผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูในแต่ละแผน และ อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากจัดการเรียนการสอนเสร็จสิ้นทุก ๆ แผน แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน จากแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการคล (รายละเอียดในตารางที่ 1 ภาคผนวก ค) และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู โดยภาพรวมพบว่าแนวทางที่ผู้วิจัยใช้ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องโมเมนตัมและการคล คือ การเสนอสถานการณ์ทั้งสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จากการสาธิตการทำกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจ ให้เกิดข้อสงสัย คำถาม และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น มีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มในการดำเนินการเพื่อตอบข้อสงสัยและคำถามที่เกิดขึ้น ครูเป็นผู้คอยชี้แนะในการดำเนินกิจกรรมของนักเรียนจนกระทั่งนักเรียนสามารถดำเนินการต่าง ๆ และตอบข้อสงสัยและข้อคำถามได้ถูกต้องเหมาะสม แนวทางที่ผู้วิจัยใช้ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ดังรายละเอียดในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แนวทางและวิธีการสอนที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องโมเมนตัมและการคล

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการคล
1. ขั้นกำหนดปัญหา	- เสนอสถานการณ์โดยให้นักเรียนดูจากภาพเหตุการณ์หรือภาพเคลื่อนไหวจากสื่อ ICT ในช่วงเวลาสั้น ๆ - ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจกับสถานการณ์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน	แนวทางที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการคล
2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	- เสนอสถานการณ์ที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับบทเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย ข้อคำถามที่สอดคล้องกับบทเรียนและนำไปสู่การเรียนรู้ต่อไป - นักเรียนจัดกลุ่มโดยเลือกสมาชิกตามความพอใจของตนเอง และให้ละจำนวนนักเรียนชายและหญิง
3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	- นักเรียนแบ่งภาระหน้าที่ ศึกษาข้อมูล เพื่อกำหนดประเด็นที่จะศึกษา และออกแบบวางแผนวิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าเป็นขั้นตอน
4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้	- นักเรียนลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรมการทดลองดำเนินการหาคำตอบตามขั้นตอนวิธีการที่ออกแบบไว้ - นักเรียนทำกิจกรรมนอกห้องเรียน เพื่อส่งเสริมด้านบรรยากาศการเรียนรู้และเกิดแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย - ครูคอยชี้แนะข้อสงสัยและวิธีการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน - ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถอภิปรายผลและสรุปผลให้ตรงประเด็น
5. ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	- นักเรียนนำผลการทดลอง การปฏิบัติกิจกรรมมาสรุปเป็นความรู้ที่ได้ หรือสรุปเป็นสมการที่ได้จากการทดลอง - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปหลักการ องค์ความรู้ที่ได้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันและชัดเจน - ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆต่อไป - นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในแบบฝึกหัด
6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการดำเนินงาน การปฏิบัติกิจกรรม - นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการดำเนินงาน ผลการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อตรวจสอบผลการดำเนินงานหากพบว่ามีผลลัพธ์นั้นยังไม่ถูกต้อง ก็ต้องมีวิธีการหรือแนวทางใหม่ที่จะแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์นั้นเป็นไปได้

ซึ่งแนวทางและวิธีการจัดการเรียนรู้บางอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัม และการดลนี้ เป็นแนวทางและวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนคิดว่าส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิด แก้ปัญหาของนักเรียนดังจะเห็นได้จากข้อความที่คัดลอกมาจากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้ง 38 คนที่เขียนสะท้อนให้เห็นถึงแนวทางและวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนคิดว่าจะช่วยพัฒนา ทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนแล้วนำข้อมูลมาจัดกลุ่มและหาค่าความถี่พบว่า การจัดการกิจกรรม ที่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่ม เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่นัก เรียนส่วนใหญ่คิดว่าจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ รายละเอียดดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการดล ที่มีผลต่อการพัฒนา ทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แนวทางและวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการดล	ความถี่ของ คำตอบนักเรียน (ครั้ง)	ผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา
1. การแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยน ความรู้ภายในกลุ่ม	156	การทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ระดม ความคิดเพื่อกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่ดำเนินการตามแผนการที่ วางไว้และแสดงความคิดเห็นเพื่อตรวจสอบ ผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกให้ รู้จักการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ มีเหตุผล และมี ความเชื่อมั่นในตนเอง
2. ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	147	ร่วมกันระดมความคิดเพื่อเสนอแนวทาง กำหนดขั้นตอนเพื่อการดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา
3. บรรยายการเรียนส่งผลให้เกิด การเรียนรู้อย่างมีความสุข	121	ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดค้น เปลี่ยนแปลงวิธีการ มีอิสระในการคิด กล้าคิด กล้าแสดงออก
4. การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	108	นักเรียนได้เรียนรู้จักการปฏิบัติจริง เป็นการ สร้างประสบการณ์และจะมีแนวทางแก้ปัญหา มากขึ้น

ตารางที่ 11 (ต่อ)

แนวทางและวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการดล	ความถี่ของ คำตอบนักเรียน (ครั้ง)	ผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา
5. ครูเป็นผู้ชี้แนะ และอธิบายในข้อสงสัย	85	นักเรียนจะได้รับคำแนะนำเพื่อให้สามารถ ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและมี ประสิทธิภาพในทั้ง 4 ตัวบ่งชี้
6. การใช้สื่อเสนอสถานการณ์ กระตุ้นให้เกิดความสนใจ เกิดข้อสงสัยในสถานการณ์ และอยากศึกษาเรียนรู้	64	สถานการณ์ปัญหาจะกระตุ้นให้นักเรียน มองเห็นปัญหาและท้าทายให้นักเรียนพยายาม หาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งนักเรียนจะสามารถทำ ความเข้าใจปัญหาที่พบรวมถึงสามารถระบุ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่นักเรียนคิดว่าช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา มีอยู่ 6 แนวทางได้แก่ 1) การแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่ม 2) ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม 3) การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข 4) การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง 5) ครูเป็นผู้ชี้แนะ และอธิบายในข้อสงสัย 6) การใช้สื่อเสนอสถานการณ์ กระตุ้นให้เกิดความสนใจ เกิดข้อสงสัยกับสถานการณ์ และอยากศึกษาเรียนรู้ เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่นักเรียนคิดว่าช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียนกับแนวทางหรือวิธีการที่ครูใช้ในการจัดการเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการดล ได้ผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการจัดการเรียนรู้จากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนและเทคนิคหรือวิธีการที่ครูใช้ในการจัดการเรียนตามขั้นตอนการจัด การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางที่ครูใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการดล	แนวทางการจัดการเรียนรู้จากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน	ผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา
1. ขั้นกำหนดปัญหา	- ครูเสนอสถานการณ์โดยให้นักเรียนดูจากภาพเหตุการณ์หรือวีดิทัศน์จากสื่ออินเตอร์เน็ต - ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจกับสถานการณ์	- บรรยายการเรียนส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ด้วยความสุข - การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง - การใช้สื่อเสนอสถานการณ์กระตุ้นให้เกิดความสนใจเกิดข้อสงสัยกับสถานการณ์ และอยากศึกษาเรียนรู้	พัฒนาการทำความเข้าใจปัญหาและระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยการจัดสิ่งเร้าที่ดี สถานการณ์ใหม่ ๆ มีความท้าทาย น่าสนใจ นักเรียนอาจยังไม่เคยประสบมาก่อนจะช่วยให้เด็กมีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	- เสนอสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับบทเรียนโดยการสาธิตการทดลองหรือนักเรียนทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย ข้อคำถามที่สอดคล้องกับบทเรียนและนำไปสู่การเรียนรู้ต่อไป - ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจกับสถานการณ์	- การแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่ม - บรรยายการเรียนส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ด้วยความสุข - การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม - การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง - การใช้สื่อเสนอสถานการณ์กระตุ้นเกิดความสนใจ เกิดข้อสงสัยกับสถานการณ์ และอยากศึกษาเรียนรู้	พัฒนาการทำความเข้าใจปัญหาและระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบในการค้นคว้าข้อมูล การออกความคิดเห็นแสดงข้อมูลที่พบจากสถานการณ์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางที่ครูใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการคล	แนวทางการจัดการเรียนรู้จากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน	ผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา
3. ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า	- นักเรียนแบ่งภาระหน้าที่ ศึกษาข้อมูล เพื่อกำหนดประเด็นที่จะศึกษา และออกแบบวางแผนวิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าเป็นขั้น ตอน	- การแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่ม - การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม - การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	พัฒนาการเสนอวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนรู้จักวิจารณ์ เพื่อกำหนดวิธีการ ขั้นตอนเป็นขั้น ๆ และมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้
4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้	- นักเรียนลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรม การทดลอง ดำเนินการหาคำตอบตามขั้นตอนวิธีการที่ออกแบบไว้ - ครูคอยชี้แนะข้อสงสัยและวิธีการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน - ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถอภิปรายผลและสรุปผลให้ตรงประเด็น	- การแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่ม - บรรยายผลการเรียนส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ด้วยความสุข - การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม - การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง - ครูเป็นผู้ชี้แนะ และอธิบายในข้อสงสัย	พัฒนาการด้านการทำงานหรือกิจกรรมซึ่งจะช่วยส่งเสริมประสบการณ์เพิ่มขึ้น และ จะเกิดแนวทางในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางที่ครูใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการดล	แนวทางการจัดการเรียนรู้จากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน	ผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา
5. ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	- นักเรียนนำผลการทดลอง การปฏิบัติกิจกรรมมาสรุปเป็นความรู้ที่ได้ สรุปเป็นสมการที่ได้จากการทดลอง - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปหลักการ องค์ความรู้ที่ได้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันและชัดเจน - ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆต่อไป - นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในแบบฝึกหัด	- การแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่ม - บรรยายผลการเรียนส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข - ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม - การลงมือปฏิบัติกิจกรรมศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง - ครูเป็นผู้ชี้แนะและอธิบายในข้อสงสัย	ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์ สังเคราะห์ แสดงความคิดเห็น นักเรียนจะได้ฝึกใช้ความคิดของตนเอง ค้นคว้าหาความรู้ มีเหตุผล ในการสร้างความรู้จากการแก้ปัญหาได้
6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการดำเนินงาน การปฏิบัติกิจกรรม - นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการดำเนินงาน ผลการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อตรวจสอบผลการดำเนินงาน	- การแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่ม - บรรยายผลการเรียนส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข - ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม - การลงมือปฏิบัติกิจกรรมศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง - ครูเป็นผู้ชี้แนะ และอธิบายในข้อสงสัย	พัฒนาการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา โดยการนำเสนอผลการแก้ปัญหา นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะการสื่อสาร มีความเชื่อมั่นในตนเอง รู้จักใช้เหตุผลเพื่อแสดงความคิดเห็น ในการตรวจสอบข้อมูลและคำตอบ

หลังจากผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โมเมนตัมและการดล เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูหลังการสอนเสร็จสิ้นทั้ง 8 แผน และอนุทินของนักเรียนหลังจากจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้ง 8 แผน ดังรายละเอียดในตารางที่ 11 ผู้วิจัยได้นำผลดังกล่าวมาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปของแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 ขั้นกำหนดปัญหา เป็นการจัดการเรียนรู้ ที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ขึ้นเพื่อการเรียนรู้ในครั้งหนึ่ง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้ อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ คือในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 3 ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาด้วยการใช้ภาพแสดงเหตุการณ์ร่วมกับการใช้สื่อวีดิทัศน์จากอินเทอร์เน็ต เช่น การทดลองขว้างไข่ดิบใส่เป้าผ้าแล้วไข่ไม่แตก นักเรียนเกิดข้อสงสัยว่า เพราะเหตุใดไข่จึงไม่แตก เป็นต้น ด้วยเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ตัวกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นปัญหาได้ดี เกิดความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งนักเรียนจะมีความสนใจกระตือรือร้นในการคิดแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นำเสนอสถานการณ์ปัญหาด้วยการสร้างสถานการณ์จริงดังนี้ ให้นักเรียน 2 คน สาธิตการเตะฟุตบอลโดยคนที่ 1 เตะออกไปและคนที่ 2 คอยรับลูกฟุตบอลที่เพื่อนเตะ เมื่อรับลูกฟุตบอลได้แล้วก็เตะกลับมาให้เพื่อนคนที่ 1 รับอีกครั้ง และให้นักเรียนคนอื่น ๆ สังเกตการเตะและรับฟุตบอล ของเพื่อนทั้ง 2 คนนี้ จากแนวทางดังกล่าวนักเรียนจะได้เป็นผู้อยู่ในสถานการณ์ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนทำกิจกรรมอย่างสนุกสนานและตื่นเต้น ซึ่งส่งผลให้เกิดความกระตือรือร้นเพื่อตั้งประเด็นคำถาม ทั้งนี้สถานการณ์ดังกล่าวอาจเป็นเหตุการณ์ที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันอยู่แล้ว แต่ครูควรใช้คำถามกระตุ้นในบางครั้ง เพื่อให้นักเรียนสังเกตเห็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ครูสาธิตชุดโมเมนตัมและใช้สื่อ ICT แสดงการแทงลูกบิลเลียดให้ชนกันในกรณีต่าง ๆ การเล่นเกมฟาสติกเกอร์นักเรียนเกิดความตื่นเต้นเนื่อง จากยังไม่เคยทดลองใช้ชุดโมเมนตัมและการแทงลูกบิลเลียดที่นักเรียนเห็นก็เป็นกีฬาที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เคยเล่นเลย ทำให้นักเรียนสนใจ เกิดความอยากรู้อยากเห็น อยากลอง จึงทำให้เกิดความสงสัยและประเด็นปัญหาได้ดี ดังนั้น การใช้สื่อในการนำ

เสนอสถานการณ์จึงควรเป็นสื่อ วิดีทัศน์ ที่นำเสนอสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือมีความคล้ายคลึงกับเหตุการณ์จริงมากที่สุด สามารถทำให้นักเรียนมองเห็นปัญหาได้ดีที่สุด และการใช้สื่อ วิดีทัศน์ร่วมกับภาพเหตุการณ์ก็สามารถทำให้นักเรียนมองเห็นปัญหาได้ดีเช่นกัน นอกจากนี้การนำเสนอสถานการณ์ด้วยการสร้างสถานการณ์ทำให้นักเรียนมองเห็นสภาพปัญหาได้เช่นกัน และแนวทางการนำเสนอสถานการณ์ด้วยการใช้ภาพเหตุการณ์เพียงอย่างเดียวจะทำให้นักเรียนมองเห็นสถานการณ์ปัญหาและระบุปัญหาได้น้อยที่สุด ซึ่งอาจเป็นเพราะภาพที่แสดงนั้นไม่ชัดเจนหรือกว้างเกินไปทำให้ครูต้องคอยใช้คำถามกระตุ้นตลอดเวลาเพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับสถานการณ์ในภาพได้ดีขึ้นและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้มากที่สุด

เมื่อวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้จากอนุทินที่นักเรียนแสดงความคิดเห็น โดยสรุปได้ว่า การใช้สื่อที่เป็นภาพเหตุการณ์ วิดีทัศน์ สื่อจากอินเทอร์เน็ต หรือสถานการณ์จริงเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เกิดเป็นข้อคำถามซึ่งจะเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้ สามารถมองเห็นปัญหาและระบุปัญหาจากสื่อได้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและเขียนประเด็นปัญหาที่พบนั้นให้ได้มากที่สุด ดังข้อความแสดงความคิดเห็นในอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ดังนี้

“รู้สึกสนุกกับการเรียนเนื่องจากได้เรียนรู้จากคลิปวิดีโอและครูพูดให้ตื่นเต้น อยากรู้”
(อนุทิน N16)

“ครูใช้สื่อนำเสนอสถานการณ์ได้ดี ดูแล้วเข้าใจง่าย” (อนุทิน N01) เป็นต้น

นอกจากนี้การสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง ทำให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระต่อสถานการณ์ รวมถึงสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้จากปัญหาจะทำให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ดี ดังการสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากอนุทินหลังสอนจบแผนที่ 2 เรื่องแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม และแผนที่ 3 เรื่องการคล ที่พบว่าการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ในห้องเรียนเพื่อให้เป็นไปตามสถานการณ์ที่กำหนดและสะดวกต่อการจัดการเรียนรู้ นักเรียนรู้สึกมีความสุขในการเรียนคาบนั้นมาก ดังข้อความแสดงความคิดเห็นในอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ดังนี้

“ การเรียนนอกสถานที่และทดลองจากประสบการณ์จริงทำให้รู้สึกผ่อนคลายความเครียดที่เกิดจากการเรียนในห้องเรียนได้ดี” (อนุทิน N30)

“การเรียนและทำกิจกรรมแบบนี้ทำให้รู้สึกดีกับวิชาฟิสิกส์มากขึ้น ซึ่งเมื่อก่อนไม่ชอบวิชาฟิสิกส์เลย ไม่อยากเรียนและไม่ตั้งใจ แต่เมื่อได้เรียนเรื่องโมเมนตัมและการคล โดยเฉพาะการได้ทำกิจกรรมปาไข่ เป็นกิจกรรมที่สนุกสนานมาก และรู้สึกว่าตัวเองมีความตั้งใจเรียนมากและอยากพยายามทำความเข้าใจกับเรื่องที่เรียน” (อนุทิน N32)

“รู้สึกสนุกและมีความสุขมากที่ได้ออกมาเรียนนอกห้องเรียนทำให้ไม่เบื่อ” (อนุทิน N33)
เป็นต้น

1.2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนวิเคราะห์ ตั้งคำถามที่อยากรู้ ระบุประเด็นปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา บอกแนวทางและวิธีการค้นหาคำตอบ โดยครูจะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 5 – 6 คน เพื่อคลื่อนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง กลาง และอ่อน ไว้ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่ง ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 นักเรียนต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลว่า แรง มวล ความเร็ว เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม เกี่ยวข้องกันอย่างไร มีผลต่อโมเมนตัมอย่างไร โดยอาศัยข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากการสถานการณ์ในชั้นกำหนดปัญหา และครูทำการสาธิตการทดลอง ปล่อยอุกถรายให้ตกกระทบมือพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาได้แต่ยังไม่สอดคล้องกับบทเรียนเท่าที่ควร ครูต้องคอยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อชี้แนะเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ครูใช้สื่อวีดิทัศน์เสนอสถานการณ์เกี่ยวกับการสาธิตการทดลองในเรื่องการคล ซึ่งเป็นการทดลองเกี่ยวกับการปาไข่ไถ่ดิมที่ระยะไกลให้ไปกระทบกับเป้าผ้าที่ขึงไว้ ซึ่งนักเรียนต้องทำความเข้าใจในการทดลองนี้ เมื่อนักเรียนได้ดูสื่อดังกล่าวนี้แล้วจะมองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น สามารถทำความเข้าใจกับข้อมูลที่มีและปัญหาที่ต้องการหาคำตอบได้ดีขึ้นจากวีดิทัศน์ ในแผนที่ 3 ต้องใช้อุปกรณ์ขนาดใหญ่ ใช้บริเวณในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก และเวลาไม่เพียงพอต่อการจัดกิจกรรม ครูจึงต้องประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายและเหมาะสมมากที่สุด เช่น การใช้ฟองน้ำแทนเป้าผ้า หลอด หรือหนังสือพิมพ์ เป็นต้น แนวทางนี้จะสามารถสังเกตเห็นการคิดแก้ปัญหาที่นักเรียนจะต้องนำอุปกรณ์ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ด้วยตนเองเพื่อให้สามารถตอบประเด็นปัญหาของกลุ่มตนเองได้ ซึ่งนักเรียนจะเกิดความกระตือรือร้นและตื่นตัว มีการแข่งขันกันเองเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาให้ได้ก่อนเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ครูทำการสาธิตการชนกันของรถทดลองในแนวเส้นตรงเดียวกันโดยใช้สปริงติดที่หน้ารถแล้วผลักให้ชนกัน นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ว่า ลักษณะการเคลื่อนที่ของรถทดลองก่อนชนและหลังชนกันแล้วเป็นอย่างไร และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวมถึงอุปกรณ์ที่จะใช้เพื่อแก้ปัญหาได้ ทำให้ระบุปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้นและในด้านการแสดงความคิดเห็นร่วมกันเป็นกลุ่มตามที่ครูจัดให้นั้น พบว่านักเรียนบางคนไม่มีความคุ้นเคยสนิทสนมกับเพื่อนในกลุ่ม จึงไม่กล้าเสนอความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม เท่าที่ควร

เมื่อวิเคราะห์อนุทินสรุปได้ว่า ควรใช้สื่อต่าง ๆ ได้แก่ วิดีทัศน์ ภาพสถานการณ์จริง หรือสร้างสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์จริง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ สามารถค้นพบปัญหาจากสถานการณ์ด้วยตนเอง นำข้อปัญหามาร่วมแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่มอย่างอิสระ ส่งเสริมนักเรียนให้มีความสุขในการเรียน และควรจัดบรรยากาศการเรียนรู้ หรือสิ่งแวดล้อมให้เอื้อต่อการค้นพบปัญหาดังในแผนที่ 2 และ 3 นักเรียนจะได้ออกมาใช้สนามหน้าอาคารเรียนในการทำกิจกรรม เนื่องจากกิจกรรมการปล่อยไข่ให้ตกลงสู่พื้นนั้น เมื่อไข่กระทบพื้นหรือฟองน้ำแล้วจะแตกเลอะเทอะได้ รวมถึงการใช้อุปกรณ์กีฬา เช่น ลูกบาส ลูกฟุตบอล ลูกเทนนิส ลูกปิงปอง เป็นต้น ควรใช้ทำกิจกรรมในสถานที่กว้าง ๆ นั่นคือ บริเวณสนาม ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้หลากหลาย เพราะมีสิ่งแวดล้อมที่หลากหลายเอื้อต่อการคิด ดังข้อความแสดงความคิดเห็นในอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ดังนี้

“การเรียนนอกสถานที่ทำให้รู้สึกแปลกใหม่และน่าสนใจกับงานที่ทำ ทำให้เกิดอิสระทางความคิด บรรยากาศน่าเรียน” (อนุทิน N28)

“เป็นกิจกรรมที่ได้นำเอาข้อสงสัยที่เกิดและข้อมูลที่มีมาร่วมกันเสนอความคิดเห็น” (อนุทิน N25) เป็นต้น

1.3 ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนจากประเด็นปัญหา ตั้งประเด็นการเรียนรู้เพื่อศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ลำดับการทำงาน กำหนดเป้าหมายการทำงาน แบ่งภาระงาน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีที่หลากหลาย ซึ่งนักเรียนทุกคนจะได้มีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาและหาคำตอบ ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์ กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์จากปัญหา โดยครูให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามกลุ่มย่อยที่จัดไว้แล้ว ซึ่งนักเรียนได้มีโอกาสทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันอย่างอิสระส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข โดยเริ่มจากการศึกษาความรู้จากใบกิจกรรม และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ตั้งประเด็นการเรียนรู้จากปัญหาที่พบในขั้นทำความเข้าใจปัญหา แล้วกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนจากปัญหานั้น นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อระดมความคิดเห็นในการกำหนดหัวข้อการเรียนรู้ การกำหนดเป้าหมายว่าต้องการแก้ปัญหาเพื่ออะไร ออกแบบ วางแผน กำหนดวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ครูควรลดบทบาทจากการเป็นผู้อธิบายความรู้เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก สนับสนุน เสริมแรง และเป็นกันเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับประเด็นการเรียนรู้ได้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1 และ 2 การออกแบบและการกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหานักเรียนยังไม่ละเอียดเท่าที่ควร ดังนั้นครูจึงควร

คอยให้คำแนะนำหรืออธิบายให้นักเรียนสามารถกำหนดขั้นตอนได้เหมาะสมที่สุด เมื่อจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 4 นักเรียนต้องใช้อุปกรณ์การทำการกิจกรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน จึงทำให้การวางแผนออกแบบการทำการกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหายังไม่ละเอียด ครูต้องให้การชี้แนะ อย่างใกล้ชิด ในขณะที่นักเรียนทำการกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มยังพบว่านักเรียนบางคนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น นั่งนิ่งและคอยทำตามคำสั่งของเพื่อนในกลุ่มเท่านั้น อาจเป็นเพราะยังไม่สนิทสนมกันหรืออาจจะยังไม่เกิดการพัฒนาด้านการคิดเท่าที่ควร

เมื่อวิเคราะห์หัตถ์โน้ตสรุปได้ว่า การให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นกลุ่มทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระจะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความสุข และสบายใจในการเรียนมากขึ้น การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น และครูควรคอยให้คำแนะนำการออกแบบการทำการกิจกรรมอย่างใกล้ชิดและทั่วถึง คอยอธิบายในสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจ ดังข้อความแสดงความคิดเห็นในอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ดังนี้

“กิจกรรมในห้องมีบรรยากาศดี ได้ช่วยกันคิดแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างครูกับนักเรียน”
(อนุทิน N15)

“ชอบกิจกรรมป๊ายใจ เนื่องจาก มีการทำงานอย่างเป็นระบบ ได้มีการวางแผนการทำงาน”
(อนุทิน N37)

“ชอบกิจกรรมป๊ายใจ เนื่องจาก เป็นการใช้ความคิดประดิษฐ์ ออกแบบการทดลองเพื่อไม่ให้ไขว่แตก” (อนุทิน N32) เป็นต้น

1.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนต้องรวบรวมข้อมูลและนำความรู้จากการศึกษาค้นคว้า มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่ม วิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม เพื่อคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดมาแก้ปัญหอย่างสมเหตุสมผล รวมทั้งอภิปรายและสรุปผลจากวิธีการแก้ปัญหามาสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหามากน้อยเพียงใดโดยให้นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่ม ลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรม การทดลอง ดำเนินการหาคำตอบตามขั้นตอน วิธีการที่ออกแบบไว้ด้วยตนเอง รวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น แบบเรียน สื่อ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยครูต้องคอยชี้แนะ วิธีการปฏิบัติกิจกรรมอย่างใกล้ชิดเพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินการได้ตามแบบ

แผนที่กำหนดไว้ รวมถึงอธิบายข้อสงสัยต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม และครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถอภิปรายผลและสรุปผลให้ตรงประเด็น ซึ่งแนวทางนี้พบว่านักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมได้ดีขึ้นเรื่อย ๆ จากการสังเกตจากแผนที่ 1 นักเรียนอาจยังไม่เคยชินกับการเรียนรู้ในลักษณะนี้ครูจึงต้องคอนอำนาจความสะดวก สนับสนุนมากเป็นพิเศษ แต่เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้เช่นนี้ในแผน 2 และ 3 นักเรียนสามารถมีแนวทางการดำเนินงานดีขึ้นเรื่อย ๆ จากการสังเกตพบว่า แผนที่ 4 นักเรียนมีการดำเนินงานได้เป็นระบบและรวดเร็วมากขึ้น ทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนมีความเคยชินกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เมื่อวิเคราะห์อนุทินสรุปได้ว่า ครูควรให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นกลุ่มซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกให้เกิดทักษะการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น การสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ครูควรคอยให้คำแนะนำการดำเนินกิจกรรมอย่างใกล้ชิดจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสุข และสบายใจในการเรียนมากขึ้น การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดทักษะการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ดังข้อความแสดงความคิดเห็นในอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ดังนี้

“ครูผู้สอนให้คำแนะนำและอธิบายในสิ่งที่ยังไม่เข้าใจได้ดี” (อนุทิน N22)

“ชอบการจัดกิจกรรมการเรียนนี้ เพราะ ได้ทำงานร่วมกัน ทดลองเป็นกลุ่ม ช่วยกันคิด หาวิธีการทดลอง ใช้จินตนาการในการทดลอง ช่วยกันวิเคราะห์ผลการทดลอง หาคำตอบ รู้สึกสนุกในการช่วยกันทำการทดลอง ทำให้เกิดความสามัคคี” (อนุทิน N10)

“ชอบการจัดกิจกรรมการเรียนนี้ เพราะ ได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ถ้าเป็นงานที่ต้องรับผิดชอบคนเดียวจะไม่กระตือรือร้น” (อนุทิน N33)

“ชอบการจัดกิจกรรมการเรียนนี้ เพราะ ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม” (อนุทิน N13)

“บางครั้งในการทำงานเป็นกลุ่มต้องมีการแสดงความคิดเห็นต่อกันซึ่งบางครั้งความคิดเห็นอาจไม่ตรงกันได้” (อนุทิน N28) เป็นต้น

1.5 ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาประมวลสร้างเป็นองค์ความรู้ ประเมินประสิทธิภาพคุณภาพการปฏิบัติงานกลุ่ม ประเมินตนเองทั้งด้านความรู้และกระบวนการกลุ่ม ความพึงพอใจ และเลือกวิธีการและรูปแบบการนำเสนอผลงานที่น่าสนใจโดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปหลักการ องค์ความรู้ที่ได้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันและชัดเจน โดยครูให้นักเรียนนำผลการทดลองการปฏิบัติกิจกรรมและสรุปเป็นความรู้ที่ได้ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปผลการทดลองได้ และนำผลการทดลองนั้นมาสรุปเป็นองค์ความรู้ในลักษณะสรุปเป็นแผนผังความคิด หรือสรุปเป็นสมการแล้วนำสมการที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัม รวมถึงประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในการสรุปองค์ความรู้ของนักเรียนนั้นครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อเป็นแนวทางให้สามารถสรุปเป็นสมการได้ จากการสังเกตการนำสมการที่ได้ไปประยุกต์ใช้นั้น ในแผนที่ 1 ถึง แผนที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำแบบฝึกหัดได้ด้วยตนเองโดยอาศัยความรู้และความเข้าใจจากการแก้ปัญหามาใช้ เมื่อจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 4 นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้เองเป็นบางข้อเท่านั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อหาที่เรียนมีความยากและซับซ้อนมากขึ้น ดังนั้นครูจึงควรใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้และคอยชี้แนะให้นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องโมเมนตัมและการคลไปประยุกต์ใช้ได้ แต่ครูไม่ควรอธิบายโจทย์ สถานการณ์ทั้งหมด เนื่องจากการทำแบบฝึกหัดนั้นนักเรียนจะได้ประเมินผลการทำงาน ผลลัพธ์จากการแก้ปัญหของนักเรียนด้วยตัวเอง

เมื่อวิเคราะห์หัตถ์ของนักเรียนสรุปได้ว่านักเรียนควรได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่มทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อไม่ให้กดดันเกินไป ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การลงมือปฏิบัติกิจกรรมศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจะส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีและครูเป็นผู้ชี้แนะและอธิบายในข้อสงสัย ดังข้อความแสดงความคิดเห็นในอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ ดังนี้

“การลงมือทำกิจกรรม การทดลองด้วยตัวเอง ทำให้ได้รับความรู้และสามารถอธิบายความรู้แลกเปลี่ยนกัน” (อนุทิน N03)

“การลงมือปฏิบัติการทดลองทำให้เข้าใจกับผลการทดลองได้ดี เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายอย่างละเอียด” (อนุทิน N11) เป็นต้น

1.6 ชื่นนำเสนอและประเมินผลงาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้นำมาจัดระดับองค์ความรู้และนำเสนอผลการปฏิบัติงานในรูปแบบที่หลากหลายต่อเพื่อน ครูผู้สอน โดยครูให้นักเรียนนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมครบทุกกลุ่มต่อการเรียน 1 ครั้ง (2 คาบ) เมื่อนำเสนอเสร็จนักเรียนและครูจะได้มีโอกาสร่วมกันอภิปรายถึงผลการดำเนินงาน ผลการปฏิบัติกิจกรรมนั้น เพื่อตรวจสอบผลการดำเนินงานดังกล่าว แนวทางนี้จะใช้เวลาค่อนข้างนาน ดังนั้น ครูจึงควรจัดเวลาให้เหมาะสม ซึ่งในขั้นนี้มีข้อดีคือ จะสามารถประเมินผลการดำเนินงานได้ครบทุกกลุ่ม นักเรียนจะได้รับคำแนะนำ ข้อเสนอแนะในหัวข้อเดียวกันแต่มีความหลากหลายประเด็นตามประเด็นปัญหาของแต่ละกลุ่ม

เมื่อวิเคราะห์หัตถ์ของนักเรียนสรุปได้ว่านักเรียนควรได้แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่มทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อไม่ให้กดดันเกินไปดังข้อความจากอนุทินเช่น “ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อนภายในกลุ่มไม่ค่อยช่วยกันเท่าที่ควร” (อนุทิน N04) ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การลงมือปฏิบัติกิจกรรมศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจะส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีและครูเป็นผู้ชี้แนะและอธิบายในข้อสงสัย

การดำเนินการในวงจรที่ 1 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลแล้วสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นและหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปปรับใช้ในการดำเนินการในวงจรที่ 2 สรุปได้ดังนี้

1. การทำกิจกรรม ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้า การสังเคราะห์ความรู้ การสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ และ การนำเสนอและประเมินผลงาน เป็นขั้นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องศึกษา ค้นคว้า หาข้อมูลจากแหล่งและสื่อต่าง ๆ ซึ่งจะใช้เวลามาก ทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่ทันกำหนดเวลา ดังนั้นครูจึงควรปรับกิจกรรมให้กระชับเวลา เตรียมการนำเสนอผลงานให้สั้นลง

2. นักเรียนบางคนในกลุ่มที่ไม่กล้าแสดงออก ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น รอทำตามคำสั่งของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มเท่านั้น แนวทางแก้ไข คือให้นักเรียนจัดกลุ่มกันเองตามความสมัครใจ ซึ่งนักเรียนจะมีความสนิทสนมและคุ้นเคย อาจทำให้กล้าพูดและแสดงออกได้มากขึ้น

3. การใช้สื่อที่เป็นภาพเหตุการณ์เพียงอย่างเดียว นักเรียนไม่สามารถเข้าใจปัญหา ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และระบุปัญหาไม่สอดคล้องกับบทเรียนเท่าที่ควร แนวทางแก้ไขคือ ครูต้องคอยใช้คำถาม

กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจโดยอาจใช้คำถามว่า เพราะอะไร นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น หรือ ถ้าเหตุการณ์เป็นเช่นนี้นักเรียนจะทำอย่างไร เป็นต้น ดังนั้นการใช้สื่อจึงควรเป็นสื่อวิทัศน์ และการสาธิตการทดลองที่จำลองมาจากสถานการณ์จริง

4. การสร้างบรรยากาศให้เป็นกันเอง ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ มีสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้จะสามารถส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ แต่ครูควรควบคุมชั้นเรียนให้เรียบร้อยโดยเฉพาะการเรียนนอกห้องเรียน อาจทำให้นักเรียนเสียสมาธิในการเรียนรู้ได้

2. ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-8) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ขึ้นกำหนดปัญหา ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-8 เป็นการเรียนรู้ในบทเรียนเกี่ยวกับการชนใน 1 มิติ การชนใน 2 มิติ การระเบิด กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ซึ่งในแผนที่ 5 ครูใช้การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาด้วยการใช้ภาพและ สื่อวิทัศน์แสดงเหตุการณ์เกี่ยวกับการชนของรถยนต์กลางสี่แยก เมื่อนักเรียนได้ดูแล้วทำให้รู้สึกว่เหตุการณ์นี้หวาดกลัว และให้ความสนใจเป็นพิเศษ เพราะเป็นเหตุการณ์หรือมีความคล้ายคลึงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนมองเห็นปัญหาได้ดีสามารถระบุปัญหาได้ตรงประเด็นและชัดเจน โดยที่ครูไม่ต้องใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการอยากรู้ ส่วนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 และ 7 นักเรียนได้ดูภาพรถอัดสปริงและสาธิตโดยนำรถทดลองมาสองคันอัดสปริงไว้ตรงกลางแล้วปล่อยให้รถดีดออกจากกัน พบว่าครูต้องใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจหรือเป็นคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดการคิดและสงสัย เพื่อให้สามารถระบุปัญหาได้ ซึ่งนักเรียนระบุปัญหายังไม่ชัดเจนและไม่สอดคล้องกับบทเรียนเท่าที่ควรทั้งนี้อาจเป็นเพราะภาพที่แสดงนั้นไม่ชัดเจนหรือกว้างเกินไปทำให้ครูต้องคอยใช้คำถามกระตุ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับสถานการณ์ในภาพได้ดีขึ้นและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้มากที่สุด

เมื่อวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้จากอนุทินที่นักเรียนแสดงความคิดเห็น โดยสรุปได้ว่า การใช้สื่อที่เป็นภาพเหตุการณ์ วิทัศน์ สื่อจากอินเทอร์เน็ต หรือสถานการณ์จริงเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดี เกิดเป็นข้อคำถามซึ่งจะเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้ สามารถมองเห็นปัญหาและระบุปัญหาจากสื่อได้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและเขียนประเด็นปัญหาที่พบนั้นให้ได้บรรยากาศที่เป็นกันเองอย่างมีอิสระ

ส่งเสริมการเรียนรู้จากปัญหาจะทำให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ดีดังข้อความแสดงความคิดเห็นในอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ดังนี้

“อุปกรณ์ที่ครูนำมาสาธิตร่วมกับสื่อการเรียนรู้ที่นำมาประกอบนั้นมีความเหมาะสมและเข้าใจง่าย” (อนุทิน N28)

“บรรยากาศการเรียนเป็นไปด้วยความสนุกสนาน ทำให้เกิดความอยากรู้ อยากเห็นและอยากลงมือปฏิบัติ เมื่อลงมือปฏิบัติแล้ว มีความเข้าใจในการเรียนง่ายขึ้น เพราะจะได้ใช้จินตนาการและการปฏิบัติจริง” (อนุทิน N05) เป็นต้น

2.2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ครูให้นักเรียนจัดกลุ่มกันเองตามความสมัครใจ แล้วครูได้เสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการสร้างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบทเรียนมากขึ้น โดยนำอุปกรณ์การทดลองที่มีอยู่มาทำการสาธิตการทดลองเพื่อสร้างสถานการณ์ แล้วให้นักเรียนสังเกต นำข้อสงสัยมาระบุประเด็นปัญหา ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้อง นักเรียนจะได้มีโอกาสระดมความคิดกันเพื่อแยกแยะ วิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลที่พบ ลงความเห็นว่าจะอะไรคือปัญหาที่สำคัญที่สุด เพื่อนำไปกำหนดประเด็นการเรียนรู้หรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้ แนวทางนี้นักเรียนจะได้เห็นการทำกิจกรรมจากการสาธิตของครู จึงทำให้นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์การทดลองที่มีอยู่ได้เป็นอย่างดี สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้อง อุปกรณ์ที่ใช้ นำความรู้จากสิ่งที่เรียนเรื่องโมเมนตัมและการคล จากคาบเรียนที่ผ่านมา และประยุกต์ใช้กับการทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ที่พบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเด็นการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มและเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้จากการฝึกใช้อุปกรณ์การทำกิจกรรมดังกล่าวจึงทำให้มีความชำนาญและเคยชินมากขึ้น แต่หากใช้อุปกรณ์เหล่านี้บ่อยเกินไปนักเรียนอาจเกิดความเบื่อหน่ายหรือขาดความกระตือรือร้นได้ จากการจัดกลุ่มในขั้นนี้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพอใจในการได้เป็นสมาชิกกลุ่มเดียวกัน สามารถพูดคุย แสดงความคิดเห็นได้ดีกว่า และเกิดความสามัคคีกันในการทำกิจกรรมกลุ่มได้ดี

เมื่อวิเคราะห์อนุทินสรุปได้ว่า การใช้สื่อต่าง ๆ การสาธิตการทดลอง และประสบการณ์ความรู้เดิมที่มี สามารถส่งผลให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูล และประเด็นปัญหาที่พบได้มีการนำข้อปัญหามาร่วมแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่มอย่างอิสระ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน และควรจัดบรรยากาศการเรียนรู้ หรือสิ่งแวดล้อมให้เอื้อต่อการค้นพบปัญหา

2.3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าในแผนที่ 5 – 8 นักเรียนต้องออกแบบการทำกิจกรรมในเรื่องการชนใน 1 มิติ 2 มิติ และการระเบิด นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามกลุ่ม ซึ่งนักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มตามความสมัครใจทำให้นักเรียนกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันอย่างอิสระ ส่งเสริมให้เรียนรู้อย่างมีความสุข ศึกษาแสวงหาความรู้จากใบกิจกรรม และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ กำหนดประเด็นการเรียนรู้จากปัญหาที่พบในชั้นทำความเข้าใจปัญหา แล้วกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนจากปัญหานั้น นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อระดมความคิดเห็นในการกำหนดหัวข้อการเรียนรู้ การกำหนดเป้าหมายว่าต้องการแก้ปัญหาเพื่ออะไร ออกแบบ วางแผน กำหนดวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ครูลดบทบาทจากการเป็นผู้อธิบายความรู้เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก สนับสนุนเสริมแรง และเป็นกันเอง เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับประเด็นการเรียนรู้ ในวงจรที่ 2 นี้ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการออกแบบ วางแผนและกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ละเอียดถี่ถ้วนมากขึ้น แต่ครูต้องคอยให้คำแนะนำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาที่นักเรียนพบ

เมื่อวิเคราะห์อนุทินสรุปได้ว่า การให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นกลุ่มจะทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น การสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข และสบายใจในการเรียนมากขึ้น การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ครูควรคอยให้คำแนะนำการออกแบบการทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิดและทั่วถึง คอยอธิบายในสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจ ดังข้อความแสดงความคิดเห็นในอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ดังนี้

“การทำงานเป็นกลุ่มทำให้เราได้ใช้ความสามัคคีและมีการแบ่งหน้าที่กันทำ ทำให้งานเสร็จได้อย่างรวดเร็ว และยังได้แบ่งปันความรู้ซึ่งกันและกัน” (อนุทิน N27)

“ได้ทำงานร่วมกัน แสดงความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ได้ลองทดลองอุปกรณ์ด้วยตนเอง ทำให้เห็นความแตกต่างของอุปกรณ์แต่ละอย่าง และร่วมกันหาสาเหตุของสถานการณ์ได้” (อนุทิน N21) เป็นต้น

2.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ในแผนที่ 5 – 8 นักเรียนได้ใช้กระบวนการกลุ่ม ทำกิจกรรมการทดลอง ดำเนินการหาคำตอบตามขั้นตอน วิธีการที่ออกแบบไว้ด้วยตนเอง รวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น แบบเรียน สื่อ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ครูคอยชี้แนะ วิธีการปฏิบัติกิจกรรม

อย่างใกล้ชิดเพื่อให้ นักเรียนสามารถดำเนินการได้เป็นไปตามแบบแผนที่กำหนดไว้รวมถึงอธิบายข้อสงสัยต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมและครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถอภิปรายผลและสรุปผลให้ตรงประเด็น ซึ่งแนวทางนี้พบว่านักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมได้ดีขึ้น นักเรียนกล้าแสดงออก แสดงความคิดเห็น ต่อสมาชิกในกลุ่มจากการสังเกตพบว่าเป็น 5 – 8 นักเรียนมีการดำเนินงานได้เป็นระบบและรวดเร็วมากขึ้น ทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนมีความเคยชินกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมากขึ้น

เมื่อวิเคราะห์หอนุทินสรุปได้ว่า นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นกลุ่มทำให้นักเรียนได้ฝึกการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น บรรยากาศที่เป็นกันเอง ทำให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ ครูควรคอยให้คำแนะนำการดำเนินกิจกรรมอย่างใกล้ชิดจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสุข และสบายใจในการเรียนมากขึ้น การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดทักษะการเรียนรู้ได้ดี ดังข้อความแสดงความคิดเห็นในอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ดังนี้

“ชอบการจัดกิจกรรมการเรียนนี้ เพราะ ได้วิเคราะห์แลกเปลี่ยนความคิดของตนเองกับเพื่อน ลองปรึกษาปัญหากัน ช่วยกันคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้รับ มีความสามัคคีกัน ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น” (อนุทิน N02)

“ชอบการจัดกิจกรรมการเรียนนี้ เพราะ ได้ทำงานเป็นกลุ่ม ทำงานอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ มีการพูดคุยโต้แย้ง ทำให้ไม่เบื่อ” (อนุทิน N22) เป็นต้น

2.5 ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายผลการทำกิจกรรมและสรุปเป็นหลักการได้ดี เช่น ในแผนที่ 6 นักเรียนได้สรุปความรู้เป็นแผนผังความคิด ในเรื่องกฎอนุรักษ์โมเมนตัมและการชนใน 1 มิติ พบว่านักเรียนทำได้ดี แต่ส่วนใหญ่ ครูต้องใช้คำถามกระตุ้น คอยอธิบายข้อสงสัย ชี้แนะนักเรียนอย่างใกล้ชิดเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจหลักการ ความคิดรวบยอดที่ชัดเจน ในแผนที่ 7-8 นักเรียนต้องสรุปความรู้ ผลการทำกิจกรรม เป็นสมการ และนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้และประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ พบว่านักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้เองเป็นบางข้อเท่านั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อหาที่เรียนมีความยากและซับซ้อนขึ้น แต่นักเรียนสามารถนำกระบวนการแก้ปัญหามาใช้ในแบบฝึกหัดได้ดี ครูต้องใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้ให้นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมไปประยุกต์ใช้ได้ ครูไม่ควรอธิบาย

โจทย์สถานการณ์ทั้งหมด เนื่องจากการทำแบบฝึกหัดนี้นักเรียนจะได้ประเมินผลการทำงาน ผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยตัวเอง รวมถึงการตรวจคำตอบในแบบฝึกหัดในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 6 ต่อไป และครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป ในกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนที่ 6 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งขันสรุปองค์ความรู้ หรือแข่งขันอธิบายที่มาของสมการ โดยครูต้องใช้คำถามกระตุ้นที่ละชั้นจนสรุปเป็นสมการนั้นได้ถูกต้อง โดยใช้แรงจูงใจในการแข่งขันเป็นคะแนนพิเศษ ซึ่งแนวทางนี้ได้นำมาปรับใช้ในแผนที่ 6 ที่เป็นการสรุปองค์ความรู้ในเรื่อง กฎอนุรักษ์โมเมนตัม ซึ่งนักเรียนต้องนำความรู้เดิมจากการเรียนในแผนที่ 4 และ 5 มาสรุปในแผนที่ 6 ดังกล่าว ในการให้คะแนนจากนักเรียนทั้งหมด 7 กลุ่มในแต่ละข้อคำถามจะมีนักเรียนที่ตอบได้ก่อนจะได้คะแนนสูงสุดคือ 3 คะแนน นักเรียนที่ตอบได้ถูกเช่นกัน แต่ช้ากว่ากลุ่มแรกจะได้คะแนนน้อยลงตามลำดับ ซึ่งครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดอย่างต่อเนื่องจากการจัดกิจกรรมนี้พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแข่งขันกันอย่างสนุกสนาน ร่วมกันศึกษาค้นคว้า ระดมความคิดสมาชิกในกลุ่ม ดำเนินการหาคำตอบให้ได้ก่อนเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อให้ได้คะแนนมากที่สุด ทำให้นักเรียนรู้จักยอมรับผลแพ้ชนะที่เกิดขึ้น

เมื่อวิเคราะห์หัตถ์ของนักเรียนสรุปได้ว่า นักเรียนควรได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่มทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อไม่ให้กดดันเกินไป ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจะส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีและครูเป็นผู้ชี้แนะและอธิบายในข้อสงสัย ดังข้อความแสดงความคิดเห็นในอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ดังนี้

“ได้ช่วยเหลือกันทำงานต่าง ๆ ในสิ่งที่เราไม่เคยทำ สามารถเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ได้มากขึ้น” (อนุทิน N26)

“บรรยากาศการเรียนเป็นกันเอง ทำให้สามารถเรียนรู้ถึงความเป็นมาของเรื่องที่เรียนรู้ว่าเป็นมาอย่างไร” (อนุทิน N04)

“ช่วยกันระดมความคิด ไม่เครียด ทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น” (อนุทิน N16) เป็นต้น

2.6 ชี้นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำเสนอผลการดำเนินงานการปฏิบัติกิจกรรมเพียง 2-3 กลุ่มต่อการเรียน 1 ครั้ง (2 คาบ) เมื่อนำเสนอเสร็จนักเรียนและครูจะได้มีโอกาสร่วมกันอภิปรายถึงผลการดำเนินงาน ผลการปฏิบัติกิจกรรมนั้น เพื่อตรวจสอบผลการดำเนินงานดัง

กล่าว แนวทางนี้นักเรียนจะได้คำแนะนำที่ไม่หลากหลายเพราะจะได้เห็นประเด็นการเรียนรู้แค่ 2-3 กลุ่ม แต่มีข้อดีคือ จะสามารถกระชับเวลาในการจัดกิจกรรมได้ ในการนำเสนอในแต่ละคาบนั้นควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสลับกันเพื่อนำเสนอจนครบทุกกลุ่ม

เมื่อวิเคราะห์หัตถ์ของนักเรียนสรุปได้ว่านักเรียนควรได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่มทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อไม่ให้กดดันเกินไปมีบรรยากาศการเรียนรู้ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การลงมือปฏิบัติกิจกรรมศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจะส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีและครูเป็นผู้ชี้แนะและอธิบายในข้อสงสัย

ตารางที่ 13 สรุปผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1-2

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางแก้ไข
ขั้นกำหนดปัญหา	ภาพที่ใช้เสนอสถานการณ์ กว้างเกินไป ทำให้นักเรียนไม่สามารถมองเห็นประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับบทเรียนได้	การกำหนดสถานการณ์ควรใช้สื่อทั้งที่เป็นภาพและวีดิทัศน์ร่วมกัน หรืออาจใช้ภาพร่วมกับการสาธิตการทดลอง และครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับบทเรียนได้
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	นักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น อภิปราย ร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม	ครูให้นักเรียนจัดกลุ่มกันเองตามความสมัครใจ ครูดูแลอย่างใกล้ชิด และเป็นกันเอง ให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ
ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถศึกษาค้นคว้า ข้อมูล ได้ด้วยตนเอง เมื่อแบ่งภาระหน้าที่กันภายในกลุ่มพบว่า บางคนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นรอทำตามคำสั่งของเพื่อนสมาชิกและการกำหนดขั้นตอน ออกแบบ วิธีการแก้ปัญหาไม่มีความละเอียดเท่าที่ควร	ครูคอยชี้แนะ แนวทางในการดำเนินงานอย่างใกล้ชิดในแต่ละกลุ่ม คอยติดตามการแบ่งภาระหน้าที่ของนักเรียน อธิบายในข้อมูลที่นักเรียนเกิดความสงสัยหรือเข้าใจไม่ตรงกัน

ตารางที่ 13 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดย ใช้ปัญหาเป็นฐาน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางแก้ไข
ขั้นสังเคราะห์ความรู้	นักเรียนมีความสามัคคีกันเป็นอย่างดี แต่ ในการดำเนินการแก้ปัญหายังไม่เป็นไป ตามแบบแผนที่แต่ละกลุ่มกำหนดไว้ รวมถึงนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะ การค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มาใช้ในสรุปผลการเรียนรู้	ครูสร้างบรรยากาศให้เป็นกันเอง ติดตามการดำเนินงาน เตรียม คอมพิวเตอร์ สำหรับการสืบค้น ข้อมูล และกระชับเวลาในการจัด กิจกรรมได้
ขั้นสรุปเป็นหลักการและ ประเมินค่าของคำตอบ	นักเรียนบางกลุ่มมีการสรุปองค์ความรู้ ไม่ตรงประเด็น	ครูคอยชี้แนะ แนวทางในการสรุป องค์ความรู้ อธิบายข้อสงสัยเพิ่มเติม
ขั้นนำเสนอและ ประเมินผลงาน	ใช้เวลาในการนำเสนอานเกินไป นักเรียนบางคนไม่กล้าแสดงออกใน การสื่อสาร และไม่กล้าแสดงเหตุผลใน การตรวจสอบผลลัพธ์อาจเป็นเพราะ กลัวคำตอบของตนเองผิด นั้นแสดงว่า นักเรียนขาดความมั่นใจในตัวเอง	กระชับเวลาโดยให้นักเรียนนำเสนอ คาบละ 3 กลุ่ม ครูให้ความอิสระในการเรียนรู้ และ เป็นกันเอง ไม่ควรหักคะแนน นักเรียนที่ตอบผิดหรือให้เหตุผลไม่ สอดคล้อง

การอภิปรายผลการวิจัยของคำถามวิจัยข้อที่ 2

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้
ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีคำถามวิจัยข้อที่ 2 คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา
เป็นฐาน ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาเรื่อง โมเมนตัมและการดล ของนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีแนวทางอย่างไร

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 6 ขั้น คือ 1)
ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 3) ขั้นดำเนินการศึกษา 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 5) ขั้น
สรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ และ 6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน โดยในการ
อภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยจะอภิปรายทีละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ขึ้นกำหนดปัญหา และขึ้นทำความเข้าใจปัญหาครูควรใช้สื่อนำเสนอสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับบทเรียนที่เป็น วิดีทัศน์ สื่ออินเตอร์เน็ต การสาธิตการทดลองซึ่งคล้ายคลึงกับสถานการณ์จริงหรือสร้างสถานการณ์จริง และภาพเหตุการณ์ ใช้สถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกตื่นเต้นสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนได้ มีกิจกรรมเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ครูจะต้องใช้ประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อทำให้ตัวนักเรียนเองตระหนักถึงความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ แล้วใช้ความแตกต่างนั้นนำไปสู่การตั้งคำถาม ซึ่งครูจะใช้คำถามช่วยให้นักเรียนเกิดประเด็นปัญหาที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544) นักเรียนจะต้องเขียนทุกสิ่งทุกอย่างที่เป็นข้อสงสัยหรือข้อคำถามทั้งหมดด้วยตนเองให้ได้มากที่สุด แล้วใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาเป็นกลุ่มย่อย แลกเปลี่ยนความรู้เพื่อพิจารณาใคร่ครวญว่าอะไรคือประเด็นปัญหาที่แท้จริงหรือสำคัญที่สุด (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551) สามารถแสดงทัศนะ ความคิดเห็นต่อกันเกี่ยวกับปัญหาภายในกลุ่มได้อย่างอิสระ นำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานในการสร้างประเด็นปัญหาใหม่ได้ (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2552) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปราณี หีบแก้ว (2552) ที่ว่า การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนควรได้ร่วมอภิปรายกลุ่มย่อยและแสดงออกทุกคน การศึกษาค้นคว้าควรใช้สื่อที่เทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น อินเตอร์เน็ต วิดีทัศน์ หรือสื่อของจริง ดังนั้นในขั้นกำหนดปัญหา และขึ้นทำความเข้าใจปัญหา ครูจึงควรใช้สื่อต่าง ๆ ได้แก่ วิดีทัศน์ ภาพสถานการณ์จริง หรือสร้างสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์จริง ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและท้าทาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจค้นพบปัญหาด้วยตนเองและสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งเสริมต่อการตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยและสนใจ ครูมีความเป็นกันเองให้นักเรียนสามารถแสดงทัศนะ ความคิดเห็นได้อย่างอิสระ

2. ขึ้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขึ้นสังเคราะห์ความรู้ ขึ้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ และขึ้นนำเสนอและประเมินผลงาน โดยขึ้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ออกแบบ วางแผน และกำหนดขั้นตอนที่นำไปใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มอย่างชัดเจน ซึ่งนักเรียนทุกคนจะได้มีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาและหาคำตอบ กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์จากปัญหา ในขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องดำเนินการศึกษา ค้นคว้า หาข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาตามที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้ นักเรียนได้ลงมือทดลองจริง มีการสังเคราะห์ความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ส่วนในขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำผลการดำเนินการตามแผนการดำเนินงานในการแก้ปัญหาทั้งหมดหรือผลการทดลอง ผลการปฏิบัติกิจกรรม มาร่วมกัน

อภิปรายและสรุปองค์ความรู้ที่ได้ และในขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้นำผลการทดลอง ผลดำเนินการแก้ปัญหาที่นำเสนอ ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อเป็นการตรวจสอบผลการทดลอง ผลการแก้ปัญหา ผลของการดำเนินการต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล และมีความเชื่อมั่นในตนเองในการแสดงความคิดเห็น ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 ขั้นตอนนี้ จึงเป็นกิจกรรมที่ครูควรเป็นผู้ให้คำแนะนำให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล การดำเนินการตามแผน และการประเมินผล ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาจนสามารถสรุปผลการแก้ปัญหา และการประเมินผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาได้ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bosse *et al.* (2010) และ Yew *et al.* (2011) ที่พบว่าครูมีบทบาทสำคัญในการอำนวยความสะดวกที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้เองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรส่งเสริมทักษะการสื่อสารด้วยการนำเสนอผลงาน นักเรียนควรได้รับการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างเสรี และสอดคล้องกับแนวคิดของ Baroffio *et al.* (2007) ที่สรุปไว้ว่า บทบาทและข้อเสนอแนะของครูผู้สอน มีส่วนสำคัญต่อการพัฒนานักเรียน นั่นคือการให้คำแนะนำแนวทางเพื่อให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการประเมินผลการดำเนินงานเพื่อเป็นข้อชี้แนะให้นักเรียนสามารถนำไปปรับปรุงให้ดีขึ้น

3. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าขั้นสังเคราะห์ความรู้ ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ และขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูให้นักเรียนได้มีโอกาสทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม และนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนฝึกการใช้การคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ สื่อสาร สรุปองค์ความรู้ได้ สามารถกำหนดประเด็นการเรียนรู้ด้วยตนเองจากประเด็นคำถามที่เกิด แล้วร่วมกันออกแบบ วางแผนในการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงหรือถ้าเรื่องนั้นไม่สามารถปฏิบัติได้ก็อาจให้แก้ปัญหาโดยการทดลองความรู้้นั้นด้วยการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เป็นการฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหา (สุคนธ์สินธุพานนท์ และคณะ, 2552) ในการทำกิจกรรมสมาชิกทุกคนในแต่ละกลุ่มต้องมีส่วนร่วม มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนอย่างชัดเจน มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน ในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมตลอดเวลา นักเรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชวลาฤทธิ์ฤทัย (2552) ที่พบว่า นักเรียนพอใจที่มีส่วนร่วมในการคิดแก้ปัญหาร่วมกับเพื่อน ในเรื่องเดียว

กันนี้ เสวียน ประวรรณดา (2553) ก็ได้กล่าวไว้ว่า นักเรียนจะเกิดองค์ความรู้ เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติ ด้วยความเข้าใจ มีโอกาสได้ร่วมคิดและพิจารณา ร่วมกันภายในกลุ่มและนอกจากนี้ นักเรียนจะได้ ฝึกการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ วิเคราะห์ ฝึกออกความคิดเห็นสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจวรรณ อ่วมมณี (2549) ที่กล่าวไว้ว่า การเรียนทำให้นักเรียนตื่นตัวอยู่ตลอดเวลาช่วยพัฒนาความคิดแก้ ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีการทำงานเป็นทีมรู้จักแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ ได้ฝึกการเป็นผู้นำผู้ตาม ทุกคนอาศัยความร่วมมือกัน ร่วมกันคิด ร่วมกันลงมือปฏิบัติ มีโอกาสแสดงความสามารถและประสบการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ย่อมก่อให้เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง และงานวิจัยของ เอมอร์ จรัสพันธ์ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จะทำให้นักเรียนเปลี่ยนจากการเรียนแบบท่องจำและ ฟัง มาเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมและรับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองทำให้มีการเรียนรู้อย่างเข้าใจและจำ ได้นาน ดังนั้นในชั้นตอนนี้ จึงควรใช้แนวทางที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง มีการ ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม แสดงความคิดเห็น วิเคราะห์ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ เพื่อแลกเปลี่ยน ความรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกใช้ความคิดของตนเอง

4) การจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ชั้น ควรจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนค้นพบปัญหาและกำหนดประเด็นปัญหาด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมในการศึกษาค้นคว้า หาความรู้ด้วยตนเอง ให้นักเรียน ได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลาย โดยเริ่มจากนักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหาาร่วมกัน ได้อภิปรายหาแนวทางแก้ไขปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดแบบมีวิจารณญาณ เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง มีทักษะในการเผชิญหน้ากับปัญหาหรืออุปสรรค เปลี่ยนบทบาทการเรียนรู้จากผู้รับความรู้เป็นผู้แสวงหาความรู้จากสื่อ แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ในลักษณะการอภิปราย แสดงความคิดเห็น หาข้อสรุปอย่างมีเหตุผลร่วมกัน จนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง และสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้ (มันฑรา ธรรมบุศย์, 2549) นอกจากนี้การสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมต่อการมองเห็นปัญหาให้นักเรียนรู้สึกมีอิสระในการคิดเพื่อค้นพบปัญหาด้วยตัวเอง จะสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ นักเรียนเกิดความสนใจ สังเกตเห็นสิ่งที่เป็นปัญหาหรือการเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับสถานการณ์และนำข้อมูลที่มีอยู่รวมกับความรู้เดิมมาทำความเข้าใจกับปัญหา บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง สร้างเป็นประเด็นปัญหาที่ทำทลายความรู้ความสามารถของนักเรียนส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ได้ ครูผู้สอนต้องให้ความเป็นกันเองกับนักเรียน นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันภายในกลุ่มได้อย่างอิสระ ซึ่งจะเป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียนของนักเรียนให้มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ได้ มีบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีความสุข และพร้อมที่จะเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจ และครูต้องคอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องก็ได้ ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอด้วยวิธีที่หลากหลาย และเน้นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้เป็นกันเองและกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนรวมถึงการจัด

บรรยากาษาให้เอื้อต่อการคิดแก้ปัญหา (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ, 2552) และเน้นการสร้าง บรรยากาษาการเรียนรู้ให้เป็นกันเอง มีความเป็นอิสระ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้ รวมถึง การจัดสภาพแวดล้อม บรรยากาษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้และเอื้อต่อการคิดแก้ปัญหา สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Yew *et al.* (2011) และ เบญจวรรณ อ่วมมณี (2549) ที่ได้อธิบายว่า การเรียนการสอนที่มี บรรยากาษาการเรียนรู้แบบเป็นกันเอง ทำให้นักเรียนรู้สึกอิสระในการคิด เกิดทัศนคติที่ดีต่อการ เรียนจึงทำให้อุบัติการณ์การเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง โมเมนตัมและการดล ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นั้น มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ 1) เพื่อศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล และ 2) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 38 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 13 คน นักเรียนหญิง 25 คน เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อนในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน จัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการดล โดยใช้ระยะเวลา 16 คาบ คาบละ 50 นาที เนื้อหาประกอบด้วยเรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม การดล กฎอนุรักษ์โมเมนตัม การชนใน 1 และ 2 มิติ และการระเบิด

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกหัด

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาทำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นำคำตอบจากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาไปวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มคำตอบ จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการดล ให้นักเรียนกลุ่มที่ศึกษา โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง แล้วบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ทุกแผนสำหรับนักเรียนจะทำแบบฝึกหัดเมื่อเรียนจบแต่ละแผนและเขียนบันทึกอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองเมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้ทุก ๆ 2 แผน เมื่อผู้วิจัย

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้วให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาอีกครั้ง เพื่อนำผลการจัดกลุ่มคำตอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาเปรียบเทียบกัน

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ 1) วิเคราะห์ทักษะการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียนในแบบวัดเป็นรายชื่ออ่านคำตอบหรือคำอธิบายของนักเรียนในแต่ละข้ออย่างละเอียด แล้วตีความและจัดกลุ่มคำตอบที่นักเรียนตอบเหมือนกัน ซึ่งสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนได้เป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มคำตอบระดับดีมาก กลุ่มคำตอบระดับดี กลุ่มคำตอบระดับพอใช้ และกลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง จากนั้นคำนวณหาค่าความถี่และค่าร้อยละของจำนวนคำตอบในแต่ละกลุ่มคำตอบ ผู้วิจัยวิเคราะห์เนื้อหาจากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกหัดที่นักเรียนทำหลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการคล ทุกกิจกรรมว่านักเรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหา ตามตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา อย่างไร คัดลอกข้อความจากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้และแบบฝึกหัดออกมาสะท้อนให้เห็นถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ 2) วิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง โมเมนตัมและการคล ที่มีผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยคัดลอกข้อความจากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ที่นักเรียนเขียนออกมาสะท้อนให้เห็นถึงสิ่งที่เรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาตีความและจัดกลุ่มร่วมกับข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ โดยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในด้านการทำความเข้าใจปัญหาและในด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี ในด้านการดำเนินการตามแผนนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง และในด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับปรับปรุง แต่หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่าในด้านการทำความเข้าใจปัญหา ด้านการเสนอวิธีการแก้ปัญหและด้านการดำเนินการตามแผน นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดีมาก และในด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหานักเรียน

ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับดี ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหา และนำกระบวนการแก้ปัญหามาใช้ในการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาที่พบจากสถานการณ์หรือในชีวิตประจำวัน โดยครูผู้สอนคอยกระตุ้นและแนะนำแนวทางให้นักเรียนเกิดการสืบค้น เรียนรู้ทำกิจกรรม ดำเนินการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม เป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัย พยายามหาสาเหตุของปัญหา มีการดำเนินการอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล รู้จักวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ความรู้ที่เกิดจากการแก้ปัญหา จนได้ข้อสรุปของการแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้จากการแก้ปัญหาได้ รวมถึงทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบ กล้าแสดงความคิดเห็นและรู้จักใช้ความเป็นเหตุเป็นผลเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ จนนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาได้ เมื่อวิเคราะห์ขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะพบว่าในขั้นกำหนดปัญหาและขั้นทำความเข้าใจปัญหา ครูนำเสนอสถานการณ์จากสื่อต่าง ๆ เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงจากวิดิทัศน์ การสร้างสถานการณ์จริงจากชีวิตประจำวันที่หลากหลายและเหมาะสมกับบทเรียน และการสร้างสถานการณ์การทดลองเพื่อให้นักเรียนสังเกตเห็นปัญหาจากสถานการณ์ และนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ปัญหา สาเหตุและระบุข้อมูลที่พบในสถานการณ์ที่กำหนดไว้เพื่อกำหนดประเด็นในการสืบค้นต่อไป ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่เรียนรู้ ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนจะต้องระดมความคิดเพื่อกำหนดประเด็นการเรียนรู้จากปัญหาที่พบหรือจากการทดลองเพื่อนำไปสู่การค้นคว้าหาคำอธิบาย ศึกษาหาข้อมูล รวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ และพิจารณาว่าสิ่งใดที่มีความจำเป็นในการนำไปแก้ปัญหาพร้อมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดลำดับขั้นตอน และวางแผนวิธีการแก้ปัญหา ครูคอยชี้แนะแนวทางในการดำเนินการวางแผน กำหนดขั้นตอนอย่างเหมาะสม ขึ้นสังเคราะห์ความรู้และขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม การแก้ปัญหา การทดลอง และดำเนินการตามขั้นตอนวิธีการที่กำหนดไว้ เพื่หาคำตอบของปัญหา ใช้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายผลเพื่อสรุปความรู้จากการดำเนินการในการแก้ปัญหาให้ได้หลักการ สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ครูคอยแนะนำแนวทางในการดำเนินการแก้ปัญหา อธิบายองค์ความรู้ในสิ่งที่นักเรียนยังมีข้อสงสัย และชี้แนะและประเมินผลงาน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลลัพธ์ที่ได้ เพื่อตรวจสอบว่า คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้ตรงกับเงื่อนไขปัญหาหรือสถานการณ์ที่ให้มาทั้งหมดหรือไม่ เพื่อให้แน่ใจว่าแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ในส่วนนี้นักเรียนจะได้มีโอกาสตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนว่าถูกต้องและมีความเหมาะสมเพียงใด นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสาร สร้างความเชื่อมั่นในตนเอง รู้จักใช้เหตุผลแสดงความคิดเห็นเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์และครูให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน นักเรียนรับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับวิธีการเรียนและความรู้ความเข้าใจของตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไปจึงกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้ง 6 ขั้นนี้ ช่วยพัฒนาทักษะพื้นฐานที่เป็นตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ ด้วย

ปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาจึงส่งผลให้ทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาสูงขึ้นหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องโมเมนตัมและการดล มีดังนี้ 1) ขั้นตอนกำหนดปัญหา และขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหา ควรใช้สื่อที่เป็นวิทัศน์เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงหรือคล้ายคลึงกับเหตุการณ์จริงมากที่สุด สื่อจากอินเทอร์เน็ต หรือภาพเหตุการณ์ ควรใช้สถานการณ์ที่เสนอความตื่นเต้นและสอดคล้องกับบทเรียน และทำกิจกรรมที่สร้างแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดข้อสงสัยมองเห็นปัญหา เกิดเป็นคำถามซึ่งจะเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้ นักเรียนกำหนดประเด็นปัญหาได้ วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ใช้กระบวนการกลุ่ม ระดมความคิดเพื่อกำหนดประเด็นปัญหาที่แท้จริงหรือสำคัญที่สุด 2) ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ และขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 ขั้นนี้ เป็นกิจกรรมที่ครูควรเป็นผู้ให้คำแนะนำ ดูแลอย่างใกล้ชิด ให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล การดำเนินการตามแผน จนสามารถสรุปผลการแก้ปัญหา และการประเมินผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาได้ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน 3) ขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหา ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าขั้นสังเคราะห์ความรู้ ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ และขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน ควรเป็นกิจกรรมที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม เพื่อกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา ร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหา ร่วมกันอภิปรายผลที่เกิดจากการแก้ปัญหา ในทำกิจกรรมสมาชิกทุกคนต้องมีส่วนร่วม มีบทบาทหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนอย่างชัดเจน มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม และ 4) การจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้น ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมในการศึกษาค้นคว้า หาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลาย อภิปรายหาแนวทางแก้ไขปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดแบบมีวิจารณญาณ แสดงความคิดเห็น หาข้อสรุปอย่างมีเหตุผลร่วมกัน จนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง และสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้เป็นกันเอง มีความเป็นอิสระ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้ การจัดสภาพแวดล้อม บรรยากาศที่ส่งเสริมต่อการเรียนรู้และเอื้อต่อการคิดแก้ปัญหา รวมทั้งการถามคำถามเพื่อให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมมาวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนทั้ง 4 ขั้น คือ การทำความเข้าใจปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาในขั้นตอนการกำหนดปัญหาเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากครูจึงควรวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้รัดกุม ในการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ชัดเจน ไม่กว้างเกินไป ใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดประเด็นปัญหาได้ และต้องศึกษาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหาให้เข้าใจอย่างละเอียดลึกซึ้งก่อนนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวนี้นี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ และต้องคำนึงถึงระดับความคิดของนักเรียน ความเหมาะสมของเนื้อหาตลอดจนสถานการณ์ที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย

2. การจัดการเรียนรู้ในขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนต้องศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ดำเนินการตามแผนที่วางไว้และทำการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน นักเรียนมีเวลาในการศึกษาค้นคว้าอย่างจำกัด ครูจึงควรเตรียมอุปกรณ์การทดลอง จัดแหล่งเรียนรู้ให้พร้อม เช่นการใช้ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต หรือการจัดให้นักเรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการหาข้อมูลได้ เพื่อความสะดวกรวดเร็ว และการจัดการเรียนรู้ในขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน ครูควรควบคุมเวลาในการนำเสนอและการแสดงความคิดเห็นให้รัดกุม

3. ครูควรทำความเข้าใจให้ละเอียดลึกซึ้งว่าในแต่ละขั้นตอนของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น มีลักษณะอย่างไร มีข้อจำกัดอะไรบ้าง เพื่อที่จะเพิ่มเทคนิค หรือวิธีการลงไปในแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม และสามารถพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาให้กับนักเรียนได้มากที่สุด

4. ในการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนควรเน้นทักษะการคิดแก้ปัญหาร่วมกับการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการทดลอง ทักษะการทำงานกลุ่ม

5. การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการทบทวนผลลัพธ์หรือตรวจสอบคำตอบ ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาได้แต่ยังไม่อยู่ในระดับดีมาก ดังนั้นนักเรียนจึงควรได้รับการพัฒนาทักษะด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้

ปัญหาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญและตระหนักถึงการใช้ทักษะนี้ในการตรวจสอบหรือทบทวนผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม การใช้เทคนิคอุปมาอุปมัย เป็นต้น
2. ควรมีการศึกษากิจการการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กับหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ และนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาอื่น ๆ
3. ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความคงทนของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น
4. การสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาหรือสร้างสถานการณ์ปัญหาในแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ไม่ควรบอกหรือแนะแนวทางทฤษฎีหรือองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นลงในแบบวัด ควรให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และหาแนวทาง ทฤษฎีหรือองค์ความรู้ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาด้วยตัวเอง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.

จรรยา สุวรรณทัต. 2534. กระบวนการแก้ปัญหา. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาจิตวิทยา
ทั่วไป หน่วยที่ 1-7. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

จันทิมา สำนักโนน. 2550. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์
มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จุไรรัตน์ สุริยงค์. 2551. ทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์
โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชวลา ฤทธิธำชัย. 2552. การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ กระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้เรื่อง คลื่นเสียง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชาติ แจ่มนุช. 2545. สอนอย่างไรให้คิดเป็น. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เลียงเชียง

ฐาปณีย์ อัยวรรณ. 2556. การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ร่างกายมนุษย์ โดยใช้รูปแบบการ
จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทิตินา แคมมณี. 2544. **วิทยาการด้านการคิด**. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.

_____. 2552. **ศาสตร์การสอน**. กรุงเทพมหานคร: บริษัทด้านสุขภาพการพิมพ์.

_____. 2553. **รูปแบบการเรียนการสอน**. กรุงเทพมหานคร: บริษัทแอคทีฟพรีนท์ จำกัด.

นันทนา กะมณี. 2552. **การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปลาค้าววิทยานุสรณ์ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

บรรดล สุขปิติ. 2555. **การเขียนข้อคำถามของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา**. (Online). http://www.google.co.th/url?url=http://research.npru.ac.th/development/research_npru/images/stories/97.doc, 20 มีนาคม 2557.

บุญเลิศ สัมมากุล. 2553. “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยใช้เกมฝึกทักษะการคิด”. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**. 4(2): 111-117.

บุษบา พลรัตน์. 2555. **การศึกษาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละโดยใช้วิธีสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เบญจวรรณ อ่วมมณี. 2549. **การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่อง การอนุรักษ์แม่น้ำท่าจีน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและวิธีสอน, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551. การพัฒนาการคิด. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119
เทคนิค ฟรีนดิง.

ปราณี หีบแก้ว. 2552. การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
เรื่อง ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการ จัดกิจกรรมการ
เรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning PBL). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์
มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปิยฉัตร ชัยมาลา. 2550. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es).
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัย
ขอนแก่น.

ปัทมา โกมุตบุตร. 2550. **Peoblem based learning at McMaster**. (Online). http://www.med.cmu.ac.th/dept/family/Patama/PBL_patama.pdf, 1 ตุลาคม 2553.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2544. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการ
สอน 1. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

_____ และคณะ. 2549. “คู่มือครูพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิต นักศึกษาระดับปริญญาตรี
สำหรับหลักสูตรครุศาสตร์: การบูรณาการทักษะกระบวนการคิดในการเรียนการสอน
เนื้อหาสาระ”. โครงการวิจัย เรื่อง การนำเสนอรูปแบบเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงของ
นิสิต นักศึกษาคู ระดับปริญญาตรี สำหรับหลักสูตรครุศึกษา. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

เพ็ญศรี พิลาสันต์. 2551. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการ
เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
วิธีปกติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,
มหาวิทยาลัยสารคาม.

พฤษย์ โปร่งสำโรง. 2549. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

มณฑนา บรรพสุทธี. 2553. การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทักษะชีวิต ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและวิธีสอน, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

มณฑรา ธรรมบุศย์. 2545. “การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based
Learning)”. วารสารวิชาการ. 5(2): 11-17

_____. 2551. การเรียนรู้ทักษะชีวิต. (Online). <http://www.Chandra.ac.th/teacher>
All/mdra/date/pdf/Life-skill1 L.pdf, 27 ธันวาคม 2551.

ยุพิน มงคลไทร. 2550. ผลการสอนโดยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยการใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มี
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่าง
สร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

รังสรรค์ ทองสุกนอก. 2547. ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem
Base Learning) เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2544. การประเมินทักษะกระบวนการ และการแก้ปัญหา.
กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (วพ.).

วิรัช วรรณรัตน์. 2538. “การสอบวัดกระบวนการและทักษะกระบวนการ”. วารสารการวัดผล
การศึกษา. 13(50): 40-45.

- เวียงสด วงศ์ชัย. 2553. การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปกป้องรักษาธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัย ขอนแก่น.
- วัลลี สัตยาชัย. 2547. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก รูปแบบการเรียนรู้โดยนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพมหานคร: บริษัท บุ๊คเน็ต จำกัด.
- ศิริกาญจน์ โกสุม และ ดารณี คำจันง. 2546. สอนเด็กให้คิดเป็น. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เมธิ ทิปส์ จำกัด.
- ศุภชัย ดวงคำน้อย. 2555. การศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นสำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546. การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรและการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- _____. 2550. การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา. (Online). <http://202.29.77.139/primath/ebook/problem%20solving/index.html>, 20 สิงหาคม 2554.
- สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. 2552. พัฒนาทักษะการคิด พิชิตการสอน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เลียงเชียง.
- สุปรียา วงษ์ตระหง่าน. 2544. “การจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก”. วารสารกองบริหาร การศึกษา (ม.ข.), 12(90): 25-29.

สุภางค์ จันทวานิช. 2552. **วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 17. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภัทรา ตันติวิทยมาศ. 2555. **การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณด้วยแผนผังโนทัศน์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่2**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำ. 2545. **21 วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

_____. 2547. **ครบเครื่องเรื่องการคิด**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

สุวิมล ว่องวานิช. 2550. **เคล็ดลับการทำวิจัยในชั้นเรียน**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540. **ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด**. กรุงเทพมหานคร: ไอเดียสแควร์.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน). 2554. **รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน).

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550. **แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ**. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2550. **การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดีการพิมพ์.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2550. **การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มส่งเสริมวินัยการศึกษารัฐบาลและบุคลากรทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เสวียน ประวรรณธา. 2553. **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อรพรรณ พรสีมา. 2543. การคิด. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาทักษะการคิด.

อรณพ ชุ่มเพ็งพันธ์. 2550. **การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและวิธีสอน, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เอมอร จรัสพันธ์. 2548. **การสร้างชุดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนรู้มีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยบูรพา.

Baroffio, A., M.R. Nendaz, A. Perrier and N.V. Vu. 2007. "Tutor Training, Evaluation Criteria and Teaching Environment Influence Students' Ratings of Tutor Feedback in Problem-Based Learning". **Advances in Health Sciences Education**. 12(4): 427-439.

Barrows, H. S. 1985. **How to design a problem-based curriculum for preclinical years**. New York: Springer.

_____. 1996. "Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview". **New Directions for Teaching and Learning**. (68): 3-11

- Bosse, H. M., S. Huwendiek, S. Skelin, K. Michael and N. Christoph. 2010. Interactive film scenes for tutor training in problem-based learning (PBL): dealing with difficult situations. **BMC Medical Education**, 10:52 (Online). <http://www.biomedcentral.com/1472-6920/10/52>
- Darcy, M. 1998. **Enhancing Adolescent Competence : Strategies for Classroom Management**. Washington: An International Thomson Publishing Company.
- Diana, H. J., M. Dolmans and L. Wilkerson. 2011. "Reflection on studies on the learning process in problem-based learning". **Advances in Health Sciences Education**. 16(4): 437-441.
- Dolmans, D. H. J. M., H. G. Schmidt and W. H. Gijselaers. 1995. The relationship between student-generated learning issues and self-study in problem-based learning. **Instructional Science**. 22(4), 251–267.
- Duch, B. J. 1995. **What is problem-based learning? Center for Teaching Effectiveness**. (online). <http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-what.html>, April 10, 2013
- _____, S. E. Groh and D. E. Allen. 2001. **The Power of Problem-Based Learning: a practical "how to" for teaching undergraduate courses in any discipline**. Stylus, Sterling, VA.
- Edward, D. B. 1978. **Teaching Thinking** (3rd ed.). London: Billing & Sons.
- Esther, K. 2001. A Metacognitive Support during the Process of Problem Solving in a Computerized Environment. **Educational Studies in Mathematics**. 47(3): 317-336.
- Esen, E. and Nes'e Baser. 2014. The effects of problem-based learning method in higher education on creative thinking. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. 116: 3494–3498

- Ferreira, M. and A.R. Trudel. 2012. The Impact of Problem Based Learning (PBL) on Student Attitudes toward Science, Problem-Solving Skills, and Sense of Community in the Classroom. **Journal of Classroom Interaction**, 47 (1): 23-30.
- Festinger, L. 1988. "The problem in inquiry". **The Science Teacher**. 45: 19-22.
- Gallagher, S.A. 1997. "Problem-based learning: Where did it come from, what does it do, and where is it going?". **Journal for the Education of the Gifted**. 20 (4): 332-362.
- Gasser, K.W. 2011. "Five Ideas for 21st Century Math Classrooms". **American Secondary Education**. 39 (3): 108-16.
- Gronlund, N.E. 1990. **Measurement and Evaluation in Teaching**. New York: The Macmillan.
- Guilford, J.P. 1971. **Analysis of Intelligence**. New York: McGraw-Hill Education.
- Hensberry, K. K. R. and T. Jacobbe. 2012. The effects of Polya's heuristic and diary writing on children's problem solving. **Mathematics Education Research Journal**. 24(1): 59-85.
- Hill, J. 2000. **Chemical, the environment, and you: Explorations in science and human health. Grade 7-8 NIH curriculum supplement series**. (Online). <http://thailis.uni.net>, April 12, 2013
- Hmelo-Silver, C. E. 2004. "Problem-based learning: What and How Do Students Learn?". **Educational Psychology Review**. 16(3): 235-266.

- Hmelo-Silver, C. E. and D.H. Evensen. 2000. "Problem-based learning: Gaining insights on learning interactions through multiple methods of inquiry". In Evensen, Dorothy H.; Hmelo, Cindy E.; Hmelo-Silver, Cindy E. **Problem-Based Learning: A Research perspective on learning interactions**. pp. 1–18.
- Holtzapple, E. 2003. "Criterion-related validity evidence for a standards-based teacher evaluation system". **Journal of Personnel Evaluation in Education**. 17(3): 207-219.
- Kemmis, S. and R. McTaggart. 1990. **The action research planner**. Geelong: Deakin University Press.
- Koballa, T.R, F.J. Crawley and R.L. Shrigley. 1990. "Problem solving". **Science Education**. 74(3): 334-351.
- Kreger, C. 2011. **Problem-Based Learning**. (Online). <http://www.cotf.edu/ete/teacher/teacherout.html>, April 25, 2014
- Krulik, S. and J.A. Rudnick. 1993. **Reasoning and problem solving**. Boston: Allyn and Bacon.
- Mayer, R.E. and M.C. Wittrock. 1996. Problem solving transfer. In Berliner, D. and R. Calfee (Eds.). **Handbook of research in Education Psychology**. (pp. 47-62). Washington DC: American Psychological Association.
- Miller, D. 1998. **Enhancing Adolescent Competence : Strategies for Classroom Management**. Washington: An International Thomson Publishing Company.
- Mitchell, W.E. 1986. **Encounters in thinking**. Unpublished workbook.
- _____ and T. F. Kowalik. 1999. **Creative Problem Solving**. Unpublished workbook.

Morgan, C.T. 1978. "Thinking and Problem Solving". **A Brief Introduction to Psychology**. 54: 309-316.

Neville, A.J. 2009. "Problem-Based Learning and Medical Education Forty Years on". **Medical Principles and Practice**. 18(1): 1-9.

Pourshanzari, A.A., A. Roohbakhsh, M. Khazaei and H. Tajadini. 2013. Comparing the long-term retention of a physiology course for medical students with the traditional and problem-based learning. **Advances in Health Sciences Education**. 18(1): 91-97.

Quellmalz, E.S. 1985. "Needed: Better method for testing higher-order thinking skills". **Educational Leadership**. 43: 28-34.

Reynolds, F. 1997. "Studying psychology at degree level: Would problem-based learning enhance students' experiences?". **Studies in Higher Education**. 22 (3): 263-275.

Savin-Baden, M. 2000. **Problem-based Learning in Higher Education: Untold Stories**. USA: Open University Press

Schmidt, H. G. (1993). Foundations of problem-based learning: Some explanatory notes. **Medical Education**. 27: 422-432.

_____, J. Rotgans and Elaine, H.J. 2011. "The process of problem-based learning: what works and why". **Medical Education**. 45: 792-806.

Schmidt, H. G., S.M.M. Loyens, T.G. Van and F. Paas. 2007. Problem-based learning is compatible with human cognitive architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). **Educational Psychologist**. 42: 91-97.

- Serin, O. 2012. **RELATIONSHIP BETWEEN INTELLIGENCE AREAS AND INTERPERSONAL PROBLEM SOLVING SKILLS ACCORDING TO MULTIPLE INTELLIGENCES THEORY**. International Online Journal of Primary Education (IOJPE). (online). <http://www.iojpe.org/ojs/index.php/IOJPE/article/view/159>, April 25, 2014
- Sockalingam, N. and H.G. Schmidt. 2013. “Does the extent of problem familiarity influence students’ learning in problem-based learning?”. **Instructional Science**. 41(5): 921-932.
- Sofie, M.M., J. M. Loyens and M. J. P. Rikers. 2008. Self-Directed Learning in Problem-Based Learning and its Relationships with Self-Regulated Learning. **EducPsychol Rev**. 20: 411–427
- Stanish, B. and B. Eberle. 1996. “**CPS for Kids: A Resource Book for Teaching Creative Problem-Solving to Children**”. Waco, TX: Prufrock Press. อ้างอิง ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551. การพัฒนาการคิด. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิค ฟรีนดิง.
- Tam, H. 2012. **Cooperative Problem-Solving: What it means in theory and practice**, Faculty of Education, University of Cambridge
- Carlgren, T. 2013. Communication, Critical Thinking, Problem Solving: A Suggested Course for All High School Students in the 21st Century. **Interchange**. 44: 63-81
- Williams, D.A. and M. Carey. 2003. **SOLVING THE PROBLEMS OF A CHRONIC ILLNESS: 6-Step Problem Solving**.
- Webster. 1994. **Webster’s encyclopedic unabridged dictionary of the English language**. USA: Dilithum Press
- Weir, J.J. 1974. “Problem solving is everybody’ problem”. **The Science Teacher**. 41: 16-18.

William, K.L. 2012. Dysfunctional problem-based learning curricula: resolving the problem.

Lim BMC Medical Education 2012, 12:89 (Online). <http://www.biomedcentral.com/1472-6920/12/89>, April 26, 2014

Woods, D.R. 1991. **“Issues in Implementation in an Otherwise Conventional Programme”**, Chapter 12 in **“The Challenges of Problem-based Learning”** D. Boud and G. Feletti, ed., Kogan Page, London, 122-129.

Yew, H.J., C. Esther and H.G. Schmidt. 2011. **“Is learning in problem-based learning cumulative?”**. **Advances in Health Sciences Education**. 16(4): 449-464.

Yürüker, B. 2011. **Problem- Based Learning PBL: A Short Introduction**. Institute of Medical Education, Faculty of Medicine, University of Berne.

Zimmerman, B. J. and R. B. Lebeau. 2000. A commentary on self-directed learning. In D. Evensen and C. E. Hmelo (Eds.). **Problem-based learning: A research perspective on learning interactions**. (pp. 299–313). Mahwah: Erlbaum





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, แบบฝึกหัด, แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้, อนุทิน
สะท้อนการเรียนรู้ และแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

1. อาจารย์ ดร. พรชัย อินทร์ฉาย

จบการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาบริหารการศึกษา

ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี (สสวท.)

2. อาจารย์ ดร. พงษ์ลัดดา ปัญญาจิรุณี

จบการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาฟิสิกส์บรรยากาศ

ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

3. อาจารย์ ดร. อภิษฐา จันทระเสริฐ

จบการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

4. อาจารย์สุชาดา ศรีศกุน

จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการสอนมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)

ปัจจุบันเป็นอาจารย์สอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตแห่ง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร



แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องแสดงผลการประเมินของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาปรับปรุงต่อไปโดยตัวเลขในช่องประเมินมีความหมายดังนี้

+ 1 หมายถึง เห็นด้วย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	+1	0	-1
1. สาระสำคัญ ตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้มีความสอดคล้องซึ่งกันและกัน			
2. สาระสำคัญมีความชัดเจนและครอบคลุมเนื้อหาสาระ			
3. ผลการเรียนรู้ (Learning outcome) มีการพัฒนานักเรียนทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติ			
4. มีการสอดแทรกการคิดแก้ปัญหาไว้ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้อย่างชัดเจน			
5. มีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา			
6. สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ			
7. สื่อการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา			

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	+1	0	-1
8. มีการวัดผลและประเมินผลที่ครอบคลุมทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติ			
9. มีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมกับขั้นตอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้			
10. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา			

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานใน 6 ขั้นตอน
ของทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานใน 6 ขั้นตอน
ของทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม	ขั้นกำหนดปัญหา	- ครูให้นักเรียนดูภาพจากสื่อ power point และสื่อวีดิทัศน์เป็นเหตุการณ์การทดสอบการชนของรถยนต์ - ครูถามคำถามเพื่อให้กระตุ้นให้นักเรียน เกิดประเด็นปัญหาและเขียนประเด็นปัญหาที่สนใจให้ได้มากที่สุด
	ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	- นักเรียนแบ่งกลุ่มที่ครูจัดให้กลุ่มละ 5-6 คน - ครูสาธิตการทดลอง ปล่อยตุ้มทรายให้ตกกระทบมือ - ครูถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดข้อสงสัย - นักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นคำถามจากข้อสงสัยที่พบจากการสาธิตทดลองที่คิดว่าสำคัญ และน่าสนใจที่สุดลงในใบกิจกรรมเรื่อง และนำคำถามจากขั้นกำหนดปัญหามาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา ในระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลา - ครูรวบรวมประเด็นคำถามจากนักเรียนแต่ละกลุ่ม ๆ ละ 2 – 3 ประเด็นปัญหา
	ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	- นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นในการกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ค้นคว้าศึกษาหาข้อมูลเพื่อนำมาออกแบบวางแผน กำหนดการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน - นักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม - ครูคอยให้คำแนะนำ ดูแลอย่างใกล้ชิด

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
	ขั้นสังเคราะห์ความรู้	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม ดำเนินการตามแผนการที่วางแผนไว้ - ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดและนำไปสู่การสรุปผลการทำกิจกรรม ว่าแรงที่ใช้ในหยุดการเคลื่อนที่ของลูกทรายขึ้นอยู่กับมวลและความเร็ว - ครูคอยให้คำแนะนำ คอยอย่างใกล้ชิด
	ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	- ครูถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนนำผลการทดลองแล้วนำมาสรุปเป็นหลักการองค์ความรู้จากการแก้ปัญหาและทดลอง - นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการสรุปองค์ความรู้ได้ว่า $\text{โมเมนตัม} = \text{มวล} \times \text{ความเร็ว}$ - นักเรียนทำแบบฝึกหัด - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้
	ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานจากการแก้ปัญหา และ ร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่าถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร - นักเรียนทุกคนประเมินผลงานของกลุ่มเพื่อนและตนเอง
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม	ขั้นกำหนดปัญหา	- ครูเสนอสถานการณ์ การเตะและรับลูกฟุตบอล - ครูซักถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสังเกต และ ร่วมกันอภิปราย เกิดคำถาม

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
	ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	- นักเรียนนั่งตามกลุ่ม โดยให้จัดกลุ่มเองตามความสมัครใจกลุ่มละ 5 - 6 คน - นักเรียนได้ร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหาจากการสังเกตการสาธิต
	ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	- นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอภิปรายแสดงความคิดเห็นในการกำหนดประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กีฬาที่ฉันสนใจหาข้อมูลเพื่อนำมาออกแบบวางแผน เช่นจะเลือกอุปกรณ์กีฬาชนิดใดมาใช้เพื่อทดลองหาคำตอบของประเด็นปัญหา มีกำหนดการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน - นักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้
	ขั้นสังเคราะห์ความรู้	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมดำเนินการตามแผนที่วางแผนไว้ หรือวิธีการทดลองที่กำหนด - ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดและนำไปสู่การสรุปผลการทำกิจกรรม ว่า ออกแรงมาก วัตถุมีความเร็วมาก โมเมนตัมมาก โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงมาก - ครูคอยให้คำแนะนำ ดูแลอย่างใกล้ชิด
	ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	- ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาและสุ่มตัวแทนของนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน - ครูและนักเรียนซักถาม/อภิปรายร่วมกัน จนสรุปเป็นหลักการได้ถูกต้อง

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
	ชั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานจากการแก้ปัญหา และ ร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่า ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร - นักเรียนทุกคนประเมินผลงานของกลุ่มเพื่อน และตนเอง - ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับช่วงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงโมเมนต์ ว่าเป็นช่วงเวลาที่เกิดการเปลี่ยน โมเมนต์ - นักเรียนทำแบบฝึกหัด
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การคล	ขั้นกำหนดปัญหา	- ครูทบทวนความรู้โดยใช้ภาพเหตุการณ์การใช้แรงและเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนโมเมนต์ - ครูและนักเรียนซักถาม/อภิปรายร่วมกัน ในการทบทวนความรู้เดิม - ครูใช้สื่อวีดิทัศน์จากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับการทดลองวางไข่ดิบใส่เป่าผ้าและไข่ไก่ไม่แตก - นักเรียนสังเกต เกิดข้อสงสัยนำมาตั้งประเด็นคำถามให้ได้มากที่สุดเช่น เพราะเหตุใดไข่จึงไม่แตก
	ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	- นักเรียนนั่งตามกลุ่มโดยให้จัดกลุ่มเองตามความสมัครใจกลุ่มละ 5 - 6 คน - ครูแจกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมและการนำไปใช้แก้ปัญหา - นักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหาจากการดูวิดีโอจากขั้นกำหนดปัญหาโดยประเด็นปัญหานั้นจะต้องมีความสอดคล้องกับอุปกรณ์การทำกิจกรรมและบทเรียน

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า		- นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอภิปรายแสดงความคิดเห็นในการกำหนดประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าศึกษาหาข้อมูลเพื่อนำมาออกแบบวางแผนมีกำหนดการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนเช่น จะปล่อยไข่ไก่บนพื้นแข็งกับบนฟองน้ำ จะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร - นักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้
ขั้นสังเคราะห์ความรู้		- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมดำเนินการตามแผนที่วางแผนไว้ หรือวิธีการทดลองที่กำหนด - ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดและนำไปสู่การสรุปผลการทำกิจกรรม ว่าจากการปล่อยไข่ แรงที่กระทำต่อไข่ ขึ้นอยู่กับค่าของการเปลี่ยนโมเมนตัมและช่วงเวลาที่เรากระทำกับวัตถุเพื่อเปลี่ยนโมเมนตัมสังเกตจากขณะไข่กระทบพื้นแข็ง และกระทบฟองน้ำ - ครูคอยให้คำแนะนำ ดูแลอย่างใกล้ชิด
ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ		- นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการสรุปองค์ความรู้ได้ว่าการดล คือ ผลคูณระหว่างแรงกับช่วงเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุ เรียก F ว่า แรงดล - ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด นำข้อมูลที่ได้ไปสรุปองค์ความรู้ - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้ นักเรียนทำแบบฝึกหัด

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
	ชั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานจากการแก้ปัญหา และ ร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่าถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร - นักเรียนทุกคนประเมินผลงานของกลุ่มเพื่อนและตนเอง - ครูและนักเรียนร่วมกันเสนอแนะอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อสงสัยและการแก้ปัญหา
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การชนใน 1 มิติแบบยืดหยุ่น	ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	- ครูสาธิตชุดโมเมนตัมและใช้สื่อวีดิทัศน์แสดงการแทงลูกบิลเลียดให้ชนกันในกรณีต่าง ๆ การเล่นกีฬาสนุกเกอร์ - นักเรียนสังเกตสถานการณ์ และตั้งคำถามจากข้อสงสัยที่เกิดขึ้นละ 3-4 ข้อคำถาม - นักเรียนนั่งตามกลุ่มโดยให้จัดกลุ่มเองตามความสมัครใจกลุ่มละ 5 - 6 คน - ครูสาธิตการชนกันของรถทดลองในแนวเส้นตรงเดียวกันโดยใช้สปริงติดที่หน้ารถผลักให้ชนกัน - ครูถามคำถามกระตุ้นให้เกิดความสนใจและข้อสงสัย - นักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหาจากการดูวิดีโอจากขั้นกำหนดปัญหาที่สนใจมากที่สุด ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดประเด็นการเรียนรู้ - ครูแจกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมและการนำไปใช้แก้ปัญหา

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	- นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอภิปรายแสดงความคิดเห็นในการกำหนดประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าศึกษาหาข้อมูลเพื่อนำมาดำเนินการตามขั้นตอนที่มีไว้แล้วในใบกิจกรรม - นักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบภายในกลุ่ม - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้
ขั้นสังเคราะห์ความรู้	ขั้นสังเคราะห์ความรู้	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมดำเนินการตามแผนที่วางแผนที่ไว้ หรือวิธีการทดลองที่กำหนด - ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดนำไปสู่การสรุปผลการทำกิจกรรม จนได้ข้อสรุปที่ตรงประเด็นปัญหาและเข้าใจตรงกันว่า การชนใน 1 มิติเป็นการชนที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันในแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวล จากการทดลองการชนใน 1 มิติ หลังชนรูปทรงไม่เปลี่ยน ที่เรียกว่า การชนแบบยืดหยุ่นครูให้คำแนะนำ ดูตัวอย่างใกล้ชิด
ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	- ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดนำข้อมูลที่ได้ไปสรุปองค์ความรู้ - นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการสรุปองค์ความรู้ได้ว่า ผลรวมขนาดของโมเมนตัมก่อนชนเท่ากับผลรวมขนาดของโมเมนตัมหลังการชนและพลังงานจลน์คงเดิม - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการชนใน 1 มิติ และนักเรียนทำแบบฝึกหัด

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
	ชั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	- ครูสุ่มนักเรียน 3 กลุ่ม เพื่อเป็นตัวแทนมานำเสนอผลงาน - นักเรียนทุกคนประเมินผลงานของกลุ่มเพื่อนและตนเอง - ครูและนักเรียนร่วมกันเสนอแนะอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อสงสัยและการแก้ปัญหา
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การชนใน 1 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่น	ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	- ครูเสนอสถานการณ์โดยใช้สื่อวีดิทัศน์เกี่ยวกับเหตุการณ์รถยนต์ชนกันในแนวเส้นตรงทั้งแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น - ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้จากสถานการณ์ที่นำเสนอที่เป็นการชนแบบยืดหยุ่น - นักเรียนสังเกตสถานการณ์ และตั้งคำถามจากข้อสงสัยที่เกิดขึ้นละ 3-4 ข้อคำถาม - นักเรียนนั่งตามกลุ่มโดยให้จัดกลุ่มเองตามความสมัครใจกลุ่มละ 5 - 6 คน - ครูสาธิตการชนกันของรถทดลองในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยใช้ดินน้ำมันติดที่หน้ารถ ผลักให้ชนกัน - ครูถามคำถามกระตุ้นให้เกิดความสนใจและข้อสงสัย - นักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหาจากการดูวิดีโอและการสาธิตจากครูที่สนใจมากที่สุด ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดประเด็นการเรียนรู้ - ครูแจกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมและการนำไปใช้แก้ปัญหา

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	- นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอภิปรายแสดงความคิดเห็นในการกำหนดประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าศึกษาหาข้อมูลเพื่อนำมาดำเนินการตามขั้นตอนที่มีไว้แล้วในใบกิจกรรม - นักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้
ขั้นสังเคราะห์ความรู้	ขั้นสังเคราะห์ความรู้	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมดำเนินการตามแผนที่วางแผนไว้ หรือวิธีการทดลองที่กำหนด - ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดและนำไปสู่การสรุปผลการทำกิจกรรม จนได้ข้อสรุปที่ตรงประเด็นปัญหาและเข้าใจตรงกันว่าการชนแล้วรูปทรงเปลี่ยนไปแสดงว่าเกิดการสูญเสียพลังงานจลน์ เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น - ครูคอยให้คำแนะนำ ดูแลอย่างใกล้ชิด
ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	- ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดนำข้อมูลที่ได้ไปสรุปองค์ความรู้ - นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการสรุปองค์ความรู้ได้ว่าผลรวมขนาดของโมเมนตัมก่อนชน เท่ากับผลรวมขนาดของโมเมนตัมหลังการชน - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้ - ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการชนใน 1 มิติ - นักเรียนทำแบบฝึกหัด

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
	ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	- ครูสุ่มนักเรียน 3 กลุ่ม เพื่อเป็นตัวแทนมานำเสนอผลงาน - นักเรียนทุกคนประเมินผลงานของกลุ่มเพื่อนและตนเอง - ครูและนักเรียนร่วมกันเสนอแนะอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อสงสัยและการแก้ปัญหา
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง กฎอนุรักษ์โมเมนตัม	ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	- ครูถามคำถามเพื่อทบทวนความรู้เรื่องการชนใน 1 มิติ - นักเรียนชมภาพบน Power point - ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต และร่วมกันอภิปราย - นักเรียนร่วมกันนำความรู้เดิมเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล - นักเรียนกำหนดประเด็นปัญหาจากภาพ - นักเรียนนั่งตามกลุ่ม โดยให้จัดกลุ่มเองตามความสมัครใจกลุ่มละ 5 - 6 คน - ครูชี้แนะให้นักเรียนนำความรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มาเชื่อมโยงในการตั้งประเด็นปัญหา - นักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหาจากการภาพที่สนใจมากที่สุด ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดประเด็นการเรียนรู้
	ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	- นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอภิปรายแสดงความคิดเห็นในการกำหนดประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าศึกษาหาข้อมูลนำมาออกแบบ กำหนดขั้นตอน เพื่อดำเนินการหาคำตอบของปัญหา - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้ - นักเรียนหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
	ขั้นตั้งเคราะห์ความรู้ ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	- นักเรียนนำความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และดำเนินการหาคำตอบตามขั้นตอนที่กำหนดในประเด็นที่จะศึกษา - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้ - นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบตามหัวข้อที่กำหนดในใบกิจกรรม - นักเรียนนำคำตอบที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้าข้อมูล มาอธิบายสมการใหม่ที่ได้จากสมการเดิมแล้วนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและกฎอนุรักษ์พลังงาน มาอธิบายเพิ่มเติม - ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจและกระตุ้นในการหาคำตอบของปัญหา - นักเรียนสรุปองค์ความรู้เรื่องกฎอนุรักษ์โมเมนตัม และการชนเป็นแผนผังความคิด - นักเรียนแข่งขันเพื่อนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้ ครูเสริมแรงโดยการให้คะแนนพิเศษ ซึ่งใน 1 ข้อ กลุ่มที่ตอบได้ก่อนและถูกต้องจะได้ 3 คะแนน และในข้อเดียวกันกลุ่มที่ตอบถูกเช่นกันแต่ช้ากว่าจะได้ 2 คะแนน กลุ่มที่ตอบถูกเป็นอันดับสามจะได้ 1 คะแนน ตามจำนวนข้อ - นักเรียนทำแบบฝึกหัด
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การระเบิดใน 1 มิติ	ขั้นกำหนดปัญหา	- ครูให้นักเรียนดูภาพรถอัดสปริงและสาธิตโดยนำรถทดลองมาสองคันอัดสปริงไว้ตรงกลางแล้วปล่อยให้รถดีดออกจากกัน - นักเรียนกำหนดประเด็นปัญหา

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	- นักเรียนนั่งตามกลุ่มโดยให้จัดกลุ่มเองตามความสมัครใจกลุ่มละ 5 - 6 คน	- นักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหาจากการภาพและการสาธิตที่สนใจมากที่สุด ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดประเด็นการเรียนรู้
ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	- ครูชี้แนะให้นักเรียนนำความรู้เรื่องกลูออนูรักษ์โมเมนตัมมาเชื่อมโยงในการตั้งประเด็นปัญหา	- นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอภิปรายแสดงความคิดเห็นในการกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ค้นคว้า ศึกษาหาข้อมูลนำมาออกแบบ กำหนดขั้นตอน เพื่อดำเนินการหาคำตอบของปัญหา
ขั้นสังเคราะห์ความรู้	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมดำเนินการตามแผนที่วางแผนที่ไว้	- ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดและนำไปสู่การสรุปผลการทำกิจกรรม จนได้ข้อสรุปที่ตรงประเด็นปัญหาและเข้าใจตรงกันว่า การเคลื่อนที่แยกออกจากกันในทิศทางตรงข้ามกัน เรียกว่า การระเบิด และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันหลังการระเบิดเรียกว่า การระเบิด
		- ครูคอยให้คำแนะนำ ดูแลอย่างใกล้ชิด

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	- ครูถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด นำข้อมูลที่ได้อธิบายสรุปองค์ความรู้ - นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการสรุปองค์ความรู้ได้ว่าผลรวมของโมเมนตัมของรถทดลองทั้งสองคันก่อนแยกตัวกันและหลังแยกตัวออกจากกันมีค่าคงตัว $\sum \vec{P}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \vec{P}_{\text{หลังชน}} \quad 0 = m_1(-v_1) + m_2v_2$ - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้ - ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการระเบิด - นักเรียนทำแบบฝึกหัด - ครูสุ่มนักเรียน 3 กลุ่ม เพื่อเป็นตัวแทนมานำเสนอผลงาน - นักเรียนทุกคนประเมินผลงานของกลุ่มเพื่อนและตนเอง - ครูและนักเรียนร่วมกันเสนอแนะอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อสงสัยและการแก้ปัญหา
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การชนใน 2 มิติ	ขั้นกำหนดปัญหา	- ครูให้นักเรียนดูภาพจำลองเหตุการณ์วัตถุชนกันในลักษณะต่าง ๆ - ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบจากภาพ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตและเกิดข้อสงสัย - นักเรียนสังเกตสถานการณ์ และตั้งคำถามจากข้อสงสัยที่เกิดขึ้นคนละ 3-4 ข้อคำถามเช่น ถ้ามวลความเร็วไม่เท่ากันจะเป็นอย่างไร

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา		-นักเรียนนั่งตามกลุ่ม โดยให้จัดกลุ่มเองตามความสมัครใจกลุ่มละ 5 - 6 คน -ครูสาธิตการชนของแท่งไม้ 2 แท่ง บนถาดลดแรงเสียดทาน -ครูถามคำถามกระตุ้นให้เกิดความสนใจและข้อสงสัย -นักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหาจากภาพและการสาธิตจากครูที่สนใจมากที่สุด ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดประเด็นการเรียนรู้ -ครูแจกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมและการนำไปใช้แก้ปัญหา
ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า		-นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอภิปรายแสดงความคิดเห็นในการกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ค้นคว้า ศึกษาหาข้อมูลเพื่อนำมาออกแบบวางแผน มีกำหนดการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน -นักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบภายในกลุ่ม -ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้
ขั้นสังเคราะห์ความรู้		-นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม ดำเนินการตามแผนที่วางแผนไว้ หรือวิธีการทดลองที่กำหนด -ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดและนำไปสู่การสรุปผลการทำกิจกรรม การชนใน 2 มิติ จนได้ข้อสรุปที่ตรงประเด็นปัญหาและเข้าใจตรงกันว่า ถ้าทิศความเร็วของแท่งไม้ที่วิ่งเข้าชน ไม่อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางมวลของแท่งไม้ทั้งสองแท่ง หลังจากการชน แท่งไม้ทั้งสองแท่งจะแยกไปคนละทาง เรียกว่า การชนใน 2 มิติ -ครูคอยให้คำแนะนำ ดูแลอย่างใกล้ชิด

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ	- ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด นำข้อมูลที่ได้อธิบายไปสรุปองค์ความรู้ - นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้อง - ครูคอยให้คำแนะนำ อธิบายในสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการเรียนรู้ - ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการชนใน 2 มิติ - ครูให้นักเรียนดูวิดีโอที่เกี่ยวกับสถานการณ์การชน - นักเรียนทำแบบฝึกหัด - ครูสุ่มนักเรียน 3 กลุ่ม เพื่อเป็นตัวแทนมานำเสนอผลงาน - นักเรียนทุกคนประเมินผลงานของกลุ่มเพื่อนและตนเอง - ครูและนักเรียนร่วมกันเสนอแนะอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อสงสัยและการแก้ปัญหา
ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	



ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชา ฟิสิกส์ 2 (ว31202)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการดล

ภาคเรียนที่ 2/2556

เรื่อง โมเมนตัม

จำนวน 2 คาบ

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายและลักษณะของโมเมนตัม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของโมเมนตัมได้
2. บอกได้ว่า วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีโมเมนตัม โดยโมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็ว

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. ทดลองเพื่ออธิบายลักษณะของโมเมนตัมได้

2. ค้นหาโมเมนตัมของวัตถุจากสถานการณ์ที่กำหนดให้และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. กำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เสนอวิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาที่พบได้

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนสามารถ

1. แสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่น
2. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข
3. มีความรับผิดชอบในการทำงาน

แนวคิดหลัก

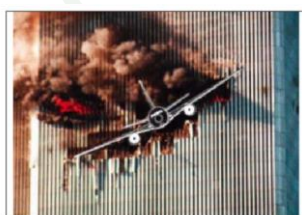
โมเมนตัม (momentum : P) เป็นปริมาณที่บอกความพยายามที่จะเคลื่อนที่ไปข้างของวัตถุ เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็วหาได้จาก ผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัมเมตรต่อวินาที (kg.m/s หรือ N.s)

ถ้าวัตถุมีความเร็วคงตัว โมเมนตัมของวัตถุคงตัวเสมอ นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุนั้น

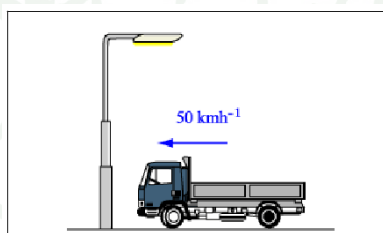
กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นกำหนดปัญหา (10 นาที)

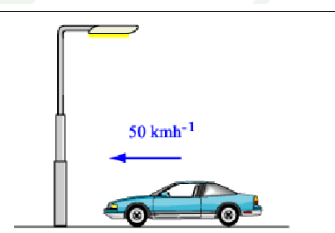
1. ครูให้นักเรียนดูภาพจาก Power point และวิดีโอซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการชน แล้วให้นักเรียนทุกคนตั้งข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับภาพที่ได้ชม ดังนี้



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

จากนั้นครูเปิดวิดีโอ เพื่อให้ดูลักษณะของรถยนต์ที่กำลังจะชนกัน

- <http://www.youtube.com/watch?v=NCeID0qr8Do>

เพื่อเปรียบเทียบ รถที่มีมวลต่างกัน วิ่งด้วยความเร็วเท่ากัน

- <http://www.youtube.com/watch?v=bXqRAiMgIkI> และ

<http://www.youtube.com/watch?v=JWMNXb1Yaes>

เพื่อเปรียบเทียบ รถที่มีมวลเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน วิ่งด้วยความเร็วต่างกัน

แนวคำตอบที่คาดหวัง

- จากรูปหลังจากชนจะเกิดความเสียหายแตกต่างกัน
- รถที่มีขนาดใหญ่ในภาพที่ 2 จะเกิดความเสียหายมากกว่า รถที่มีขนาดเล็กกว่า ในภาพที่ 3
- เครื่องบินที่มีความเร็วในภาพที่ 1 ซึ่งมีความเร็วกว่ารถในภาพที่ 2 และ 3 จะเกิดความเสียหายมากกว่ารถที่มีความเร็วช้า
- สถานการณ์ที่ดูไปรถที่มีขนาดใหญ่กว่าจะเกิดความเสียหายมากกว่า
- สถานการณ์ที่ดูไปรถที่มีความเร็วกว่าจะเกิดความเสียหายมากกว่า

2. นักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 – 6 คน (จากนักเรียนทั้งหมด 38 คน จะได้ ทั้งหมด 7 กลุ่ม) เพื่อระดมความคิดที่เป็นข้อสันนิฐานจากการชมภาพบน Power point ของนักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่ม และรวบรวมตั้งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับข้อสันนิฐานที่รวบรวมได้

แนวคำถามที่คาดหวัง

- เหตุการณ์ในแต่ละภาพจะเกิดความเสียหายแตกต่างกันหรือไม่
- รถที่มีขนาดเล็กจะเกิดความเสียหายมากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด
- รถที่มีขนาดใหญ่จะเกิดความเสียหายมากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด
- รถที่มีขนาดแตกต่างกันแต่ความเร็วเท่ากันจะเกิดความเสียหายแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- รถที่มีขนาดเท่ากันแต่ความเร็วแตกต่างกันจะเกิดความเสียหายแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

2. ทำความเข้าใจปัญหา (10 นาที)

3. ครูนำถุงทรายมาสาธิตโดยการปล่อยถุงทรายให้ตกในแนวตั้ง แล้วใช้มือรับถุงทรายนั้น และชี้แจงว่า ถ้าเหตุการณ์นี้เป็นการจำลองสถานการณ์คล้ายกับภาพที่ได้ชมบน Power point

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง นี้หรือคือ... โม่เมนต์โดยในใบกิจกรรมจะไม่ระบุชื่อกิจกรรมและให้นักเรียนรับถุงทราย กลุ่มละ 3 ถุง นำมาพิจารณาเพื่อตั้งประเด็นปัญหาและหาวิธีการทดลอง

5. ครูชี้แจงให้นักเรียนนำประเด็นคำถามที่ได้จากการชมภาพบน Power point ที่ได้รวบรวมไว้ มาตั้งเป็นประเด็นคำถามให้ได้กลุ่มละ 2 – 3 ประเด็นคำถาม เพื่อนำไปสู่การทดลองของกลุ่มตนเอง(แต่ละกลุ่มอาจได้ประเด็นคำถามที่แตกต่างกัน) ครูรวบรวมประเด็นคำถามของแต่ละกลุ่มไว้บนกระดาน

แนวประเด็นคำถามที่คาดหวัง

- ถุงทรายมีมวลไม่เท่ากัน จะต้องออกแรงรับถุงทรายแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- ถูกรายที่มีความเร็วไม่เท่ากัน จะต้องออกแรงรับถูกรายแตกต่างกันหรือไม่
อย่างไร

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอประเด็นที่ศึกษา เสนอวิธีการทดลองภายในกลุ่ม และตั้งเป็นสมมุติฐานการทดลอง

แนวประเด็นที่ศึกษา

- การออกแรงรับถูกรายที่มีความเร็วแตกต่างกันแต่มีมวลเท่ากัน
- การออกแรงรับถูกรายที่มีมวลไม่เท่ากันแต่ความเร็วเท่ากัน
- การยุบตัวที่เกิดขึ้นกับดินน้ำมันที่มีความเร็วแตกต่างกันแต่มีมวลเท่ากัน
- การยุบตัวที่เกิดขึ้นกับดินน้ำมันที่มีมวลไม่เท่ากัน แต่ความเร็วเท่ากัน

3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (20 นาที)

7. ครูชี้แจงให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบกันให้ชัดเจน โดยบอกภาระหน้าที่ของแต่ละคนในกลุ่มลงในใบกิจกรรม และคอยสังเกตการแบ่งภาระหน้าที่ การวางแผนการทดลอง การลงมือทำการทดลอง การร่วมแสดงความคิดเห็นของนักเรียน การให้ความร่วมมือในการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

8. นักเรียนร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง นี้หรือคือ...โมเมนตัม และหนังสือจากกระทรวงศึกษาธิการวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์เล่ม 2 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หัวข้อ โมเมนตัมก่อนจะทำการทดลองตามขั้นตอน วิธีการที่วางไว้

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ (30 นาที)

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มแยกย้ายทำการทดลองในใบกิจกรรม โดยศึกษาและทดลองตามหัวข้อและประเด็นที่ได้ตั้งไว้

แนวการทำการทดลอง

ตอนที่ 1

1. ปล่อยถูกราย 1 ถู จากตำแหน่งสูง 30 เซนติเมตร แล้วใช้มือรับถูกราย
2. ปล่อยถูกราย 1 ถู จากตำแหน่งสูง 50 เซนติเมตร แล้วใช้มือรับถูกราย
3. สังเกตการเปลี่ยนแปลงและการออกแรงรับถูกราย เปรียบเทียบกันระหว่างข้อ 1 และ 2
4. ปล่อยดินน้ำมัน 1 ก้อน มวล 300 กรัม จากตำแหน่งสูง 50 เซนติเมตร ให้ตกกระทบพื้น
5. ปล่อยดินน้ำมัน 1 ก้อน โดยให้มวลเท่ากับข้อ 4 จากตำแหน่งสูง 100 เซนติเมตร ให้ตกกระทบพื้น
6. สังเกตลักษณะรูปทรงของดินน้ำมัน เปรียบเทียบกันระหว่างข้อ 4 และ 5

ตอนที่ 2

1. ปล่อยตุร่าย 1 ลูก จากตำแหน่งสูง 30 เซนติเมตร แล้วใช้มือรับตุร่าย
2. ปล่อยตุร่าย 2 ลูกพร้อมกัน จากตำแหน่งสูง 30 เซนติเมตร แล้วใช้มือรับตุร่าย
3. สังเกตการเปลี่ยนแปลงและการออกแรงรับตุร่าย เปรียบเทียบกันระหว่างข้อ 1 และ 2
4. ปล่อยดินน้ำมัน 1 ก้อน มวล 300 กรัม จากตำแหน่งสูง 50 เซนติเมตร ให้ตกกระทบพื้น
5. ปล่อยดินน้ำมัน 1 ก้อน มวล 600 กรัม จากตำแหน่งสูง 50 เซนติเมตร ให้ตกกระทบพื้น
6. สังเกตลักษณะรูปทรงของดินน้ำมัน เปรียบเทียบกันระหว่างข้อ 4 และ 5

10. นักเรียนร่วมกันบันทึกผลการทดลอง

11. ครูนำอภิปราย ผลการทดลองโดยตั้งประเด็นคำถามถามนักเรียนดังนี้ (กลุ่มที่ศึกษาประเด็นใดก็จะอภิปรายตามประเด็นนั้น) นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองและตอบประเด็นคำถามของครูและประเด็นคำถามของกลุ่มตนเองที่ได้ตั้งไว้

กรณีปล่อยตุร่ายที่ตำแหน่งความสูงแตกต่างกันมีมวลเท่ากัน

- ตุร่ายตกกระทบมือด้วยความเร็วแตกต่างกันหรือไม่ และนักเรียนออกแรงรับตุร่ายที่กระทบมือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน ดังนี้ ตุร่ายที่ตกในตำแหน่งที่สูง 30 เซนติเมตร จะมีความเร็วขณะกระทบมือน้อยกว่าตุร่ายที่ตกในตำแหน่งที่สูง 50 เซนติเมตร เมื่อจับเวลาพบว่า ที่ตำแหน่งความสูง 50 เซนติเมตรใช้เวลาในการตกนานกว่าและนำค่าเวลา t มาหาความเร็วได้จากสมการ $v = u + gt$ ก็จะพบว่ามีความเร็วมากกว่า ดังนั้นแรงที่ใช้ในการรับตุร่ายที่ตำแหน่งสูง 50 เซนติเมตร จึงมากกว่า แรงที่ใช้ในการรับตุร่ายที่ตำแหน่ง 30 เซนติเมตร

กรณีปล่อยตุร่ายที่ตำแหน่งความสูงเท่ากันมีมวลแตกต่างกัน (1 ลูก และ 2 ลูกพร้อมกัน)

- ตุร่ายตกกระทบมือด้วยความเร็วแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ไม่แตกต่างกัน จากสมการ $v = u + gt$

- นักเรียนออกแรงในการรับตุร่ายแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

แนวคำตอบ แตกต่างกัน คือ ตุร่ายที่มีมวลมากกว่าจะต้องออกแรงในการรับมากกว่าตุร่ายที่มีมวลน้อยกว่า

- มวลของตุร่ายเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับตุร่ายหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ เกี่ยวข้องกัน คือ ถูกรายมีมวลมากออกแรงมาก มวลน้อยออกแรงน้อย

12. นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองในใบกิจกรรม

แนวการสรุปผล แรงที่ใช้ในหยุดการเคลื่อนที่ของถูกราย หรือวัตถุใดๆ ขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น ๆ

13. นำข้อสรุปที่ได้จากการทดลองมาอธิบายความรู้ที่ได้และสอดคล้องกับการเกิดโมเมนตัมของวัตถุ ดังนี้

- ถ้านำมวลมากคูณกับความเร็วของวัตถุ ผลที่ได้ คือ อะไร

แนวคำตอบ โมเมนตัม

- ผลที่ได้จากการนำมวลมากคูณกับความเร็วของวัตถุ นี้จะนำไปใช้บอกอะไรเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุได้บ้าง

แนวคำตอบ บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

14. ครูให้นักเรียนคู่วิทัศน์ที่นักเรียนได้ดูค้างไว้ตั้งแต่ขั้นแรกเพื่อดูผลของการชนนั้น

5. สรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ (10 นาที)

15. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสรุปเป็นหลักการที่เกี่ยวข้องกับประเด็นของโมเมนตัม

แนวการสรุป ถ้านำมวลมากคูณกับความเร็วของวัตถุ ผลที่ได้ คือ โมเมนตัม ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็ว

ดังนั้น โมเมนตัม จึงเป็นปริมาณที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ได้ว่า โมเมนตัม = มวล x ความเร็ว

นั่นคือ $\vec{p} = m\vec{v}$

เมื่อให้ $\vec{p}$ คือ โมเมนตัมของวัตถุมีหน่วยเป็น กิโลกรัมเมตรต่อวินาที (kg.m/s หรือ N.s)

m คือ มวลของวัตถุมีหน่วยเป็น กิโลกรัม

$\vec{v}$ คือ ความเร็วของวัตถุมีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที

16. ครูใช้คำถาม

- วัตถุที่มีความเร็วและมวลไม่เท่ากัน จะมีโมเมนตัมเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบที่คาดหวัง วัตถุที่มีความเร็วมาก จะมีโมเมนตัมมาก วัตถุที่มีความเร็ว น้อย จะมีโมเมนตัมน้อย และ วัตถุที่มีมวลมาก จะมีโมเมนตัมมาก วัตถุที่มีมวลน้อย จะมีโมเมนตัม น้อยจากสมการ $\vec{p} = m\vec{v}$

17. นักเรียนสรุปหลักการเกี่ยวกับโมเมนตัม พร้อมอธิบายความหมายให้ชัดเจนลงในใบกิจกรรม

18. นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง โมเมนตัม

6. นำเสนอและประเมินผลงาน (20 นาที)

19. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานตามหัวข้อดังนี้ ประเด็นคำถามของกลุ่ม การทดลองเพื่อหาคำตอบนั้น ผลการทดลองที่ได้ หลักการและองค์ความรู้ที่ได้จากการทดลองและการรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาไปความรู้ บนกระดาน(กลุ่มละ 3 นาที) ต่อเพื่อนในชั้นเรียน

20. ครูและนักเรียนทุกคนประเมินผลงานของกลุ่มตนเองและของเพื่อน พร้อมให้ข้อเสนอแนะ

สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

1. ถุงทราย
2. สื่อ Power point
3. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง นี่หรือคือ...โมเมนตัม
4. แบบฝึกหัด เรื่อง โมเมนตัม

2. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต
3. หนังสือวิชาฟิสิกส์จาก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555. รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ สกสศ.

ช่วง ทมทิศวงศ์ และคณะ. 2554. Hi-ED's Physics ฟิสิกส์ ม.4 – 6 เล่ม 2 (รายวิชาเพิ่มเติม) . ไฮเอ็ดพับลิชชิง จำกัด .

นิรันดร์ สุวรัตน์. 2551. ฟิสิกส์กลศาสตร์ 2 ม.4 . สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด .

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ 1. อธิบายความหมายของโมเมนต์ได้ 2. บอกได้ว่า วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีโมเมนต์ โดยโมเมนต์เป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็ว	- การตอบคำถามในใบกิจกรรม,แบบฝึกหัด - สังเกตการตอบคำถามในระหว่างการจัดการเรียนรู้ - การสรุปองค์ความรู้	- ใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด	- ตอบคำถามใบกิจกรรมอยู่ในระดับ ดี ขึ้นไป - ตอบคำถามในแบบฝึกหัดได้ถูกต้องร้อยละ 80 ของคำถามทั้งหมด
ด้านทักษะ/กระบวนการ 1. ทดลองเพื่ออธิบายลักษณะโมเมนต์ได้ 2. คำนวณหาโมเมนต์ของวัตถุจากสถานการณ์ที่กำหนดให้และใช้ในชีวิตประจำวันได้ 3. กำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เสนอวิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาที่พบได้	- การนำเสนอผลการทำกิจกรรม - การตอบคำถามในใบกิจกรรม, แบบฝึกหัด - การตอบคำถามในระหว่างการจัดการเรียนรู้ - การสรุปองค์ความรู้	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน - ใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด - แบบประเมินผลการทำงานกลุ่ม	- ประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่มในระดับ ดี ขึ้นไป - ตอบคำถามใบกิจกรรมอยู่ในระดับ ดี ขึ้นไป - ตอบคำถามในแบบฝึกหัดได้ถูกต้องร้อยละ 80 ของคำถามทั้งหมด - ประเมินการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับ ปานกลางขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ 1. แสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่น 2. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข 3. มีความรับผิดชอบในการทำงาน	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียน	- แบบประเมินผลการทำงานกลุ่ม	- ประเมินการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับ ปานกลางขึ้นไป



ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง นีหรือคือ...โมเมนตัม

กลุ่มที่.....

สมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ.....เลขที่.....หน้าที่ในกลุ่ม.....
2. ชื่อ.....เลขที่.....หน้าที่ในกลุ่ม.....
3. ชื่อ.....เลขที่.....หน้าที่ในกลุ่ม.....
4. ชื่อ.....เลขที่.....หน้าที่ในกลุ่ม.....
5. ชื่อ.....เลขที่.....หน้าที่ในกลุ่ม.....
6. ชื่อ.....เลขที่.....หน้าที่ในกลุ่ม.....

จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนสามารถบอกนิยามของโมเมนตัมและศึกษาแรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษากิจกรรมที่กำหนดให้และออกแบบการทดลอง และดำเนินการตามวิธีการที่นักเรียนออกแบบพร้อมบันทึกผล และสรุปองค์ความรู้ในเรื่องโมเมนตัมของวัตถุ

ประเด็นปัญหาของกลุ่ม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คาดคะเนคำตอบ/ตั้งสมมติฐาน

.....

.....

.....

ตัวแปรต้น.

ตัวแปรตาม.

ตัวแปรควบคุม

วัตถุประสงค์

1. ถุงทราย 2 ถุง
2. ไม้เมตร 1 อัน
3. ดินน้ำมัน

ออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบของประเด็นปัญหา

วิธีทดลอง

บันทึกผลการทดลองตามประเด็นปัญหาที่แต่ละกลุ่มได้ตั้งขึ้น

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. ความสูงมีผลต่อความเร็วในการตกของวัตถุหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2. มวลของวัตถุมีผลต่อความเร็วในการตกจากที่สูงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3. ในการออกแรงรับตุ้มทราย หรือ แรงที่คาน้ำมันกระทบพื้น จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

นักเรียนจะสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการทดลองมาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมวลและความเร็วในหัวข้อโมเมนตัมได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 1

รถบรรทุกชนิดเดียวกันและมีขนาดเท่ากันสองคัน คันแรกบรรทุกสินค้าจนเต็ม คันที่สองไม่มีสินค้า รถทั้งสองคันนี้แล่นด้วยความเร็วเท่ากัน รถคันใดมีโมเมนตัมมากกว่า เพราะเหตุใด

1. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

2. ข้อมูลที่สถานการณ์ให้มามีอะไรบ้าง

.....

3. นักเรียนจะออกแบบ วางแผนและกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาจากข้อมูลที่มีได้อย่างไร

.....

4. แสดงวิธีการแก้ปัญหาและหาคำตอบตามวิธีการที่กำหนดไว้ได้อย่างไร

.....

5. คำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ ตรวจสอบได้อย่างไร

.....

สถานการณ์ที่ 5 ลูกอุกกาบาตถล่มโลก

เมื่อวันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2515 มีลูกอุกกาบาตลูกหนึ่งพุ่งผ่านโลก ทางฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาเหนือ เห็นเป็นทางสีขาวพุ่งผ่านทางขอบฟ้า ซึ่งเห็นได้ในตอนกลางวันอย่างชัดเจน การเคลื่อนที่ของมันใกล้โลกค่อนข้างมาก มีโอกาสที่จะพุ่งชนโลกตลอดเวลา มวลของลูกอุกกาบาตลูกนี้มีค่าเท่ากับ 4×10^6 กิโลกรัม และมีความเร็วประมาณ 15 กิโลเมตรต่อวินาที สมมติว่ามันเปลี่ยนทิศทางพุ่งเข้าหาโลกในแนวดิ่งด้วยความเร็วเท่าเดิม ลูกอุกกาบาตลูกนี้จะมีขนาดและทิศทางของโมเมนตัมเท่าใด ให้นักเรียนนำความรู้เรื่อง โมเมนตัมมาอธิบาย (กำหนดพลังงาน 5.5×10^{13} จูล เทียบเท่าระเบิดปรมาณู 1 ลูก)

1. นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์นี้จะเกิดปัญหาอะไรและคำถามจากสถานการณ์นี้มีอะไรบ้าง

.....

.....

2. นักเรียนได้ข้อมูลอะไรบ้างจากสถานการณ์นี้

.....

.....

3. จากสถานการณ์ดังกล่าวจะเกิดความเสียหายหรือไม่ นักเรียนจะออกแบบวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร เพื่อจะคำนวณเสียหายนี้ และตอบคำถามจากสถานการณ์

.....

.....

.....

4. นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาและหาคำตอบตามวิธีการที่กำหนดไว้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

5. จากข้อ 3 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ ตรวจสอบได้อย่างไร และจะมีวิธีการในการคำนวณความหาชนะอีกหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....



แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โสมแสนสวย

1. ขั้นกำหนดปัญหา

สถานการณ์ที่นักเรียนได้ชม นักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างดี แต่ในการกำหนดประเด็นปัญหานั้นยังไม่ตรงประเด็น ครูต้องชี้แนะในการตั้งประเด็นคำถาม เพื่อให้คำถามสอดคล้องกับเนื้อหา นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจในการตั้งประเด็นคำถามดี แต่ประเด็นคำถามยังไม่ชัดเจน

2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- เมื่อนักเรียนได้จัดกลุ่ม ร่วมกันแสดงความคิดเห็น พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดประเด็นปัญหาได้ชัดเจนขึ้น และสอดคล้องกับบทเรียนได้ดีขึ้น อาจเนื่องมาจาก การร่วมกัน ทดลอง แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ จ. ซึ่งให้นักเรียนเกิดความร่วมมือกันเกี่ยวกับโสมแสนสวยในสถานการณ์ได้
- นักเรียนบางคนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นในกลุ่มเพื่อน

3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า

- ทุกกำหนดประเด็นการเรียนรู้ ยังไม่สอดคล้องกับบทเรียน ครูต้องชี้แนะ และให้คำแนะนำกระตุ้นกระตุ้น นักเรียนส่วนมากกำหนด ประเด็นที่ 1 ได้
- ในบท 001 แบบ 1.1.1.1 วิธีการทำกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่กำหนดประเด็นได้ แต่ยังไม่ชัดเจนไม่มีรายละเอียดกำหนดหรืออธิบายว่าต้องทำอะไร
- การศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูล นักเรียนยังขาดทักษะ การศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง ส่วนใหญ่จะรอให้ครูเป็นคนอธิบาย ดังนั้นครูต้องชี้แนะเกี่ยวกับประเด็นที่ว่าไม่ใช่อธิบายเนื้อหา

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้

- ในบท ศึกษา ค้นคว้า ตามประเด็น การเรียนรู้ ซึ่งจะใช้เวลานาน ครูควรกระตุ้นเวลา น้อย ชี้แนะให้นักเรียน ศึกษา เมื่อเวลา 1-2 ประเด็นเท่านั้น โดยให้นักเรียนกลุ่มศึกษาในประเด็น ที่ไม่ซ้ำกัน
- ครูควรดูแลอย่างใกล้ชิด อธิบายข้อสงสัยของนักเรียน เพราะ นักเรียนอาจเกิดคำถามว่า โสมแสนสวยคืออะไร

5. ขั้นสรุปเป็นหลักการและประเมินค่าของคำตอบ

นักเรียนส่วนใหญ่นักจะนำผลทดลองมาบรรยายและสามารถบรรยายได้ตรงประเด็น และนักเรียนบางคนเท่านั้นที่จะนำความรู้มาพัฒนาเป็นหลักการได้ ดังนั้นครูจึงต้องมีการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับทฤษฎีปอนด์ความรู้และการกำหนดค่าปร เพื่อพัฒนาเป็นสมการ
ครูต้องใช้คำถามชี้แนะเพื่อให้นักเรียนสรุปความรู้อย่างถูกต้อง

6. ขั้่นนำเสนอและประเมินผลงาน

ครูนำเสนอข้อสรุปที่ได้ด้วยดี ควรควบคุมเวลา เนื่องจากในการนำเสนอจะต้องมีการหักถามข้อสรุป และอธิบายเหตุผลซึ่งใช้เวลานาน อาจขาดช่วงจนผู้ควรอธิบายเนื้อหาบางส่วน และอธิบายลักษณะการนำเสนอแบบฝึกหัดในข้อที่ยังไม่เข้าใจ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน

7. ปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะ และข้อสังเกตอื่น ๆ

- การเตรียมสื่อใช้เวลานาน และการใช้สื่อเสนอสถานการณ์ควรระวังเวลา
- การนำเสนอควรกระชับเวลา
- ครูต้องคอยดูแล แนะนำ อย่างใกล้ชิด
- นักเรียนบางคน เล่นกับกระดาษกิจกรรม ครูจึงกำชับเรื่องทรงกระดาษที่รับผิดชอบ



**แบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ทักษะการคิดแก้ปัญหา
และข้อคำถามในแบบวัด**

แบบประเมินแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาโดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องแสดงผลการประเมินของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาปรับปรุงต่อไปโดยตัวเลขในช่องประเมินมีความหมายดังนี้

+1 หมายถึง เห็นด้วย 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ -1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	+1	0	-1
1. สถานการณ์ที่กำหนดให้สามารถสะท้อนถึงทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้			
สถานการณ์ที่1			
สถานการณ์ที่2			
สถานการณ์ที่3			
สถานการณ์ที่4			
สถานการณ์ที่5			
2. ข้อคำถามที่ให้มาในแต่ละสถานการณ์มีความสอดคล้องกับทักษะการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4ชั้น ดังนี้			
ด้านการทำความเข้าใจปัญหา			
ข้อที่ 1, 2			
ข้อที่ 6, 7			
ข้อที่ 11, 12			
ข้อที่ 16, 17			
ข้อที่ 21, 22			
ด้านเสนอวิธีการแก้ปัญหา			
ข้อที่ 3			
ข้อที่ 8			
ข้อที่ 13			

ข้อที่ 18			
ข้อที่ 23			
รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	+1	0	-1
ด้านการดำเนินตามแผน			
ข้อที่ 4			
ข้อที่ 9			
ข้อที่ 14			
ข้อที่ 19			
ข้อที่ 24			
ด้านการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา			
ข้อที่ 5			
ข้อที่ 10			
ข้อที่ 15			
ข้อที่ 20			
ข้อที่ 25			

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

.....

ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่ง

.....

(นางสาวเกศญาพรดาหา)

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

...../.....



ตัวอย่างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

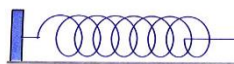
คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นแบบอัตนัยและกำหนดให้เป็นสถานการณ์ ทั้งหมด 5 สถานการณ์
แต่ละสถานการณ์มีข้อคำถาม 5 คำถาม จำนวนข้อคำถามทั้งหมด 25 ข้อ เวลา 90 นาที
2. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้อย่างละเอียด

ตัวอย่างสถานการณ์และคำถาม

นายวิทยา กำลังทดลองประดิษฐ์ของเล่นชิ้นหนึ่ง ซึ่งต้องการปล่อยลูกโบว์ลิ่งให้เคลื่อนที่เข้าชนสปริงแล้วกระเด็นกลับมา และสามารถหยุดการเคลื่อนที่ได้ที่ระยะห่างจากปลายสปริง 2 เมตร โดยมีอุปกรณ์ที่สามารถเลือกใช้ได้ ดังนี้

1. ลูกโบว์ลิ่งหนัก 1 กิโลกรัม
2. สปริงที่มีค่าคงที่สปริง 500 นิวตัน/เมตร



3. แผ่นไม้ผิวขรุขระสำหรับรองรับการเคลื่อนที่ของลูกโบว์ลิ่งบนพื้นราบ ยาว 5 เมตร และมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างลูกโบว์ลิ่งและแผ่นไม้เป็น 0.5



4. ก่อ้งไม้ขนาดใหญ่รูปสามเหลี่ยมสูง 3 เมตร ดังรูป



5. ก่อ้งไม้ขนาดใหญ่รูปทรงโค้ง โดยส่วนโค้งสูง 2 เมตร ดังรูป



จากความรู้ เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน นายวิทยาจะออกแบบชุดการทดลองและประดิษฐ์ของเล่นนี้ได้อย่างไร

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 1 – 5

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของนายวิทยาในสถานการณ์นี้คืออะไร

.....
.....

2. จากสถานการณ์นี้นายวิทยามีข้อมูลอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

.....
.....

3. จากปัญหาดังกล่าว นายวิทยาควรออกแบบและวางแผนวิธีการ เพื่อแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร
ให้กำหนดเป็นขั้นตอน

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

4. จากขั้นตอนการแก้ปัญหาในข้อ 3 นักเรียนจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาเพื่อตอบคำถาม
ได้อย่างไร

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

5. นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหจะเป็นอย่างไรสามารถตรวจสอบได้อย่างไร

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

เกณฑ์การให้คะแนน แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาสำหรับงานวิจัยนี้

จำนวน 5 สถานการณ์ คะแนนเต็มตัวบ่งชี้ละ 15 คะแนน ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การเสนอวิธีการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) การตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา รวมเป็น 60 คะแนน

1. การทำความเข้าใจปัญหา (ข้อ 1 และ ข้อ 2)

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	ระบุปัญหาตรงประเด็น ครบถ้วนสมบูรณ์และสามารถบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
2	ระบุปัญหาตรงประเด็น แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ และบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ หรือระบุปัญหาตรงประเด็น ครบถ้วนสมบูรณ์และบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
1	ระบุปัญหาได้ตรงประเด็น แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์และบอกข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ หรือระบุปัญหาได้ตรงประเด็น ครบถ้วนสมบูรณ์แต่ บอกข้อมูลจากสถานการณ์ไม่ถูกต้อง หรือ สามารถบอกข้อมูลได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ แต่ระบุปัญหาไม่ตรงประเด็น
0	ระบุปัญหาไม่ตรงประเด็นและบอกข้อมูลจากสถานการณ์ผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม

2. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา (ข้อ 3)

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 6 ข้อขึ้นไป
2	เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 4 – 5 ข้อ
1	เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ 1 – 3 ข้อ
0	กลุ่มที่เสนอวิธีแก้ปัญหาคิด หรือ เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปไม่ได้

3. การดำเนินการตามแผน (ข้อ 4)

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	ดำเนินการแก้ปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้ได้ครบทุกขั้นตอน
3	ดำเนินการแก้ปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้แต่ขาดไป 1 ขั้นตอน
2	ดำเนินการแก้ปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้แต่ขาดไป 2-3 ขั้นตอน
1	ดำเนินการแก้ปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ และเป็นไปตามแผนที่วางไว้แต่ขาดไป 2-3 ขั้นตอน
0	แสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หรือไม่แสดงวิธีทำ ไม่มีคำตอบเลย

4. การตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา (ข้อ 5)

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	ตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์ครบถ้วนสมบูรณ์
2	ตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้เหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่สมบูรณ์
1	ตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ แต่ไม่เหมาะสม และไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
0	ไม่มีการวิเคราะห์ ตรวจสอบผลลัพธ์และคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาได้



ภาคผนวก ฅ
ตัวอย่างอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

ตัวอย่างอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลไปพิจารณาปรับปรุง แก้ไขในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อบรรยากาศการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนนี้
 อบอุ่น ท้ายคาบผ่อนคลายได้กับเพื่อน การเรียนรู้ที่สนุกสนาน ประทับใจ เนื้อหา
 ใน มาตรา ๖ กับ มาตรา ๖๖ อธิบายเข้าใจง่าย ทำให้เข้าใจ จำง่าย ทบทวนได้ดีมากครับ คืออะไร
2. นักเรียนชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั่วโมงนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 ชอบ เพราะได้ทำงานร่วมกับเพื่อน ในกลุ่ม ได้เรียนรู้อะไรใหม่ ๆ อย่างละเอียด
 ร่วมกันช่วยกัน แก้ไขข้อสงสัย ทำไปเข้าใจ แลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์
3. สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมในวันนี้ ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาได้อย่างไร
 ฝึกการคิด วิเคราะห์ หรือเป็นขั้นตอนที่วางแผนชีวิตประจำวัน ทำให้เราค้นพบปัญหา
 ว่าอะไรบ้าง เราต้องทำอะไรบ้าง ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเกิดจากอะไร เราต้องทำอะไรบ้าง
 มา แลดู ความสัมพันธ์กันแบบนี้ และสิ่งที่ต้องระวังเกี่ยวกับ และทำความเข้าใจเรื่อง มาช่วยกัน
 ได้
4. นักเรียนต้องการให้ปรับเปลี่ยนกิจกรรมใดหรือไม่ เพราะเหตุใด และควรปรับเปลี่ยนอย่างไร
 ไม่ ต้องการเปลี่ยน เพราะ ทักษะการวางแผนชีวิตทำให้ เราได้เรียนรู้ และร่วมกัน
 ดำเนินงานอย่างสนุกสนาน สบาย ค่ะ และได้รับความรู้กับตนเองดีมากเลยครับ
5. นักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
 $P = MV$ คือมวล และความเร็ว คูณ ค่าของมวล คูณ
 การคูณแบบอื่น ๆ ΣP คือ ΣP แล้วคูณ จะได้ $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$
 ทบทวนดูอีกทีในแบบ ข้อ หรือดูจาก แผนภูมิเกี่ยวกับมวล มวล และในตอนที่
 ในชีวิตประจำวันได้

ตัวอย่างอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลไปพิจารณาปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อบรรยากาศการเรียนรู้นี้ในช่วงเวลานี้
ครูใช้ภาษาประกอบ สักลปเลี้ยวไต่ถามดูเน้นคิดว่าในชั่วโมงนี้เกี่ยวกับเรื่องที่เราเรียน
อย่างไหนมากที่สุด เป็นไปด้วยความสนุกสนานในเกิดความคิด ความเข้าใจใน
การเรียนทำให้อยากรู้มากขึ้น และอยากลองสิ่งใหม่ ๆ และเมื่อได้ทำตามแล้ว
เกิดความคิดเข้าใจง่ายขึ้น
2. นักเรียนชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
ชอบมากครับ เพราะการทำกิจกรรมกลุ่ม ทำให้เราสามารถแสดงความคิดเห็น
คิดเห็นแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มเพื่อน
ด้วยกัน และกล้าแสดงความคิดเห็นได้ดีมาก งานกลุ่มผลวิงเวียนๆ
คุณภาพได้ดีครับ
3. สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมในวันนี้ ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาได้อย่างไร
เรียนรู้ว่าการแก้ปัญหา ได้อย่างไรกันทำเป็นกลุ่มจะทำให้ผมดำเนินการต่าง
ได้ดีกว่ากัน แก้ปัญหาคงเดียว หรือจากที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่ม
เพื่อน
4. นักเรียนต้องการให้ปรับเปลี่ยนกิจกรรมใดหรือไม่ เพราะเหตุใด และควรปรับเปลี่ยนอย่างไร
กิจกรรมในชั่วโมงนี้กิจกรรม ที่สนุกสนาน และได้ความรู้ไปพร้อมกับความสนุกสนาน
และได้ทดสอบอย่างสนุกสนาน
5. นักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
ความรู้ของอัตราเวลาและแรงที่กระทำต่อวัตถุ และเวลาที่ สักลป
สัมพันธ์กัน ตัวอย่างการโยนลูกบอลจะสายไหนด่วนหนอย ความเร็ว
จะมากเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งผมจะใช้เวลาในการอ่านหนังสือและการทำงานลูกบอล
ในแนวโค้งหรือวงกลมจะรู้สึกเจ็บ แสบใช้เวลาสัมพันธ์ลูกบอล
$$F = \frac{mv^2}{r}$$

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวเกษฎาพร ดาหา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	26 สิงหาคม 2527
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา	การศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชา วิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2549
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู ค.ศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2