การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลอง ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

หทัยกาญจน์ ยานสว่าง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พ.ศ. 2554
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

DEVELOPING STUDENT'S CONCEPTS ON PROJECTILE MOTION USING EXPERIMENTAL ACTIVITIES WITH 7E-LEARNING CYCLE

HATHAIKAN YANSAWANG

A THESIS SUBMITTED IN PATIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN SCIENCE EDUCATION FACULTY OF SCIENCE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

YEAR 2011

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ผู้วิจัย นางหทัยกาญจน์ ยานสว่าง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช)

..... กรรมการ

(ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง)

..... กรรมการ

(ดร.ทวี มณีนิล)

..... คณบดี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2554

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษานี้ ตลอดจนพิจารณาตรวจ ชี้แนะ จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและขอขอบพระคุณ ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง และ ดร.ทวี มณีนิล ซึ่งเป็นคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรัญญา พิมพ์มงคล ประธานกรรมการบริหารหลักสูตร และคณาจารย์ในภาควิชาฟิสิกส์ทุกท่านที่ได้ให้ความห่วงใยและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ รวมถึงการให้คำปรึกษา แนะนำ ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือในการทำวิจัยให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนตูมใหญ่วิทยา คณะครู นักเรียน ตลอดจนผู้ปกครองนักเรียนโรงเรียนตูมใหญ่วิทยาทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย และให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยจนสำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครู-อาจารย์ และผู้ให้ความปรารถนาดีต่อผู้วิจัยตลอดมา

(นางหทัยกาญจน์ ยานสว่าง)
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

โดย : หทัยกาญจน์ ยานสว่าง

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช

ศัพท์สำคัญ : กิจกรรมการทดลอง วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ

การวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องยิงโพรเจกไทล์ สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 35 คน โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.59 อยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับดี

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING STUDENT'S CONCEPTS ON PROJECTILE MOTION USING EXPERIMENTAL ACTIVITIES WITH 7E-LEARNING CYCLE.

BY : HATHAIKAN YANSAWANG

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : ASST. PROF.UDOM TIPPARACH, Ph.D.

KEYWORDS : EXPERIMENTAL ACTIVITIES / 7E-LEARNING CYCLE / ACHIEVEMENT / ATTITUDE

This thesis deals with the design and construction of ballistic projectile apparatus for student's learning experimental activities used in conjunction with 7E-learning cycle. The purposes of the thesis were to develop student's learning achievement, to study the class average normalized gain and students' attitudes toward physics. The samples were 35 grade-X students studying in the second semester of the 2010 academic year at Toomyaiwittaya School. The research tools consisted of the experimental activities on projectile motion with 7E-learning cycle, the learning achievement test and the attitudes toward physics test. The results showed that the student's post-learning achievement were significantly higher than their pre-learning with statistically significant level of .05. The class average normalized gain was 0.59 which was in medium gain level and the student's attitude towards physics were in good level.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กิจกรรมการทดลอง	7
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้	11
2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	19
2.4 เจตคติ	24
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	31
3.2 แบบแผนการวิจัย	31
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	32
3.3.1 การสร้างเครื่องยิงโพรเจกไทล์	32
3.3.2 การสร้างชุดกิจกรรมการทดลอง	32

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 34

3.3.4 การสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ 35

3.4 การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล 36

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 36

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 36

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 39

4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน 40

4.3 เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 42

5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 43

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 43

5.3 ข้อเสนอแนะ 45

เอกสารอ้างอิง **46**

ภาคผนวก

ก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 55

ข ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 69

ค ตารางเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 130

ง ตารางแสดงคะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน 134

จ ภาพกิจกรรมการทดลอง 137

ประวัติผู้วิจัย **141**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การเปรียบเทียบรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ	18
4.1	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	39
4.2	ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน	40
4.3	เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	42
ค.1	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน	131
ค.2	ผลการคำนวณ t-Test: Paired Two Sample for Means	133
ง.1	คะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนเรียน	135
ง.2	คะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียน	136

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แผนภูมิแสดงการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น	16
3.1	แผนผังขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	34
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่าง %<Pretest> กับ %<Gain>	41
จ.1	ส่วนประกอบของเครื่องยิงโพรเจกไทล์	138
จ.2	ปืนยิงโพรเจกไทล์	139
จ.3	นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง	139
จ.4	นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลอง	140
จ.5	นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง	140

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 92)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 92)

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่ศึกษาหากฎเกณฑ์ต่าง ๆ สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ความสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2553 : 4) การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ทำได้โดยการสังเกต การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้ ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะทั้งสามด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย ดังนั้นแนวทางการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์นอกจากจะมุ่งหวังให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้พื้นฐานของวิชาฟิสิกส์แล้ว ผู้เรียนต้องได้รับการทำกิจกรรมในการเสาะแสวงหาความรู้ ความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ กฎและทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานของ

วิชาฟิสิกส์ เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี เพื่อให้เกิดทักษะในการค้นคว้า และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ทั้งในเชิงความคิดและเชิงปฏิบัติ (สุรสิงห์ นิรชร และศิลปะชัย บูรณพานิช, 2543) สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ ในโรงเรียนตูมใหญ่วิทยานั้น ผู้สอนเน้นการบรรยายและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นเนื้อหามากกว่ากระบวนการ ผู้เรียนไม่มีโอกาสร่วมรู้ ร่วมคิด ร่วมแก้ปัญหาที่กำลังเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนใจเรียน และไม่สามารถนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ต่ำ

ดังนั้น เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ต้องมีการปรับเปลี่ยนบทบาทของครูจากผู้พูด มาเป็นผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาคำตอบของปัญหา ให้คำแนะนำผู้เรียนในการใช้วิธีการที่เหมาะสมกับบทเรียน โดยวิธีการที่หลากหลาย การใช้กิจกรรมการทดลองในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการฝึกการคิด การตัดสินใจ ฝึกการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน มีอิสระในการคิดอย่างเต็มที่ ดังที่มีผู้วิจัยได้ศึกษา เช่น อนุรี โพธิสุทัศน์ (2549 : 58) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในขณะที่ อุมาพร เดชจบ (2550 : 35) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง เซลล์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระหลวงพิทยาคม จังหวัดพิจิตร พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เซลล์ ของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองสูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้เป็นยุทธวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะรูปแบบหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ได้เรียนรู้ร่วมกันและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นรูปแบบที่ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาสาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังที่มีผู้วิจัยได้ศึกษาเช่น พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549 : 66) ได้ศึกษาผลของการใช้

รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70 นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ นัณฑณา นาตรีชน (2551 : 76) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง โมเมนตัมและการดล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง โมเมนตัมและการดล มีคะแนนทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

1.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

1.2.3 เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนที่เรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.2 นักเรียนที่เรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 71 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 35 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้กิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ตัวแปรตาม ได้แก่ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อรายวิชาฟิสิกส์ โดยการใช้กิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1.4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ใช้ระยะเวลา 8 คาบ คาบละ 50 นาที

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การใช้กิจกรรมการทดลอง หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง โดยใช้อุปกรณ์การทดลองประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหรือเสาะแสวงหาความรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นการพิสูจน์ยืนยันว่าความรู้นั้น ๆ เป็นจริงที่สามารถพิสูจน์ทดลองได้ ซึ่งเป็นการเสริมความรู้ ความสนใจแก่นักเรียนและส่งเสริมกระบวนการคิด

1.5.2 วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หมายถึง รูปแบบการสอน ที่มีกระบวนการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ หรือ ค้นพบความรู้ ประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนการสอนทั้งหมด 7 ขั้น ดังนี้

1.5.2.1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) หมายถึง ขั้นที่ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไหร่ จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ

1.5.2.2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) หมายถึง ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจาก ความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม และกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

1.5.2.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) หมายถึง ขั้นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

1.5.2.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) หมายถึง ขั้นนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

1.5.2.5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase) หมายถึง ขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

1.5.2.6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) หมายถึง ขั้นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

1.5.2.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) หมายถึง ขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

1.5.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนในการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งประเมินได้จาก การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

1.5.4 เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ความสนใจ ความพึงพอใจ การเห็นความสำคัญและเห็นคุณค่าที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ซึ่งวัดได้จากการใช้แบบวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบประมาณค่าของลิเคอร์ท ชนิด 5 อันดับ จำนวน 20 ข้อ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.6.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือยิงโพรเจกไทล์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์

1.6.2 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการทดลองเนื้อหาอื่น ๆ ในรายวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ต่อไป

1.6.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษา การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

(1) กิจกรรมการทดลอง

(2) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

(3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

(4) เจตคติ

(5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กิจกรรมการทดลอง

2.1.1 ความหมายของกิจกรรมการทดลอง

มีผู้กล่าวถึงความหมายของกิจกรรมการทดลองไว้ ดังนี้

สมคิด สร้อยน้ำ (2540 : 293) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการทดลองว่าเป็นกระบวนการพิสูจน์หรือสำรวจค้นหา เพื่อยืนยันความจริงในสิ่งที่สงสัย ในสิ่งที่อยากรู้อยากเห็น หรือสิ่งที่เราไม่รู้มาก่อน วิธีค้นหานั้นอาจมีการตั้งสมมติฐานหรือไม่มีก็ได้ โดยการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542 : 5) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการทดลองว่า เป็นกระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลอง

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542 : 91) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการทดลองว่าเป็นการส่งเสริมหลักสูตรด้านการปฏิบัติ ฝึกประสบการณ์ ให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

อนุรี โพธิสุทัศน์ (2549 : 13) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการทดลองว่าเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่ให้ประสบการณ์ตรงแก่นักเรียนในกิจกรรมที่จัดขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้

ศึกษาเพิ่มเติมเนื้อหาที่กำลังศึกษาเรียนรู้ และช่วยพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการต่าง ๆ และเจตคติที่ดี โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะให้คำปรึกษาตลอดเวลาการทดลอง

ทิศนา แขมมณี (2550 : 333) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการทดลองว่าเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการที่ผู้สอนหรือผู้เรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง ผู้สอนให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนและให้ผู้เรียนลงมือทดลองปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทดลอง

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กิจกรรมการทดลอง เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่ให้ประสบการณ์ตรงแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมเนื้อหาที่กำลังศึกษาเรียนรู้ ใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด และช่วยพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการต่าง ๆ และเจตคติที่ดี โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะให้คำปรึกษาตลอดเวลาการทดลอง

2.1.2 องค์ประกอบของกิจกรรมการทดลอง

การศึกษาองค์ประกอบของกิจกรรมการทดลองจากเอกสารต่าง ๆ มีผู้ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของกิจกรรมการทดลองไว้ ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542 : 1-2) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของการทดลอง ไว้ดังนี้

(1) ชื่อกิจกรรม หมายถึง สิ่งที่บอกให้ทราบถึงลักษณะที่ต้องการฝึก

(2) คำชี้แจง หมายถึง ส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายและความสำคัญของกิจกรรม

(3) จุดมุ่งหมาย หมายถึง ส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรม

(3.1) จุดมุ่งหมายทั่วไป เป็นจุดประสงค์ปลายทาง หรือพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นตามกิจกรรมนั้น

(3.2) จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่ชี้บ่งให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่กำหนดโดยสังเกตและวัดได้ และเป็นไปตามเกณฑ์ที่คาดหวัง

(4) แนวคิด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหา หรือมโนมติของกิจกรรมนั้น

(5) สื่อ เป็นส่วนระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินการทดลอง

(6) เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุโดยประมาณว่ากิจกรรมนั้นควรใช้เวลาเพียงใด

(7) ขั้นการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการจัดกิจกรรม

(8) การประเมินผล เป็นการทดสอบผู้เรียนหลังเรียน จากบทเรียนของแต่ละกิจกรรม

(9) ภาคผนวก เป็นส่วนที่ให้ความรู้กับผู้สอน

อนุรี โพธิสุทัศน์ (2549 : 15) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของกิจกรรมการทดลองไว้ดังนี้

(1) ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม

(2) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุจุดประสงค์ของกิจกรรม

(3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ (กิจกรรม) เป็นขั้นตอนการปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้

(4) สื่อ/อุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม

(5) เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในกิจกรรม

(6) ใบความรู้ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหารายละเอียดต่าง ๆ แต่ละกิจกรรม

(7) รายงานผลกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

(8) คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาและกิจกรรมที่ปฏิบัติ

(9) สรุปผลกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุความสำคัญที่ได้จากการวิเคราะห์ประสบการณ์ในขั้นตอนการทำกิจกรรมการทดลอง

จากการที่มีผู้กำหนดองค์ประกอบของกิจกรรมการทดลองไว้หลายรูปแบบ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดองค์ประกอบของกิจกรรมการทดลองไว้ 9 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม

(2) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุจุดประสงค์ของกิจกรรม

(3) วัสดุ/อุปกรณ์ เป็นส่วนระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินการทดลอง

(4) ขั้นการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการจัดกิจกรรม

(5) ผลการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

(6) คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำถามเกี่ยวกับกิจกรรมที่ปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การสรุปผลกิจกรรม

(7) สรุปผลกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุความสำคัญที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนการทำกิจกรรมการทดลอง

(8) ใบความรู้ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหารายละเอียดต่าง ๆ แต่ละกิจกรรม

(9) ใบงาน เป็นส่วนที่ใช้ทดสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหารายละเอียดต่าง ๆ แต่ละกิจกรรม

2.1.3 จิตวิทยาที่นำมาใช้ในกิจกรรมการทดลอง

การจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพประกอบด้วยลักษณะ 4 ประการ คือ

(1) การให้แนวทาง คือ การอธิบายของครูที่ทำให้นักเรียนเข้าใจชัดเจน ก่อนการทดลองในเรื่องนั้น ๆ

(2) การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออก

(3) การเสริมแรง ทั้งการเสริมแรงภายในและภายนอก

(4) การให้ข้อมูลย้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่อง จะต้องแจ้งผลให้นักเรียนทราบ

จะกล่าวได้ว่า การใช้กิจกรรมการทดลองในการเรียนรู้ยึดหลักการดำเนินการตามหลักจิตวิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนเรียนตามความสามารถจากง่ายไปหายากตามลำดับ

2.1.4 ขั้นตอนในการทดลอง

การจัดกิจกรรมการทดลอง มีผู้ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลองไว้ ดังนี้

สมคิด สร้อยน้ำ (2540 : 227-229) กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลอง มีอยู่ด้วยกัน 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การเตรียมการปฏิบัติการทดลอง (การเตรียมกิจกรรม)

ขั้นที่ 2 การนำเข้าสู่การปฏิบัติการทดลอง (การอภิปรายก่อนการทดลอง)

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติการทดลอง (การลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 2)

ขั้นที่ 4 การสรุปและประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง (การอภิปรายหลังการทดลอง)

เทอด แก้วคีรี (2541 : 94) กล่าวถึงขั้นตอนในการทดลองแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลองและสังเกต

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

การแบ่งขั้นตอนของการทดลองเป็น 4 ขั้นตอนนี้ เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้า โดยอาจเพิ่มขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน เพื่อคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ จึงออกแบบการทดลอง เพื่อทดลองสมมติฐานและสรุปผลการทดลองต่อไป

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการทดลองมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียมการ ขั้นทดลอง และขั้นสรุปและประเมินผลการทดลอง ซึ่งเป็นการพัฒนาความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

2.1.5 ประโยชน์ของกิจกรรมการทดลอง

ประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองมีหลายประการ ดังนี้

2.1.5.1 นักเรียนมีประสบการณ์ตรงจากการทดลอง ซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความรู้และความเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น

2.1.5.2 ส่งเสริมให้นักเรียนได้เสาะแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1.5.3 นักเรียนได้เรียนรู้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้สามารถดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างสะดวกและปลอดภัย

2.1.5.4 เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งเป็นกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อันเป็นปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน ทำให้เรียนรู้ของจริง

2.1.5.5 เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเองในการทดลอง

2.1.5.6 เพื่อให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

2.1.5.7 เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน เช่น การทำงานร่วมกัน การเป็นคนมีเหตุผล ยินดีรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฯลฯ

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ซึ่งต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้ ดังนี้

2.2.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

Lawson (1995 : 424) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่กำหนดให้ผู้เรียนใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง มีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยายหรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ จากครู แต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมโดยมีความเชื่อว่า นักเรียนมีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2541 : 33) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ไว้ว่า หมายถึง กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการและพัฒนาการทางสมองของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความรู้สึก การรับรู้ ประสบการณ์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ความคิดและการกระทำ เพื่อสร้างงานแห่งการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

กรมวิชาการ (2544 : 80) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548 : 13) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้เป็นการเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้และการเรียนจากกลุ่ม จัดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักร (Learning Cycle) หรือการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning)

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองความต้องการและพัฒนาการทางสมองของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธี การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ แบบวัฏจักร

2.2.2 ประเภทของวัฏจักรการเรียนรู้

ประเภทของการสืบเสาะโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

2.2.2.1 วัฏจักรการเรียนรู้ 3 ขั้น (3E-Learning Cycle)

การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้นี้พัฒนาขึ้นโดย คาร์พลัส (Lawson, 2001 : 165 ; citing Karplus, 1977 : 169) ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (SCIS) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นสำรวจ (Eaploration) (2) ขั้นสร้าง (Introduction) และ (3) ขั้นค้นพบ (Discovery) แต่มีครูเป็นจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจ 2 ขั้นตอนหลัง คือ ขั้นสร้างกับขั้นค้นพบ ดังนั้น Barman และ Kotar (1989 : 30-32) ได้ปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ (Eaploration) ขั้นแนะนำมโนทัศน์ (Concept Introduction) และขั้นประยุกต์มโนทัศน์เป็นขั้นแนะนำคำสำคัญ (Term Introduction) ด้วยเหตุผลที่ว่า ครูสามารถแนะนำ หรืออธิบายคำสำคัญ หรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียน แต่มิใช่แนะนำมโนทัศน์ให้แก่นักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบหรือสร้าง

มโนทัศน์ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังเช่น Cartin (1993 : 98-99) ได้ปรับเป็นขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) ส่วน Abruscato (1996 : 169) ได้ปรับเป็นขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Concept Acquisition) จะสังเกตเห็นว่าวัฏจักรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้นตอน มีขั้นตอนที่สองเท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกันแต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน วัฏจักรการเรียนรู้นี้มีลักษณะเหมือนเกลียวสว่าน แต่ละขั้นมีสาระสำคัญ ดังนี้ (สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531 : 514-523)

1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกตตั้งคำถามและการคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2) ขั้นแนะนำคำสำคัญ / ขั้นสร้างมโนทัศน์ / ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Term Introduction / Concept Formation / Concept Acquisition Phase) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูงโดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ ขั้นนี้ครูและนักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อค้นหามโนทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ

3) ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ อันจะทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนมีบทบาทสูงเช่นเดียวกับขั้นสำรวจ

2.2.2.2 วัฏจักรการเรียนรู้ 4 ขั้น (4E-Learning Cycle)

กลุ่มนักศึกษาได้นำวิธีการนี้มาใช้ และมีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้น (Barman and Kotar, 1989 : 29-32) ดังนี้

1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญกระตุ้นความไม่สมดุลความคิดของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด ครูรับผิดชอบการให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ ชี้แจง วัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอที่มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่สัมพันธ์แนวคิด คำแนะนำชี้แจงของครูต้องไม่บอกนักเรียนว่า พวกเขาควรเรียนอะไร และต้องไม่อธิบายแนวคิดให้แนวทางและคำแนะนำ เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ นักเรียนรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุและการเก็บรวบรวมและ/หรือบันทึกข้อมูลของตนเอง ครูอาศัยทักษะการถามเพื่อแนะแนวทางการเรียนรู้เด็กต้องมีวัสดุอุปกรณ์การเรียนและประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมด้วย ถ้าครูจะให้เด็กสร้าง

แนวคิดวิทยาศาสตร์สำหรับตนเองให้ใช้คำถามแนะเพื่อช่วยเริ่มกระบวนการวางแผน และคำถามต้องนำตรงไปสู่กิจกรรมเด็ก เสนอแนะประเภทของบันทึกกิจกรรมที่เด็กทำ และต้องไม่บอกหรืออธิบายแนวคิดอาจจะกล่าวถึงการสอนย่อ ๆ ได้ บางทีอาจจะเป็นรูปจุดประสงค์ของการสอน

2) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) เป็นระยะที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญน้อยลง และหาทางอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้กับผู้เรียน จุดมุ่งหมายในระยะนี้คือ ครูและนักเรียนร่วมกันสร้างแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียน ครูเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนที่พึงประสงค์ ในระยะนี้จะนำไปสู่การขยายโครงสร้างทางความคิดดังที่ทฤษฎีของ เพียเจต์ อธิบายไว้ นักเรียนต้องมุ่งเน้นข้อค้นพบเบื้องต้นจากการสำรวจของนักเรียน ครูต้องแนะนำภาษาหรือรูปแบบแนวคิดเพื่อช่วยในการปรับขยายโครงสร้างความคิด ครูแนะแนวนักเรียนจนตั้งคำถามอธิบายตนเองเกี่ยวกับแนวความคิด ครูสามารถจะแนะแนวนักเรียนและงดการบอกนักเรียนในสิ่งที่นักเรียนควรจะค้นพบแล้ว ถึงแม้ว่าความเข้าใจของนักเรียนยังไม่สมบูรณ์และสามารถช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนสร้างแนวคิดที่ถูกต้อง ซึ่งจะนำนักเรียนไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติ คือระยะการขยายความคิด

3) ขั้นขยายความรู้หรือขยายมโนทัศน์ (Expansion Phase) เป็นระยะที่ควรยึดนักเรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุด และเป็นระยะที่ช่วยกระตุ้นความร่วมมือภายในกลุ่ม ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนให้สามารถจัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดที่นักเรียนได้มาจากการค้นพบเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่คล้ายคลึงกันและเพื่อให้การค้นพบ การประยุกต์ใช้สิ่งใหม่สำหรับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ซึ่งครูต้องให้เด็กใช้ภาษาหรือฉลากหรือฉายาต่าง ๆ ของแนวคิดใหม่ เพื่อที่พวกเขาจะได้เพิ่มความเข้าใจของพวกตน ตรงนี้เองที่จะช่วยให้นักเรียนให้ประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่างและการจัดประสบการณ์เชิงสำรวจเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาตัวเองของนักเรียน ความสัมพันธ์ภายในระหว่างวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม ความเติบโตทางวิชาการและการตระหนักรู้ด้านอาชีพ ระยะการขยายนี้สามารถนำไปสู่ระยะการสำรวจบทเรียนต่อไปโดยอัตโนมัติ ดังนั้นวงจรระเบียบความคิดที่สร้างขึ้นในระยะนี้เพื่อจะเพิ่มความลุ่มลึกสำหรับความหมายของแนวคิดและเพื่อขยายขอบเขตความต้องการ

4) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อเป็นการทดสอบสมมติฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนของการเพิ่มขึ้นน้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้นการประเมินผลควรต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทเรียนหรือของวิธีการของหน่วยการเรียน การวัดหลายชนิดมีความจำเป็นต่อการจัดทำ

การประเมินโดยรวม การประเมินผลรวมถึงในแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้ไม่ใช่จัดทำเฉพาะระยะสุดท้าย

2.2.2.3 วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E-Learning Cycle)

ในปี ค.ศ.1992 โครงการหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies : BSCS) ได้ปรับวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกย่อว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังนี้ (Bybee and other, 1991 : 143-155 ; ประภัสสร ผลสินธ์, 2547 : 17) คือ (1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase) (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) (3) ขั้นการอธิบาย (Explanation Phase) (4) ขั้นขยายความรู้หรือประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Expansion Phase) และ (5) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ซึ่งแต่ละขั้นมีสาระและรายละเอียดดังนี้

1) การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

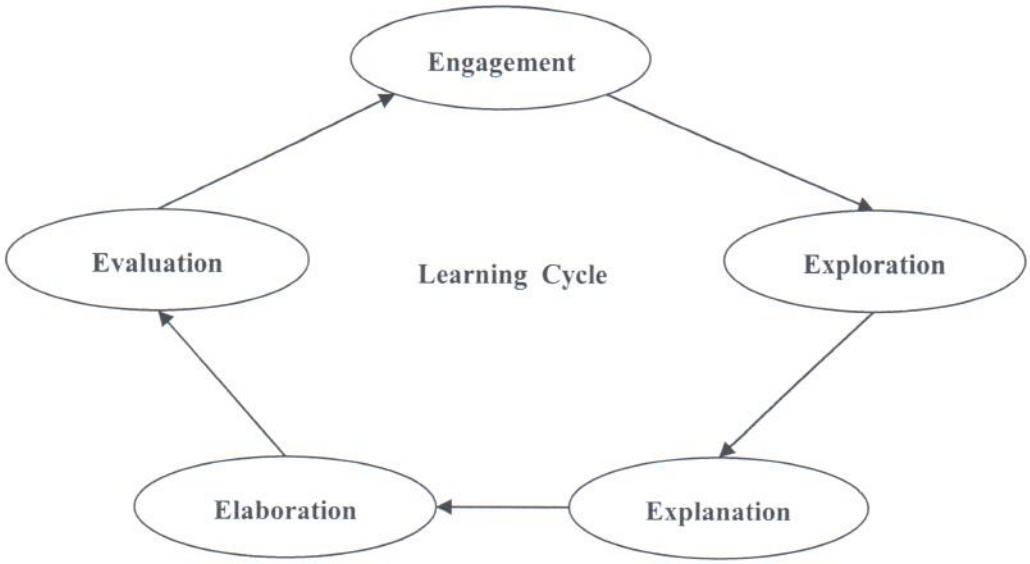
2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3) การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2) มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4) ขั้นขยายความรู้หรือประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Expansion) ในขั้นนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเป็นแนวคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวคิดหลักของตัวเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนโดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4) ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้

จะนำมาใช้เป็นหลักฐานในการศึกษาครั้งต่อไป รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2. 1 แผนภูมิแสดงการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

2.2.2.4 วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E-Learning Cycle)

ในปี ค.ศ. 2003 Eisenkraft (2003 : 57-59) ได้ขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น เนื่องจากรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะเน้นการถ่ายโอนความรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่าจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้ทำให้ยากกับการพัฒนาแนวความคิดของเด็กซึ่งไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ (Bransford, Brown and Cocking, 2000 : 65)โดยเพิ่มขึ้นมา 2 ขั้น คือ (1) ขั้นตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของเด็ก ในขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความจำเป็นสำหรับการสอนที่ดี เป้าหมายที่สำคัญในขั้นนี้คือการกระตุ้นให้เด็กมีความสนใจและตื่นเต้นกับการเรียน สามารถสร้างความรู้อย่างมีความหมาย (2) ขั้นตอนการนำความรู้ไปใช้ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีขั้นตอนการสอน ดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นความรู้เดิมเท่าไหร่ จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ

2) ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่ได้ประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นเร้าความสนใจซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ในขั้นนี้ เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลงานที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5) ขั้นขยายแนวความคิด (Expansion Phase / Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุป ที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิด

ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ที่เรียกว่า "การถ่ายโอนการเรียนรู้" (Thorndike, 1939 : 89)

จากขั้นตอนต่าง ๆ ในรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญในการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลยหรือละทิ้ง เนื่องจากการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูพบว่า นักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมที่เด็กมีทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (Bransford, Brown and Cooking, 2000 : 57)

จากรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ สามารถเปรียบเทียบกันได้ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ

แบบที่ 1 (3E)	แบบที่ 2 (4E)	แบบที่ 3 (5E)	แบบที่ 4 (7E)
1. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2. ขั้นเร้าความสนใจ 3. ขั้นสำรวจและค้นหา
2. ขั้นแนะนำมโนทัศน์ ขั้นแนะนำคำสำคัญ ขั้นสร้างมโนทัศน์ ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์	2. ขั้นอธิบาย	3. ขั้นอธิบาย	4. ขั้นอธิบาย
3. ขั้นประยุกต์ใช้	3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ขั้นขยายมโนทัศน์	4. ขั้นขยายหรือประยุกต์มโนทัศน์	5. ขั้นขยายความคิด
	4. ขั้นประเมินผล	5. ขั้นประเมินผล	6. ขั้นประเมินผล 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผู้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 ก : 29-32) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

วัฒนชัย ถิรศิลาเวทย์ (2546 : 28) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงความรู้ การพัฒนาทักษะในการเรียน โดยอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่งและแสดงออกในรูปความสำเร็จซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

พจนีย์ ศรีตรัง (2546 : 36) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของบุคคลในการพยายามเข้าถึงความรู้ ซึ่งวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

นัณฑณา นาตรีชน (2551 : 31) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถ ความรู้ ทักษะทางการเรียน ที่ผู้เรียนได้รับการพัฒนาด้านต่าง ๆ จากกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

2.3.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2544 : 73) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 2 ประเภท คือ

(1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher Made Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอนจะไม่นำไปใช้กับกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียน

(2) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่างๆ ของ

นักเรียนต่างกลุ่มกัน เช่น เปรียบเทียบคุณภาพของนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่งกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ทั่วประเทศ (แบบทดสอบมาตรฐานระดับชาติ) เป็นต้น

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 53) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 2 ประเภท คือ

(1) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

(2) แบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในการทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

2.3.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น

สมนึก ภัททิยธนี (2544 : 73-82) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นเป็น 6 ประเภท ดังนี้

(1) ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย (Subjective or Essay) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

(2) ข้อสอบแบบกาถูก - ผิด (True – false Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

(3) ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความที่สมบูรณ์และถูกต้อง

(4) แบบทดสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบความเรียงหรืออัตนัย

(5) ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำหรือข้อความใดอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนด

(6) ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตัวเลือก (Choice) ในตัวเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเดียวจากตัวลวงอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

2.3.4 หลักในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ เพราะมีความสะดวกในการวัดผลประเมินผล การวิเคราะห์แบบทดสอบและการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งมีหลักการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2544 : 82-97)

2.3.4.1 เขียนตอนนำให้เป็นประโยคสมบูรณ์ แล้วใส่เครื่องหมายปรัศนี ไม่ควรสร้างตอนนำให้เป็นแบบอ่านต่อความเพราะทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดปัญหาสองแง่หรือข้อความไม่ต่อกัน หรือเกิดความสับสนในการคิดหาคำตอบ

2.3.4.2 เน้นเรื่องจะถามให้ชัดเจนตรงจุดไม่คลุมเครือ เพื่อว่าผู้อ่านจะไม่เข้าใจไขว้เขว สามารถมุ่งความคิดในคำตอบไปถูกทิศทาง (เป็นปรนัย)

2.3.4.3 ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัดหรือถามในสิ่งที่ดีงามมีประโยชน์ คำถามแบบเลือกตอบสามารถถามพฤติกรรมในสมองได้หลาย ๆ ด้าน ไม่ใช่ถามเฉพาะความจำหรือความจริงตามตำรา แต่ต้องถามให้คิดหรือนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

2.3.4.4 หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้คำปฏิเสธ แต่คำปฏิเสธซ้อนไม่ควรใช้อย่างยิ่ง เพราะปกตินักเรียนจะยุ่งยากต่อการแปลความหมายของคำถามและตอบคำถามที่ถามกลับหรือปฏิเสธซ้อนผิดมากกว่าถูก

2.3.4.5 อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย ควรถามปัญหาโดยตรง สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ได้ใช้เป็นเงื่อนไขในการคิดก็ไม่ต้องนำมาเขียนไว้ในคำถาม ช่วยให้คำถามรัดกุมชัดเจนขึ้น

2.3.4.6 เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพันธ์ หมายถึง เขียนตัวเลือกทุกตัวให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือมีทิศทางแบบเดียวกัน หรือมีโครงสร้างสอดคล้องเป็นทำนองเดียวกัน

2.3.4.7 ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ ได้แก่ คำตอบที่เป็นตัวเลขนิยมเรียงจากน้อยไปหามาก เพื่อช่วยให้ผู้ตอบพิจารณาหาคำตอบได้สะดวก ไม่หลง และป้องกันการเดาตัวเลือกที่มีค่ามาก

2.3.4.8 ใช้ตัวเลือกปลายเปิดหรือปลายปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิดได้แก่ ตัวเลือกสุดท้ายใช้คำว่าไม่มีคำตอบถูก ที่กล่าวมาผิดหมดทุกข้อ หรือสรุปแน่นอนไม่ได้

2.3.4.9 ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว แต่บางครั้งผู้ออกข้อสอบคาดไม่ถึงว่าจะมีปัญหาหรืออาจจะเกิดจากการตั้งตัวลวงไม่รัดกุม จึงมองตัวลวงเหล่านั้นได้อีกแง่หนึ่ง ทำให้เกิดปัญหาสองแง่สองมุม

2.3.4.10 เขียนตัวถูกและตัวผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา คือ กำหนดตัวถูกหรือผิดเพราะสอดคล้องกับความเชื่อของสังคมหรือกับคำพังเพยทั่ว ๆ ไปไม่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนการสอนมุ่งให้นักเรียนทราบความจริงตามหลักวิชาเป็นสำคัญ จะนำความเชื่อโชคลางหรือขนบธรรมเนียมประเพณีเฉพาะท้องถิ่นมาอ้างไม่ได้

2.3.4.11 เขียนตัวเลือกให้อิสระขาดจากกัน พยายามอย่างให้ตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่งเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งหรือส่วนประกอบของตัวเลือกอื่น ต้องให้แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันอย่างแท้จริง

2.3.4.12 ควรมีตัวเลือก 4-5 ตัว ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้ ถ้าเขียนตัวเลือกเพียง 2 ตัว ก็กลายเป็นข้อสอบแบบกาถูก - ผิด และเพื่อป้องกันไม่ให้เดาได้ง่าย ๆ จึงควรมีตัวเลือกมาก ๆ ตัวที่นิยมใช้หาเป็นข้อสอบระดับประถมศึกษาปีที่ 1-2 ควรใช้ 3 ตัวเลือก ระดับประถมศึกษาปีที่ 3-6 ควรใช้ 4 ตัวเลือก และตั้งแต่มัธยมศึกษาขึ้นไปควรใช้ 5 ตัวเลือก

2.3.4.13 อย่าแนะคำตอบ มีหลายกรณี ดังนี้

1) คำถามข้อหลัง ๆ แนะคำตอบข้อแรก ๆ

2) ถามเรื่องที่นักเรียนคล่องปากอยู่แล้ว โดยเฉพาะคำถามประเภทคำพังเพย สุภาษิต คติพจน์หรือคำเตือนใจ

3) ใช้ข้อความของคำตอบถูกซ้ำกับคำถามหรือเกี่ยวข้องกันอย่างเห็นได้ชัดเพราะนักเรียนที่ไม่มีความรู้ก็อาจจะเดาได้ถูก

4) ข้อความของตัวถูกบางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของทุกตัวเลือก

5) เขียนตัวถูกหรือตัวลวง ถูกหรือผิดเด่นชัดเกินไป

6) คำตอบไม่กระจาย

จากหลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ ครูผู้สร้างแบบทดสอบต้องศึกษาให้เข้าใจและยึดหลักเกณฑ์ทั้ง 13 ข้อ เพื่อให้ได้ข้อสอบแบบ

เลือกตอบที่มีคุณภาพ และต้องคำนึงถึงลักษณะของข้อสอบที่ดีด้วย ได้แก่ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย อำนาจจำแนก และความยาก

2.3.5 ข้อดีของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีข้อดีหลายประการ ดังนี้ (ธานี นงนุช และคณะ, 2536 : 60-61)

(1) วัดได้รอบด้าน หมายความว่า สามารถวัดผลิตผลของการเรียนรู้ได้หลายอย่างตั้งแต่กระบวนการทางปัญญาขั้นต้น ความรู้ ความจำ ไปจนกระทั่งกระบวนการทางปัญญาขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์ และการประเมินค่า

(2) มีโอกาสเดาถูกน้อย เป็นผลให้มีความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบแบบกา ถูก - ผิด

(3) มีความเที่ยงตรง (Valid) คือ สามารถวัดในสิ่งที่เราต้องการจะวัด

(4) ข้อสอบแบบนี้อาจจะออกให้ง่ายหรือยากก็ได้ จึงสามารถใช้ทดสอบกับนักเรียนได้เกือบทุกชั้น

(5) สามารถใช้ได้กับทุกวิชา

(6) ข้อสอบแบบนี้เหมาะที่จะใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบ (Item analysis) สามารถวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อสอบได้ หาประสิทธิภาพของตัวลวง หาอำนาจจำแนกของข้อสอบ ผลจากการวิเคราะห์จะทำให้ปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

(7) มีความเที่ยงธรรม มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนและสามารถตรวจด้วยเครื่องจักรได้

(8) ข้อสอบแบบเลือกตอบดีกว่าข้อสอบแบบเติมคำ ในแง่ที่ทำให้ปัญหาเรื่องความกำกวมหมดไป เพราะมีคำตอบให้เลือก และเลือกข้อที่ดีที่สุดหรือถูกที่สุด

(9) ข้อสอบนี้สามารถใช้แผนผัง รูปภาพ กราฟ เป็นตัวปัญหาได้ง่าย ทำให้นักเรียนไม่เบื่อเวลาตอบ

(10) ผู้ออกข้อสอบไม่ต้องกังวลกับลักษณะที่เป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) ของเนื้อหาเหมือนข้อสอบแบบจับคู่ เพราะข้อสอบเลือกตอบสามารถออกให้ข้อความสิ้นสุดในตัวเองได้ในข้อสอบแต่ละข้อ

(11) เนื่องจากข้อสอบแบบนี้จำเป็นต้องมีตัวลวง จึงทำให้สามารถวินิจฉัย (Diagnosis) ได้ว่า นักเรียนมีความบกพร่อง หรือไม่เข้าใจวิชาที่เรียนอย่างไร

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 30 ข้อ โดยเลือกใช้การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด

4 ตัวเลือก เนื่องจากเป็นข้อสอบที่สามารถวัดได้รอบด้าน มีโอกาสเดาถูกน้อย มีความเที่ยงตรง มีตัวลวงที่สามารถวินิจฉัยได้ว่า นักเรียนมีความบกพร่อง หรือไม่เข้าใจวิชาที่เรียนอย่างไร

2.4 เจตคติ

2.4.1 ความหมายของเจตคติ

มีผู้กล่าวถึงความหมายของเจตคติ (Attitude) ไว้หลายท่าน ซึ่งมีความหมายแตกต่างกันออกไป ดังนี้

จเร ลวนางกูร (2542 : 20) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดและพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้น ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกและสามารถสังเกตได้ใน 2 ลักษณะ คือ เจตคติทางบวก ซึ่งแสดงออกให้เห็นพฤติกรรมที่แสดงว่าพึงพอใจ ชอบ เห็นด้วย และเจตคติทางลบ ซึ่งแสดงออกให้เห็นพฤติกรรมที่แสดงว่า ไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ ไม่เห็นด้วย

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 54) สรุปไว้ว่า เจตคติหรือทัศนคติถือเป็นความรู้สึกเชื่อ ศรัทธาต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนเกิดความพร้อมที่จะแสดงการกระทำออกมา ซึ่งอาจจะไปในทางดีหรือไม่ดีก็ได้ เจตคติยังไม่เป็นพฤติกรรมแต่เป็นตัวการที่จะทำให้เกิดพฤติกรรม ดังนั้นเจตคติจึงเป็นคุณลักษณะของความรู้สึกที่ซ่อนเร้นอยู่ภายในใจ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 ข : 106) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 14) ได้ให้ความหมาย ของ เจตคติว่า เป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า เจตคติ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีการคิดเห็นต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัว และพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้น เจตคติยังไม่เป็นพฤติกรรมแต่เป็นตัวกำหนดที่ทำให้เกิดพฤติกรรมทั้งในทางบวกซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะของความชอบ พึงพอใจ เห็นด้วย และเจตคติทางลบซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะของความไม่ชอบ ไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย

2.4.2 เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีผู้กล่าวถึงความหมายของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

กรมวิชาการ (2546 : 272) ได้ให้ความหมายเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญและคุณค่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 14) ได้ให้ความหมายเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยความพึงพอใจ ศรัทธาและซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่ศึกษากฎเกณฑ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ ดังนั้น จากความหมายของเจตคติและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวมาข้างต้น สรุปความหมายของเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ได้ว่า หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด การเห็นความสำคัญ เห็นคุณค่าต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

(1) เจตคติทางบวก หรือนิมาน (Positive Attitude) ซึ่งเป็นการแสดงออกในลักษณะความพึงพอใจ เช่น ชอบ เห็นด้วย สนับสนุน

(2) เจตคติทางลบ หรือนิเสธ (Negative Attitude) ซึ่งเป็นการแสดงออกในลักษณะตรงข้ามกับเจตคติทางบวก เช่น ไม่ชอบ ไม่พอใจ ไม่เห็นด้วย

2.4.3 แนวทางการพัฒนาเจตคติ

ในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีแนวทาง ดังนี้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 57-58) ได้เสนอแนวทางพัฒนาเจตคติ ไว้ดังนี้

(1) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลอง ให้นักเรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(2) ให้ทำกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการทดลองเป็นกลุ่ม

(3) การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์

(4) ขณะทำการทดลอง ครูควรนำหลักจิตวิทยามาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เด็กได้ฝึกประสบการณ์หลายทาง

(5) การสอนทุกครั้งควรสอดแทรกเจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสม

(6) นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาสังคมให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว หลังจากนั้นได้มีการสรุป ครูควรอภิปรายเพื่อชี้แนะนักเรียน

(7) เสนอแนะแบบอย่างของผู้มีเจตคติที่ดีซึ่งให้นักเรียนศึกษาหรือเลียนแบบ

มังกร ทองสุขดี (2535 : 81-82) ได้เสนอแนวทางในการปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ไว้ว่าควรมีวิธีการดังนี้

(1) ครูต้องแสดงเจตคติที่ดีของตนเองให้นักเรียนเห็นอยู่เสมอ พยายามโน้มน้าวให้นักเรียนเห็นลักษณะเด่นของนักวิทยาศาสตร์

(2) จัดบรรยากาศห้องเรียนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้

(3) การรู้จักใช้คำถามยั่วยุให้นักเรียนเกิดความคิดในเชิงลักษณะวิพากษ์วิจารณ์และแสดงความคิดเห็นมากขึ้น

(4) เตรียมการสอน การใช้เทคนิค การสาธิต การทดลอง ทัศนศึกษา และการนำวัสดุในท้องถิ่นมาใช้ในการเรียนการสอน

2.4.4 การวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 ข : 106 – 108) กล่าวไว้ว่าเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ 1) วิธีของเธอร์สโตน (Thurstone) 2) วิธีของลิเคิร์ท (Likert) และ 3) วิธีของออสกูด (Osgood)

เครื่องมือวัดเจตคติแบบมาตรประมาณค่าของลิเคอร์ท เป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมมาก โดยแบ่งเป็น 5 อันดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (พิตร ทองชั้น, 2537 : 232) แบ่งลักษณะของแบบวัดได้ 2 ประเภท

(1) ประเภทไม่แยกปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อเจตคติ แบบวัดประเภทนี้ผู้วิจัยจะกระจายข้อคำถามต่าง ๆ ซึ่งผลจากการวัดจะทำให้ทราบเฉพาะภาพรวมของเจตคติ ไม่สามารถทราบได้ว่าปัจจัยใดที่ส่งผลในทางบวกหรือทางลบต่อเจตคติ ซึ่งเป็นการยากที่จะพัฒนาและส่งเสริมในเจตคติย่อย ๆ ตัวอย่างเช่น แบบศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของ ปัญญา มูลทองชุน (2540) แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของ ทองดี แย้มสรวล (2543) และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของเบญจวรรณ แก้วโพนเพ็ก (2544) เป็นต้น

(2) ประเภทแยกปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อเจตคติ โดยการกำหนดปัจจัยด้านต่าง ๆ นั้นขึ้นอยู่กับผู้สร้างเครื่องมือที่มีความเชื่อว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการวัดเจตคติ เช่น แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ ยินดี คำชุม (2544) มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความคิดเห็น ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดเจตคติของผู้เรียนต่อวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท ชนิด 5 อันดับ ประเภทไม่แยกปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อเจตคติ มีจำนวน 20 ข้อ

ด้วยเหตุผลที่ว่าแบบของลิเคอร์ทนั้นเป็นที่นิยมทั่วไป สร้างง่าย ใช้สะดวก โดยการกำหนดคะแนนเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น ดังนี้

ข้อความเชิงนิมาน (ทางบวก) ให้ระดับคะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1

ข้อความเชิงนิเสธ (ทางลบ) ให้ระดับคะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทดลอง ซึ่งมีผู้วิจัยได้ศึกษาไว้ ดังนี้

อนุรี โพธิสุทัศน์ (2549 : 58) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุมาพร เดชจบ (2550 : 35) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง เซลล์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระหลวงพิทยาคม จังหวัดพิจิตร พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์ ของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองสูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศุภาวีร์ ศรีโท (2550 : 52-53) ได้จัดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนแปลงโดยการใช้วัสดุอย่างง่าย เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน และศึกษาเจตคติที่มีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 32 จังหวัดอุบลราชธานี พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพราะกิจกรรมการทดลองทำให้สามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหาวิชาได้อย่างถูกต้อง เป็นสื่อนำทางความรู้ ความเข้าใจให้กับนักเรียน และพบว่านักเรียนมีเจตคติอยู่ในเกณฑ์มากถึงมากที่สุดต่อการจัดกิจกรรมการทดลอง

ชญานาถ ซ้อนพิมาย (2550 : 29) ได้พัฒนากิจกรรมการทดลอง เรื่อง การทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้อินดิเคเตอร์ในท้องถิ่น กับผู้เรียนคละชั้นที่มีระดับสติปัญญาที่แตกต่างกัน จำนวน 30 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน-หลังเรียน แตกต่างกันโดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน คือ 8 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 11 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55 สรุปได้ว่า กระบวนการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีทดลองเพื่อทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้อินดิเคเตอร์ในท้องถิ่นทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น และพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อผู้สอนและกระบวนการจัดการเรียนการสอนในระดับมาก

สมิท (Smith, 1994 : 2528-17) ได้ศึกษาผลการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีการทดสอบภาคสนาม ซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น มีความสอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่ จึงสรุปได้ว่า การใช้กิจกรรมการทดลองสามารถพัฒนาความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งมีผู้วิจัยได้ศึกษาไว้ ดังนี้

พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549 : 66) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70 นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งรัตน์ แถวเพีย (2551 : บทคัดย่อ)ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 โรงเรียนมหาไถ่ศึกษา ขอนแก่น จำนวน 50 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 พบว่า (1) นักเรียนมีความก้าวหน้าด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 65.12 (2) นักเรียนมีความก้าวหน้าด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 69.15 และ (3) นักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นัณฑณา นาตรีชน (2551 : 76) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง โมเมนตัมและการดล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทางการเรียนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 69.94 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

ทัศนียพร ครูเกษตร (2552 : 90) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อทำการทดสอบหลังเรียนผ่านไป 14 วัน มีคะแนนไม่แตกต่างกัน และผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พบว่าเป็นแผนการจัด การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักค้นคว้าแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ไปปรับประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

สุวคนธ์ ผ่านสำแดง (2552 : 67) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง อาหารและสารอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนร้อยละ 72.79 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องอาหารและสารอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

Billings (2001 : 89A) ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ สอนวิชาฟิสิกส์แก่นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายรัฐมิชิแกน จำนวน 28 คน พบว่านักเรียนร้อยละ 75 สนุกสนานในกิจกรรมการเรียน นักเรียนร้อยละ 10 รู้สึกธรรมดาในกิจกรรมการเรียน นักเรียนร้อยละ 32 มีความรู้สึกที่ดีขึ้นต่อกิจกรรมการเรียน นักเรียนร้อยละ 66 เห็นด้วยกับวิธีสอน และนักเรียนร้อยละ 85 มีระดับความสามารถเพิ่มขึ้น

Somer (2005 : 30) ได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่อง พืชชายฝั่งของรัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 155 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรการเรียนรู้ทั้งในประเทศและต่างประเทศข้างต้น พบว่ามีลักษณะสอดคล้องกัน คือมีผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักค้นคว้าแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ไปปรับประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษา การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา จังหวัดบุรีรัมย์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

(2) แบบแผนการวิจัย

(3) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

(4) การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

(5) การวิเคราะห์ข้อมูล

(6) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 71 คน จำนวนห้องเรียน 2 ห้องเรียน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง

3.2 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง โดยใช้รูปแบบกลุ่มที่มีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

T_1 ----------X---------- T_2

เมื่อ T_1 หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest)

X หมายถึง การทดลองจัดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

T_2 หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 การสร้างเครื่องยิงโพรเจกไทล์

เครื่องยิงโพรเจกไทล์สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ รายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.3.1.2 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.3.1.3 ศึกษาผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม

3.3.1.4 ออกแบบอุปกรณ์ เครื่องยิงโพรเจกไทล์ นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ แล้วดำเนินการปรับปรุงตามคำแนะนำ

3.3.1.5 จัดทำอุปกรณ์ เครื่องยิงโพรเจกไทล์

3.3.1.6 ทดลองใช้เครื่องยิงโพรเจกไทล์

3.3.1.7 ปรับปรุงอุปกรณ์ เครื่องยิงโพรเจกไทล์

3.3.2 การสร้างชุดกิจกรรมการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมการทดลอง โดยแบ่งชุดกิจกรรมการทดลองออกเป็น 4 ชุด ดังนี้

ชุดกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ชุดกิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์กับการตกแบบเสรี

ชุดกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

ชุดกิจกรรมการทดลองที่ 4 เรื่อง วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ

ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแต่ละชุดกิจกรรมการทดลอง มีส่วนประกอบ ดังนี้

(1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย

(1.1) สาระสำคัญ

(1.2) มาตรฐานการเรียนรู้

(1.3) สาระการเรียนรู้

(1.4) ผลการเรียนรู้

(1.5) จุดประสงค์การเรียนรู้

(1.6) กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

(1.7) สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

(1.8) การวัดและประเมินผล

(2) กิจกรรมการทดลองสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย

(2.1) ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม

(2.2) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุจุดประสงค์ของกิจกรรม

(2.3) วัสดุ/อุปกรณ์ เป็นส่วนระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินการทดลอง

(2.4) ขั้นการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการจัดกิจกรรม

(2.5) ผลการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

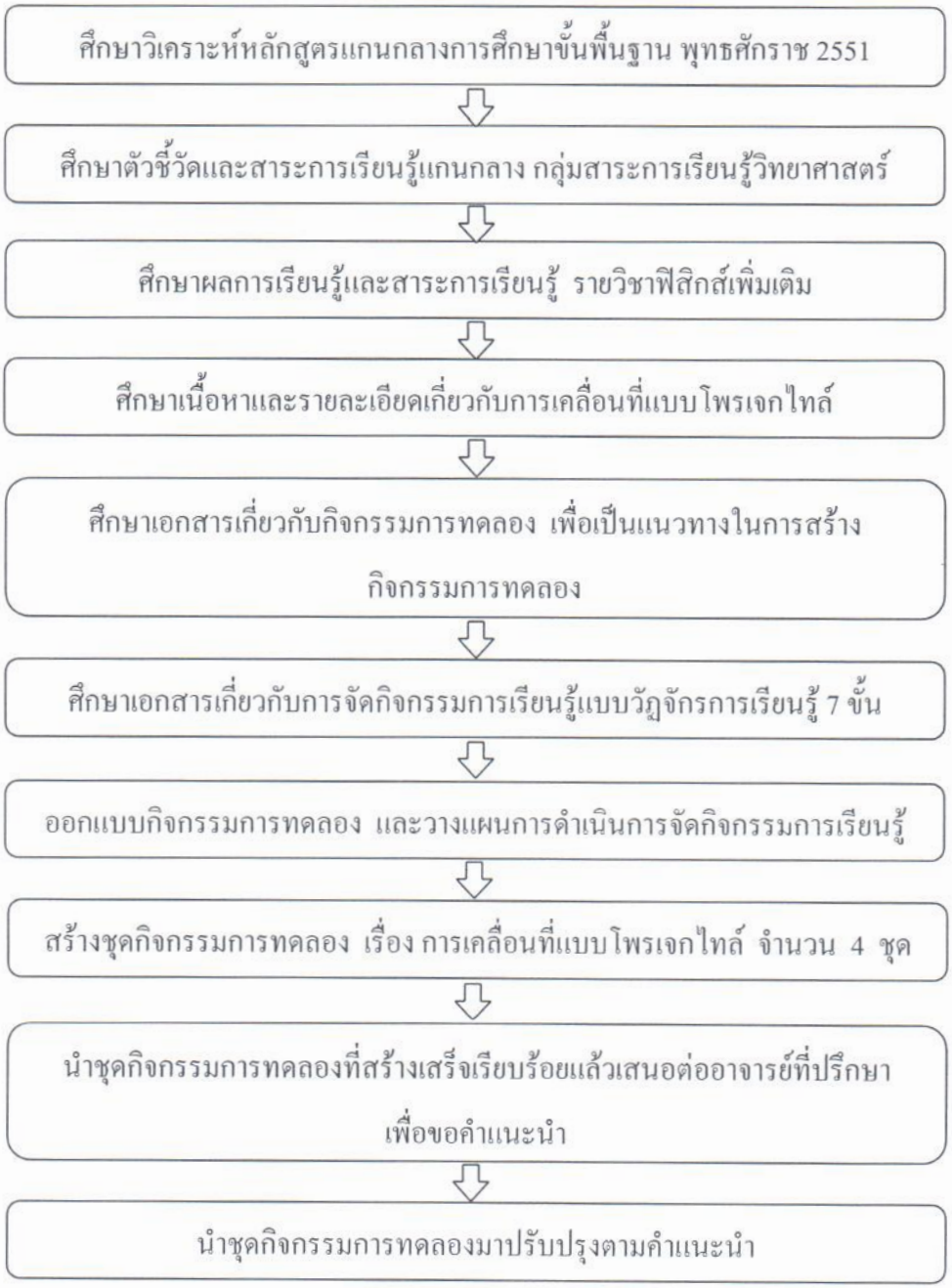
(2.6) คำถามท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำถามเกี่ยวกับกิจกรรมที่ปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การสรุปผลกิจกรรม

(2.7) สรุปผลกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุความสำคัญที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนการทำกิจกรรมการทดลอง

(2.8) ใบความรู้ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหารายละเอียดต่าง ๆ แต่ละกิจกรรม

(2.9) ใบงาน เป็นส่วนที่ใช้ทดสอบความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหารายละเอียดต่าง ๆ แต่ละกิจกรรม

โดยในการสร้างชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

3.3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก โดยประยุกต์จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ บุญศรี พรหมมาพันธุ์

และนวนเสน่ห์ วงเชิดธรรม (2545 : 221-223) ดังนี้ กำหนดจุดประสงค์ของ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม จากนั้นสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยตั้งคำถามให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และครอบคลุมเนื้อหา และกำหนดคะแนนข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งข้อในข้อเดียวกันหรือไม่ตอบเป็น 0 คะแนน แล้วนำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.3.4 การสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

การสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติ แล้วสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์โดยใช้แบบวัดเจตคติ ของลิเคอร์ท ชนิด 5 อันดับ ประเภทไม่แยกปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อเจตคติ มีจำนวน 20 ข้อ จากนั้นนำแบบวัดเจตคตินำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กำหนดคะแนนเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น ดังนี้

ข้อความเชิงนิมาน (ทางบวก) ให้ระดับคะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1

ข้อความเชิงนิเสธ (ทางลบ) ให้ระดับคะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5

3.4 การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

3.4.2 วัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

3.4.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 8 คาบ

3.4.4 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4.5 วัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์หลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ชุดเดิม และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4.6 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน t-test

3.5.2 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน ด้วยค่า average normalized gain <g>

3.5.3 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน t-test

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

3.6.1.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551 : 119)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.6.1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551 : 124)

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

3.6.2 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ใช้สถิติทดสอบ t-test (Dependent Samples) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สูตร ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551 : 152)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.6.2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน

การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ใช้ Normalized gain <g> (Coletta และคณะ, 2007 : 010106)

$$\langle g \rangle = \frac{(\%\text{posttest}) - (\%\text{pretest})}{(100\%) - (\%\text{pretest})}$$

เมื่อ	<g>	แทน	ค่า Normalized gain <g>
	% posttest	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์
	% pretest	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา จังหวัดบุรีรัมย์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

(1) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

(2) ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

(3) เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	SD	t
ก่อนเรียน	35	30	8.71	2.27	39.23*
หลังเรียน	35	30	21.37	1.68	

*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเท่ากับ 8.71 คิดเป็นร้อยละ 29.05 ของคะแนนเต็ม คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 21.37 คิดเป็นร้อยละ 71.24 ของคะแนนเต็ม และจากการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบทางสถิติพบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

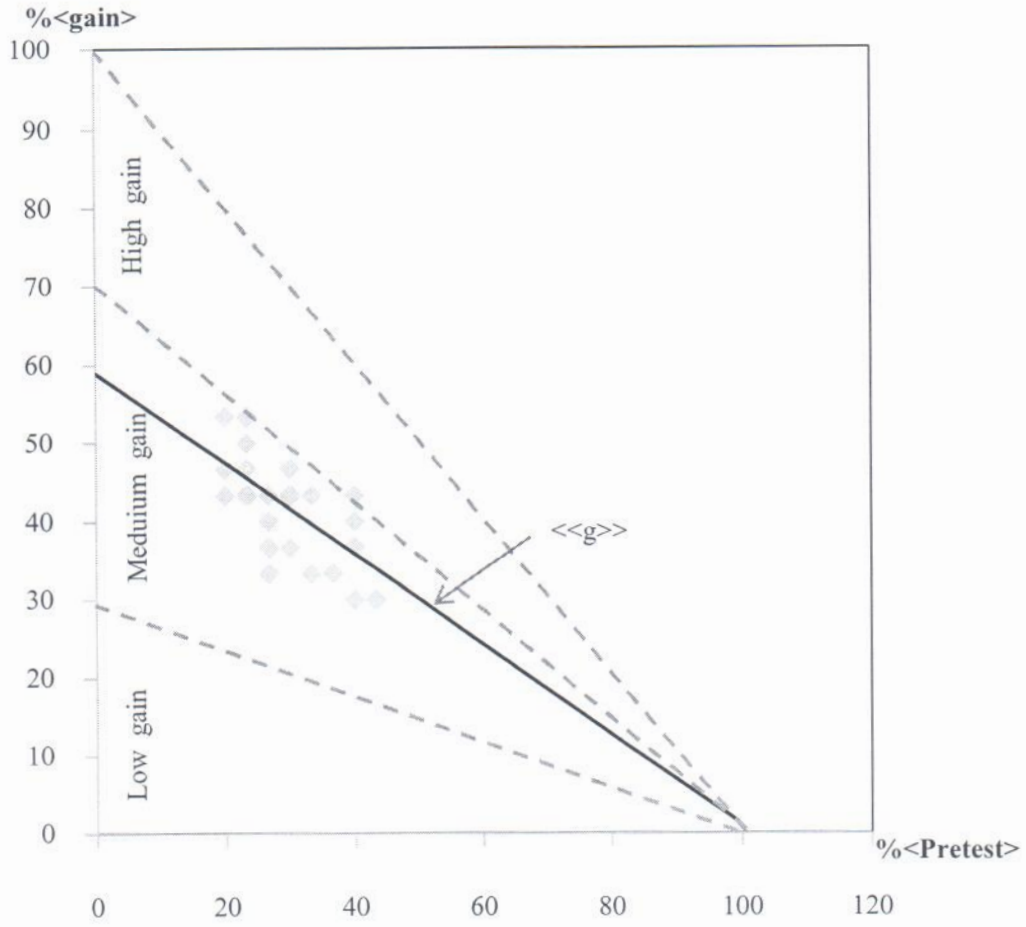
4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน

	%pretest	%posttest	Actual gain (%posttest)-(%pretest)	Maximum possible gain 100 %-(% pretest)	Average normalized gain <<g>>
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน	29.05	71.24	42.19	70.95	0.59

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ของนักเรียนเท่ากับร้อยละ 42.19 ผลการเรียนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ (Maximum possible gain) เท่ากับร้อยละ 70.95 และผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงคิดเป็น 0.59 เท่า หรือร้อยละ 59 ของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ หรือกล่าวได้ว่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย (average normalized gain <<g>>) เท่ากับ 0.59 อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) ซึ่งเป็นค่าที่บอกความก้าวหน้าทางการเรียน โดย Hake ได้กำหนดระดับของความก้าวหน้าทางการเรียนโดยวิธี normalized gain เป็น 3 ระดับ คือ Low gain (<g> < 0.3), Medium gain (0.3= <g> = 0.7) และ High gain (<g> = 0.7)



ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง %<Pretest> กับ %<Gain>

จากข้อมูลภาพที่ 4.1 อธิบายได้ว่าแกน y คือ ผลของการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน หรือ Actual gain ส่วนแกน x คือ ร้อยละของคะแนน pretest และ normalized gain คือ ค่าสัมบูรณ์ของความชันของกราฟ เส้นประคือช่วงแบ่งชั้นของระดับค่า normalized gain ที่ได้แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มที่อยู่ในระดับสูง (High gain) ระดับปานกลาง (Medium gain) และระดับต่ำ (Low gain) โดยกราฟเส้นทึบมีลูกศรชี้เขียนว่า <<g>> เป็นค่าของ average normalized gain ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และจุดทึบสี่เหลี่ยม แทน single student normalized gain

ผลการศึกษา พบว่านักเรียนร้อยละ 2.86 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain) และนักเรียนร้อยละ 97.14 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) โดยมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย (average normalized gain <<g>>) เท่ากับ 0.59 อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain)

4.3 เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ปรากฏผล ดังตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

เจตคติ	n	$\overline{X}$	SD	ระดับเจตคติ
ก่อนเรียน	35	3.49	0.28	ปานกลาง
หลังเรียน	35	3.96	0.29	มาก

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนเรียนอยู่ในระดับปานกลาง แต่ค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับมาก แสดงว่าการเรียนด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 59 ของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้

5.1.3 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อยู่ในระดับมาก

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนมีประเด็นสำคัญในการอภิปรายผลดังนี้

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นได้ ดังที่ อนุรี โพธิสุทัศน์ (2549 : 58) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง พบว่า

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับ อุมาพร เดชจบ (2550 : 35) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง เซลล์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระหลวงพิทยาคม จังหวัดพิจิตร พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์ ของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองสูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการใช้กิจกรรมการทดลองส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนสร้างองค์ความรู้ที่เกิดจากการค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งอาจสรุปได้ว่างานวิจัยดังกล่าวนั้นมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างสื่อการเรียนรู้ เครื่องยิงโพรเจกไทล์ประกอบการจัดกิจกรรมการทดลองที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์กับเนื้อหา ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ได้ใช้ความรู้ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการฝึกการคิด การตัดสินใจ ฝึกการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิมได้อย่างเหมาะสม มีเหตุผล ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน มีอิสระในการคิดอย่างเต็มที่ และในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นรูปแบบที่ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้แสดงความคิดเห็น ซักถามและอภิปรายหาข้อสรุประหว่างนักเรียนกับเพื่อนนักเรียนด้วยกันเอง หรือนักเรียนกับครูผู้สอน ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้นักเรียนทุกคนมีการเรียนรู้ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้

5.2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย (average normalized gain <<g>>) ของนักเรียนซึ่งเป็นความสามารถของนักเรียนที่จะสามารถพัฒนาผลการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 0.59 หมายความว่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียนคิดเป็น 0.59 เท่า (หรือ 59%) ของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ ซึ่งจัดว่าการเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง

5.2.3 เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ในระดับมาก ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับ ศุภาวีร์ ศรีโท (2550 : 52-53) ได้จัดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยน

แปลงโดยการใช้วัสดุอย่างง่าย เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาเจตคติที่มีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 32 จังหวัดอุบลราชธานี พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพราะกิจกรรมการทดลองทำให้สามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหาวิชาได้อย่างถูกต้อง เป็นสื่อนำทางความรู้ ความเข้าใจให้กับนักเรียน และพบว่านักเรียนมีเจตคติอยู่ในเกณฑ์มากถึงมากที่สุดต่อการจัดกิจกรรมการทดลอง ซึ่งอาจสรุปได้ว่างานวิจัยดังกล่าวนั้นมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการเรียนด้วยกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ได้ลงมือปฏิบัติการทดลองที่ให้ผลสอดคล้องกับทฤษฎี และการจัดให้นักเรียนได้ศึกษากันภายในกลุ่ม ให้มีการช่วยกันคิดวิเคราะห์ และอภิปรายกันภายในกลุ่ม จึงทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียน ส่งผลให้เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ดีขึ้นได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ด้วยกิจกรรมการทดลอง ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และเน้นให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ระหว่างที่จัดการเรียนการสอนครูผู้สอนต้องคอยสังเกตและแนะนำในบางส่วนที่คิดว่าเป็นปัญหาต่อการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน ไม่ควรปล่อยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ จนเสร็จสิ้นกระบวนการ เพื่อที่จะทำให้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัตินั้นไม่ผิดพลาดและไม่ต้องเสียเวลามาแก้ไขกระบวนการและผลการเรียนรู้ในภายหลัง

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งพบว่าการเรียนด้วยกิจกรรมการทดลอง ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ และทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ดังนั้นจึงควรมีการสร้างและใช้กิจกรรมการทดลอง ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในหัวข้อและวิชาอื่น ๆ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนต่อไป นอกจากนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการจัดการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์กรรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2544.

_____. คู่มือการสร้างเครื่องมือวัดคุณลักษณะด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2551.

กิตติชัย สุธาสิโนบล. ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2541.

จเร ลวนางกูร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการเรียนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2542.

ชญานาถ ซ้อนพิมาย. การพัฒนากิจกรรมการทดลอง เรื่อง การทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้อินดิเคเตอร์ในท้องถิ่น. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2550.

ทบวงมหาวิทยาลัย. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.

ทองดี แย้มสรวล. "รายงานผลสัมฤทธิ์ของรูปแบบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (ระยะที่ 1) วิชา ว 024 ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6", ใน รายงานการวิจัยโครงการครูแห่งชาติ. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543. (อัดสำเนา)

ทัศนียพร ครูเกษตร. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ทิศนา แขมมณี. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรี่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

เทอด แก้วคีรี. เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักสูตรและการสอนเคมี. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน, 2541.

ธานี นงนุช และคณะ. การประเมินผลการเรียน. ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ : วิทยาลัยครูอุบลราชธานี, 2536.

นพคุณ แดงบุญ. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2552.

นัณฑณา นาตรีชน. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง โมเมนตัมและการดล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2551.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2542.

บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน์, 2543.

_____. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน์, 2545.

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสน่ห์ วงค์เชิดธรรม. การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2545.

เบญจวรรณ แก้วโพนเพ็ก. ผลการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแวงใหญ่วิทยาคม จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2544.

ประภัสสร ผลสินธุ์. การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และการเรียนแบบสืบเสาะตามรูปแบบ สสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2547.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ปัญญา มูลทองชุน. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคชุมพร จังหวัดชุมพร ที่เรียนจากการเรียนเพื่อรอบรู้กับการเรียนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2540.

พจนีย์ ศรีตรัง. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างพหุปัญญากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2546.

พฤกษ์ โปร่งสำโรง. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2543(ก).

_____. วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543(ข).

พิตร ทองชั้น. "หน่วยที่ 3 การวางแผนการวิจัยและการรวบรวมข้อมูล", ใน ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน. น.190-253. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2537.

มังกร ทองสุขดี. การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ยินดี คำชุม. ผลการสอนปฏิบัติการวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ด้วยเทคนิค 2 ขั้นตอน ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศทักษิณ จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2544.

รุ่งรัตน์ แถวเพีย. ผลการจัดกิจกรรมด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2551.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น, 2543.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์, 2542.

วัฒนชัย ถิรศิลาเวทย์. ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครู พฤติกรรมการเรียนและพฤติกรรมด้านจิตพิสัยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.

ศุภาวีร์ ศรีโท. กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนแปลงโดยการใช้วัสดุอย่างง่าย. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2550.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

_____. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548.

_____. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2553.

สมคิด สร้อยน้ำ. พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 2 (การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา). อุดรธานี : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุดรธานี, 2540.

สมนึก ภัททิยธนี. การวัดผลการศึกษา. ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2544.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์, 2551.

สุรสิงห์ นิรชร และศิลปะชัย บูรณพานิช. การเรียนการสอนฟิสิกส์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. ฝ่ายวิชาการและวิจัย คณะครุศาสตร์ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สุวคนธ์ ผ่านสำแดง. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง อาหารและสารอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

สุวัฒก์ นิยมค้า. ทฤษฎีและทางปฏิบัติ : การเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : เนเจอรัลบุ๊คเซ็นเตอร์, 2531.

ไสว บรรณาลัย. ผลการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดปากน้ำวิทยาคม กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2547.

_____. "ผลการสอนฟิสิกส์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง", ใน รายงานการวิจัยโครงการครูเครือข่ายของครูแห่งชาติ. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543. (อัดสำเนา)

อนุรี โพธิสุทัศน์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2549.

อุมาพร เดชจบ. ผลการใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง เซลล์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระหลวงพิทยาคม จังหวัดพิจิตร. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2550.

Abruscato, Joseph. Teaching Children Science: A Discovery Approach. Boston: Allyn and Bacon, 1996.

Barman, C. and M. Kotar. "The Learning Cycle", Science and Chidren. 26(7): 30-32; April, 1989.

Billings, R.L. Assessment of the learning cycle and inquiry-based learning in high school physics education. Dissertation Abstracts International. 40/04: 89A, 2001.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Bransford, J.D., A.L. Brown and R.R. Cocking. How People Learn. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.

Bybee, R.W. and others. "Integrating the History and Nature of Science and Technology in Science and Social Studies Curriculum", Science Education. 75(1): 143-155; January, 1991.

_____. "The 5E Learning Cycle Model," Inquiry Approch. 65(4): 1-2; May, 1989.

Carin, Arthur A. Teaching Through Discovery. 7th ed. New York: Merrill, 1993.

Eisenkraft, Arthur. "Expanding the 5E Model", The Science Teacher. 5(5) 57-59; September, 2003.

Good, Carter V. Dictionary of Education 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book, 1973.

Hasan, O.E. and Billeh, V.Y. "Relationships between Teacher's Change in Attitude toward Science and some Professional Variables", Journal of Research in Science Teaching 12, 247-253; July, 1975.

Hewson, P.W. and M.G.Hewson. "An Appropriate Conception of Teaching Science: A View from Studies if Science Learning", Sceince Education. 72(5): 597-614; October, 1983

_____. "Effect of Instruction Using Stuents' Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies of Science Learning", Journal of in Science Teaching. 20(8): 732-734; October, 1988.

Lawson, A.E. "Using the Learning Cycle to Teach Biology Concepts and Reasoning Patterns", Journal of Biology Ecucation. 35(4): 165; August, 2001.

Lawson, A. E. Science Teaching and the Development of Thinking. Belomnt: Wadswort, 1995.

Smith, Patty Templeton. Instructional Method Effect on Student Attiude and Achivemen. Dissertation Abstract International. 54(7)2528-17, 1994.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Somer, R.L. 2005. "Putting down roots in environmental literacy : A study of middle school student' participation in Louisiana sea grant' s coastal roots project", Available from. http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-041442005-104733/unrestricted/ Somers_thesis.pdf. December 12, 2010.

Thorndike, E.L. Educational Psychology, Vol. II : The Psychology of Learning. New York: Teachers College, Columbia University, 1993.

Vincent P. Coletta, Jeffrey A. Phillips and Jeffrey J. Steinert. "Interpreting force concept inventory scores : Normalized gain and SAT scores", Physics Education Research 3, 010106, 2007.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

<u>คำชี้แจง</u>

1. ข้อสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
2. เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว จากตัวเลือก ก ข ค และ ง แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในช่องว่าง ในกระดาษคำตอบตรงกับตัวเลือกที่ต้องการ เช่น

ก	ข	ค	ง
	×		

หากต้องการเปลี่ยนคำตอบ จากข้อ ข เป็นข้อ ง ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง
	≠		×

4. ห้ามขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว ให้ส่งแบบทดสอบคืนที่กรรมการกำกับการสอบ

ข้อสอบวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 30 ข้อ เวลา 60 นาที

กำหนดให้ขนาดความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (g) มีค่าเท่ากับ 10 m/s^2

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

   (1) การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่เช่นเดียวกับการปล่อยให้วัตถุตกอย่างอิสระ

   (2) การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่เช่นเดียวกับการขว้างวัตถุไปข้างหน้าให้ตกสู่พื้น

   (3) การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่เช่นเดียวกับการยิงจรวดขวดน้ำ

   ข้อความใดถูกต้อง

   ก. ข้อ (1) และ (2)

   ข. ข้อ (1) และ (3)

   ค. ข้อ (2) และ (3)

   ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

2. ข้อใดเป็นลักษณะเฉพาะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

   ก. เคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำเส้นทางเดิม

   ข. เคลื่อนที่ห่างจากจุดอยู่นิ่งหนึ่งด้วยระยะคงเดิมตลอดเวลา

   ค. เคลื่อนที่ในเส้นทางเดิมโดยไม่เปลี่ยนทิศ

   ง. เคลื่อนที่เป็นแนวโค้งที่เกิดการกระจัดตามแนวดิ่งและแนวระดับพร้อมกัน

3. กิจกรรมต่อไปนี้ ข้อใดจัดอยู่ในลักษณะทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

   ก. การแข่งขันกรีฑาวิ่งผลัด 4×100 เมตร

   ข. การแข่งขันกีฬากระโดดสูง

   ค. การแข่งขันกรีฑาวิ่ง 1,500 เมตร

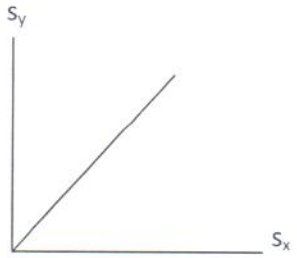
   ง. การแข่งเรือ

4. แรงที่กระทำต่อวัตถุ ภายหลังจากเริ่มเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ คือแรงในข้อใด
   ก. แรงดึงดูดระหว่างมวล
   ข. แรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่
   ค. แรงโน้มถ่วงของโลก
   ง. แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ

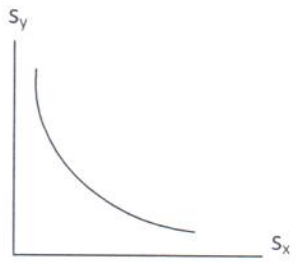
5. ข้อใดกล่าวถูกต้องสำหรับวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
   ก. วัตถุเคลื่อนที่ 2 แนว โดยทั้งสองแนวมีความเร็วคงตัว
   ข. วัตถุเคลื่อนที่ 2 แนว โดยทั้งสองแนวมีความเร็วไม่คงตัว
   ค. วัตถุเคลื่อนที่ 2 แนว ตั้งฉากกัน โดยแต่ละแนวมีแรงกระทำคงตัว
   ง. วัตถุเคลื่อนที่ 2 แนว ตั้งฉากกัน โดยแนวระดับความเร็วคงตัว ส่วนแนวดิ่งความเร่งคงตัว

6. จากการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้ชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กราฟในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง

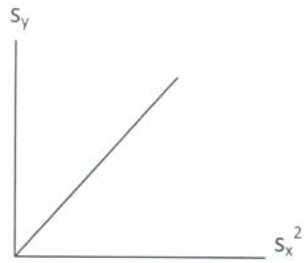
ก.



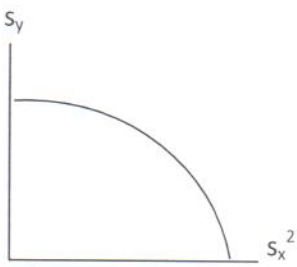
ข.



ค.



ง.



7. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่แบบใด
   ก. แนวเส้นตรง
   ข. แนวโค้งพาราโบลา
   ค. แนววงกลม
   ง. แนวโค้งไฮเปอร์โบลา

8. ข้อความใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
   ก. ในแนวระดับและแนวดิ่งความเร็วมีค่าคงตัว
   ข. ในแนวระดับและแนวดิ่งความเร่งมีค่าคงตัว
   ค. ในแนวระดับความเร็วมีค่าคงตัว ในแนวดิ่งความเร่งมีค่าคงตัว
   ง. ในแนวระดับความเร่งมีค่าคงตัว ในแนวดิ่งความเร็วมีค่าคงตัว

9. วัตถุชนิดเดียวกัน 2 ก้อน A และ B วัตถุ A ถูกขว้างออกไปในแนวระดับ ส่วนวัตถุ B ถูกปล่อยให้ตกลงในแนวดิ่งพร้อม ๆ กัน ณ ระดับความสูงเดียวกัน จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้
   (1) วัตถุ A ตกถึงพื้นหลังวัตถุ B
   (2) วัตถุ A และ B ตกถึงพื้นพร้อมกัน
   (3) ขณะตกถึงพื้นวัตถุ A มีอัตราเร็วสูงกว่าวัตถุ B
   (4) ขณะตกถึงพื้นวัตถุ B มีอัตราเร็วสูงกว่าวัตถุ A
   ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   ก. ข้อ (1) และ (3)
   ข. ข้อ (1) และ (4)
   ค. ข้อ (2) และ (3)
   ง. ข้อ (2) และ (4)

10. วัตถุ x และ y เหมือนกัน x ถูกปล่อยให้ตกแบบเสรีในแนวดิ่ง ส่วน y ถูกดีดออกไปในแนวระดับ ณ จุดเดียวกัน ข้อใดกล่าว<u>ผิด</u>
    ก. วัตถุ x และ y มีความเร็วขณะกระทบพื้นเท่ากัน
    ข. วัตถุ x และ y มีการกระจัดตามแนวดิ่งเท่ากัน
    ค. วัตถุ x และ y ตกถึงพื้นพร้อมกัน
    ง. วัตถุ x และ y มีความเร่งเท่ากัน

11. วัตถุที่ตกแบบเสรีกับวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จากที่ระดับความสูงเท่ากัน ข้อใดถูกต้อง
    ก. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี ไม่เท่ากัน
    ข. เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี เท่ากันเสมอ
    ค. ความเร่งของการเคลื่อนที่ของทั้งสองกรณี เท่ากันเสมอ
    ง. ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่ทั้งสองกรณี เท่ากันเสมอ

12. เครื่องบินบินในแนวระดับด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ณ เวลาหนึ่งคนขับปล่อยวัตถุออกจากเครื่องบิน ขณะวัตถุถึงพื้นเครื่องบินอยู่ที่ใดเมื่อเทียบกับวัตถุ
    ก. อยู่ตรงกับวัตถุพอดี
    ข. อยู่เลยวัตถุไปแล้ว
    ค. อยู่หลังวัตถุ
    ง. บอกไม่ได้แน่นอน

13. ที่ตำแหน่งสูงสุดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เวกเตอร์ของความเร็วโพรเจกไทล์จะมีทิศตามข้อใด

    ก.
    ข.
    ค.
    ง.

14. ขว้างลูกบอลจากที่สูงออกไปในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 5 เมตร/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 1 วินาที จะมีการกระจัดเท่าใด
    ก. $\sqrt{5}$ เมตร
    ข. $5\sqrt{2}$ เมตร
    ค. 5 เมตร
    ง. 25 เมตร

15. ขว้างวัตถุไปตามแนวระดับจากที่สูงแห่งหนึ่ง ด้วยความเร็วต้น 3 เมตร/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 0.4 วินาที อัตราเร็วที่ปรากฏจะเป็นกี่เมตร/วินาที

    ก. 2

    ข. 3

    ค. 4

    ง. 5

16. จากโจทย์ข้อ 17 อยากทราบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 0.4 วินาที ทิศทางการเคลื่อนที่จะทำมุมเท่าไรกับแนวเดิม (แนวระดับ)

    ก. $\tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$

    ข. $\tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$

    ค. $\tan^{-1}\left(\frac{3}{5}\right)$

    ง. $\tan^{-1}\left(\frac{5}{3}\right)$

17. ปัจจัยใดต่อไปนี้ส่งผลโดยตรงต่อระยะทางในแนวระดับของโพรเจกไทล์

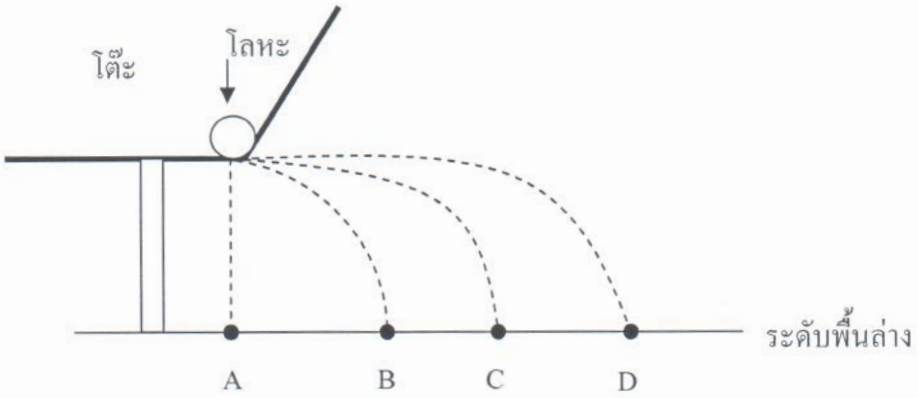
    ก. มุมยิงและความเร็วต้น

    ข. มุมยิงและความเร่ง

    ค. ความเร่งและความเร็วต้น

    ง. มุมยิง ความเร็วต้น และความเร่ง

18. ในการทดลองดีดโลหะกลมออกจากขอบโต๊ะ จำนวน 4 ครั้ง ผลการทดลองตำแหน่งโลหะกระทบพื้น ปรากฏดังรูป เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะตกจากขอบโต๊ะจนกระทบพื้นล่างสอดคล้องกับข้อใด



ก. เส้นทาง A ใช้เวลา น้อยที่สุด
ข. เส้นทาง B ใช้เวลา น้อยที่สุด
ค. เส้นทาง D ใช้เวลา น้อยที่สุด
ง. ทุกเส้นทางใช้เวลาเท่ากัน

19. กรณีการเคลื่อนที่ของโลหะกลมที่พุ่งออกจากขอบโต๊ะในแนวระดับ จะอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไร

ก. โลหะทั้งสามเคลื่อนที่ออกจากขอบโต๊ะด้วยอัตราเร็วเดียวกัน
ข. โลหะ B เคลื่อนที่ออกจากขอบโต๊ะด้วยอัตราเร็วมากที่สุด
ค. โลหะ C เคลื่อนที่ออกจากขอบโต๊ะด้วยอัตราเร็วมากที่สุด
ง. โลหะ D เคลื่อนที่ออกจากขอบโต๊ะด้วยอัตราเร็วมากที่สุด

20. ชายคนหนึ่งยืนบนหน้าผาสูง 80 เมตร ขว้างลูกบอลออกไปในแนวระดับ ด้วยความเร็วต้น 330 เมตร/วินาที ลูกบอลตกไกลจากหน้าผาตามแนวระดับกี่เมตร

ก. 300 เมตร
ข. 330 เมตร
ค. 1,320 เมตร
ง. 2,330 เมตร

21. ลูกระเบิดถูกปล่อยออกมาจากเครื่องบิน ซึ่งบินอยู่ในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 300 เมตร/วินาที และอยู่สูงจากพื้นดิน 2000 เมตร จงหาว่าลูกระเบิดจะตกถึงพื้นดิน ณ ตำแหน่งที่ห่างจากจุดทิ้งระเบิดตามแนวระดับกี่เมตร

    ก. 300 เมตร

    ข. 400 เมตร

    ค. 600 เมตร

    ง. 6,000 เมตร

22. เมื่อขว้างลูกเทนนิสออกไปในแนวระดับจากดาดฟ้าตึกซึ่งสูง 20 เมตร ปรากฏว่าลูกเทนนิสไปตกบนพื้นดินห่างจากฐานตึกเป็นระยะทาง 16 เมตร แสดงว่าลูกเทนนิสถูกขว้างออกไปด้วยความเร็วเท่าใด

    ก. 2 เมตร/วินาที

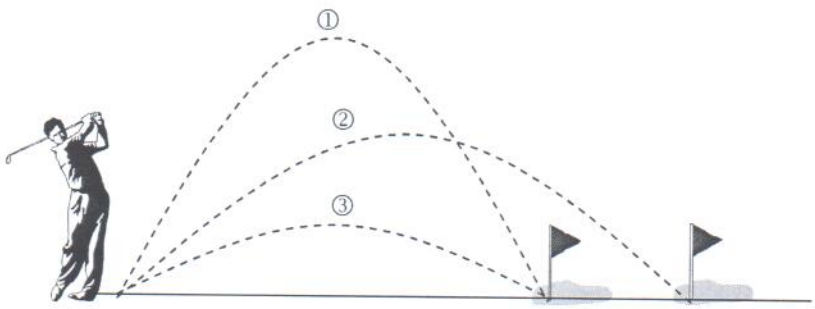
    ข. 4 เมตร/วินาที

    ค. 8 เมตร/วินาที

    ง. 12 เมตร/วินาที

<u>ใช้ข้อมูลข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 23 - 25</u>

ลูกกอล์ฟถูกตีให้พุ่งออกไปในอากาศเป็นมุมต่างกันสามมุม ด้วยอัตราเร็วต้นเท่ากัน



23. ถ้าเส้นทางที่ 2 เป็นเส้นทางที่สามารถตีได้ระยะทางแนวราบไกลที่สุด คำกล่าวใดถูกต้อง

    ก. เส้นทางที่ 2 ลูกกอล์ฟพุ่งออกไปในอากาศด้วยมุม 45 องศากับแนวระดับ

    ข. เส้นทางที่ 2 ลูกกอล์ฟพุ่งออกไปในอากาศด้วยมุม 53 องศากับแนวระดับ

    ค. เส้นทางที่ 2 ลูกกอล์ฟพุ่งออกไปในอากาศด้วยมุม 37 องศากับแนวระดับ

    ง. เส้นทางที่ 2 ลูกกอล์ฟพุ่งออกไปในอากาศด้วยมุม 60 องศากับแนวระดับ

24. มุมที่ลูกกอล์ฟพุ่งออกไปในอากาศมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ก. ผลรวมของมุม ① + ② เท่ากับ 90 องศา

ข. ผลรวมของมุม ① + ③ เท่ากับ 90 องศา

ค. ผลรวมของมุม ② + ③ เท่ากับ 90 องศา

ง. ผลรวมของมุม ① + ② + ③ เท่ากับ 90 องศา

25. เวลาที่ลูกกอล์ฟลอยอยู่ในอากาศเป็นอย่างไร สมมติว่าไม่มีแรงต้านอากาศ

ก. เส้นทางที่ ① ลูกกอล์ฟลอยในอากาศนานที่สุด

ข. เส้นทางที่ ② ลูกกอล์ฟลอยในอากาศนานที่สุด

ค. เส้นทางที่ ③ ลูกกอล์ฟลอยในอากาศนานเท่ากับเส้นทางที่ ①

ง. ลูกกอล์ฟสามารถลอยในอากาศได้นานเท่ากันทุกเส้นทาง

26. ขว้างวัตถุ A และ B ด้วยขนาดอัตราเร็วต้นเท่ากัน โดยทำมุม 30 และ 60 องศากับแนวดิ่ง ตามลำดับ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

(1) A ตกถึงพื้นก่อน B

(2) A ขึ้นไปได้สูงกว่า B

(3) A และ B ตกถึงพื้นได้ไกลเท่ากัน

(4) A และ B ตกถึงพื้นพร้อมกัน

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ข้อ (1) และ (2)

ข. ข้อ (2) และ (3)

ค. ข้อ (1) , (2) และ (3)

ง. ข้อ (2) , (3) และ (4)

27. เมื่อยิงวัตถุออกไปด้วยความเร็ว 60 เมตร/วินาที ทำมุม 53 องศากับแนวระดับ หลังจากยิงออกไปแล้ว 5 วินาที วัตถุก็ไปตกบนหลังคาตึกพอดี ตำแหน่งที่ยิงอยู่ห่างจากฐานตึกกี่เมตร

ก. 120 เมตร

ข. 180 เมตร

ค. 240 เมตร

ง. 300 เมตร

28. ในการยิงลูกหินก้อนหนึ่งจากพื้นทำมุม 30 องศากับแนวระดับ พบว่าลูกหินตกห่างจากจุดยิงระยะห่าง 4 เมตร โดยใช้เวลา 1 วินาที ถ้ายิงลูกหินนี้ทำมุม 60 องศากับแนวระดับด้วยความเร็วต้นคงเดิม จะทำให้ลูกหินตกห่างจากจุดยิงเป็นระยะห่างเท่าใด

    ก. 3 เมตร

    ข. 4 เมตร

    ค. 5 เมตร

    ง. 6 เมตร

29. ยิงกระสุนปืนมวล 30 กรัม ด้วยความเร็ว 100 เมตร/วินาที ทำมุม 30 องศากับแนวระดับ หลังจากนั้น 2 วินาที กระสุนตกกระทบเป้าหน้าผา เป้านั้นอยู่สูงจากพื้นระดับเป็นเท่าใด

    ก. 50 เมตร

    ข. 60 เมตร

    ค. 70 เมตร

    ง. 80 เมตร

30. ชายคนหนึ่งปาก้อนหินขึ้นไปในอากาศตามแนวโค้ง ก้อนหินเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เขาต้องการให้ก้อนหินไปตกห่างจากตำแหน่งที่ยืนเป็นระยะทาง 10 เมตร เขาต้องปาก้อนหินออกไปด้วยอัตราเร็วอย่างน้อยที่สุดกี่เมตร/วินาที

    ก. $2\sqrt{2}$ เมตร/วินาที

    ข. $10\sqrt{2}$ เมตร/วินาที

    ค. 5 เมตร/วินาที

    ง. 10 เมตร/วินาที

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ค	16	ก
2	ง	17	ก
3	ข	18	ง
4	ค	19	ง
5	ง	20	ค
6	ค	21	ง
7	ข	22	ค
8	ค	23	ก
9	ค	24	ข
10	ก	25	ก
11	ข	26	ข
12	ก	27	ข
13	ก	28	ข
14	ข	29	ง
15	ง	30	ง

แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้เป็นแบบวัดความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์
2. การตอบแบบสอบถามไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด คำตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด
3. ให้พิจารณาข้อความในแต่ละข้อที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในแต่ละข้อที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

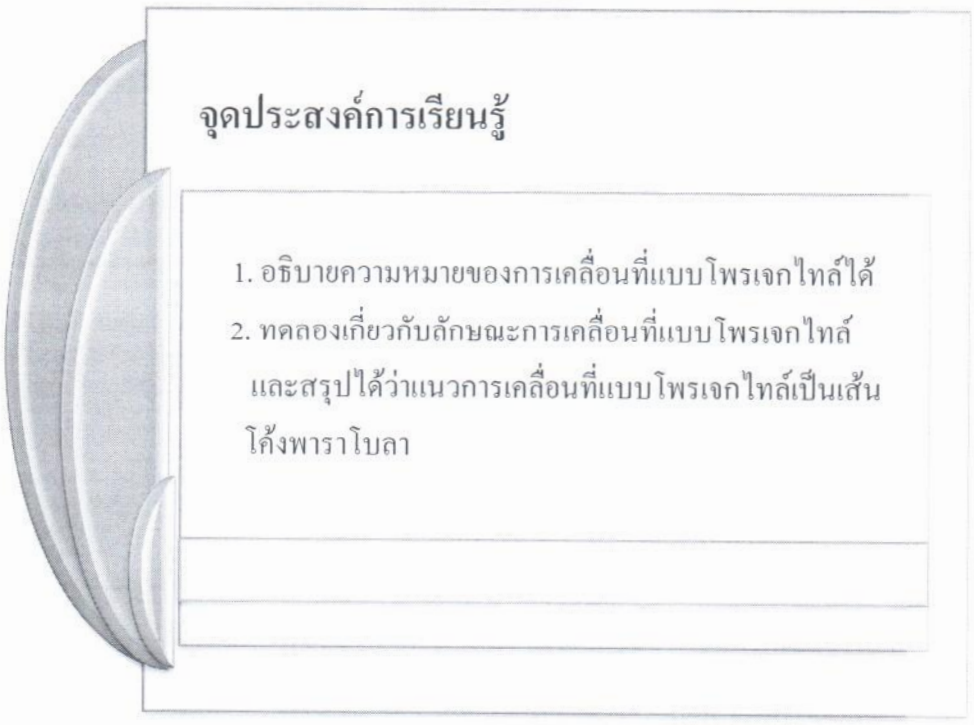
รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่น่าสนใจ					
2. วิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานสำคัญของวิทยาศาสตร์					
3. วิชาฟิสิกส์ทำให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล					
4. วิชาฟิสิกส์ทำให้เราเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติมากขึ้น					
5. ข้าพเจ้าเรียนฟิสิกส์ด้วยความสนุก					
6. เรียนฟิสิกส์แล้วทำให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้การแก้ปัญหา					
7. ข้าพเจ้าชอบกิจกรรมในการทดลองฟิสิกส์					
8. ฟิสิกส์ยากเกินที่ข้าพเจ้าจะเรียนได้					
9. ข้าพเจ้าดีใจที่ได้เรียนฟิสิกส์					
10. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ข้าพเจ้าชอบเรียน					

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
11. เรียนวิชาฟิสิกส์จะทำให้เกิดความเครียด					
12. ข้าพเจ้าเรียนฟิสิกส์ด้วยความสุขใจ					
13. ถ้าครูฟิสิกส์ไม่เข้าสอนข้าพเจ้าจะดีใจ					
14. การเรียนฟิสิกส์ชวนให้น่าเบื่อ					
15. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้					
16. การได้ทำโจทย์ฟิสิกส์ข้อยาก ๆ เป็นสิ่งท้าทาย					
17. การเรียนฟิสิกส์ทำให้คนล้าสมัย					
18. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ท้าทายความคิด					
19. ข้าพเจ้าเอาใจใส่ต่อวิชาฟิสิกส์อย่างสม่ำเสมอ					
20. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างกว้างขวาง					

ขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ได้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก ข
ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

กิจกรรมการทดลองที่ 1
เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์



กิจกรรมการทดลองที่ 1
เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

จุดประสงค์

เพื่อศึกษาลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

วัสดุ/อุปกรณ์

1. ชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์	1	ชุด
2. ลูกแก้ว	1	ลูก
3. สายวัด	1	เส้น
4. กระดาษกราฟ	2	แผ่น

วิธีทำ

1. ตั้งเสาติดปืนสปริงชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์บนพื้นราบ ปรับปืนสปริงให้อยู่ในแนวราบ ปรับตำแหน่งปืนสปริงชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์ให้อยู่ในตำแหน่งที่สูงจากพื้น 10 เซนติเมตร เป็นระยะการกระจัดในแนวดิ่ง (s_y)
2. ดึงสปริงล็อกไว้ระยะที่ 1 ใส่ลูกแก้วลงในกระบอก แล้วปลดล็อกสปริงเพื่อยิงลูกแก้วออกจากเครื่องยิงโพรเจกไทล์ และวัดระยะการกระจัดในแนวระดับ (s_x) ทำซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย บันทึกผลการทดลอง
3. ทำการทดลองตามข้อ 1-2 โดยเปลี่ยนระดับความสูงของปืนสปริงชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์ให้อยู่สูงจากพื้นเป็น 20 , 30 , 40 , 50 , 60 , 70 , 80 , 90 และ 100 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ละครั้งต้องดึงสปริงให้อยู่ในระยะเดิม บันทึกผลการทดลอง
4. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดในแนวระดับ (s_x) บนแกนนอน กับการกระจัดในแนวดิ่ง (s_y) บนแกนตั้ง ลากเส้นผ่านจุดทุกจุดบนกระดาษกราฟ จะได้เส้นทางการเคลื่อนที่ของลูกแก้ว
5. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดในแนวดิ่ง (s_y) บนแกนตั้ง กับการกระจัดในแนวระดับยกกำลังสอง (s_x^2) บนแกนนอน

แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1
เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....

สมาชิกในกลุ่ม

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

จุดประสงค์

เพื่อศึกษาลักษณะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

สมมติฐานการทดลอง (1คะแนน)

.....

.....

.....

ผลการทดลอง (3 คะแนน)

ระยะการกระจัดในแนวดิ่ง (s_y) (เมตร)	ระยะการกระจัดในแนวระดับ (s_x) (เมตร)				การกระจัดในแนวระดับยกกำลังสอง (s_x^2) (เมตร^2)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
0.10					
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					

ระยะการกระจัดในแนวดิ่ง (s_y) (เมตร)	ระยะการกระจัดในแนวระดับ (s_x) (เมตร)				การกระจัดในแนวระดับยกกำลังสอง (s_x^2) (เมตร^2)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					

อภิปรายผลการทดลอง (3 คะแนน)

1. แนวการเคลื่อนที่ของลูกแก้วที่สังเกตได้มีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

   .....

2. แนวการเคลื่อนที่ของลูกแก้วจากกระดาษกราฟมีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

   .....

3. จากกราฟระหว่างขนาดของการกระจัดในแนวดิ่ง (s_y) กับขนาดของการกระจัดในแนวระดับยกกำลังสอง (s_x^2) จะสรุปลักษณะของแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ว่าเป็นแนวโค้งแบบใด

   .....

   .....

   .....

สรุปผลการทดลอง (3 คะแนน)

.....

.....

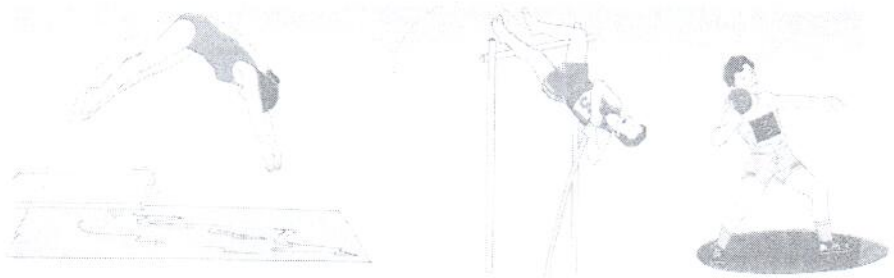
.....

.....

ใบความรู้ที่ 1
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

โพรเจกไทล์ (Projectile) ในภาษาอังกฤษหมายถึงวัตถุที่ขว้างหรือยิงออกไป เช่น ก้อนหินที่ถูกขว้างออกไปหรือลูกกระสุนที่ถูกยิงออกไป ทั้งนี้ในบริเวณใกล้ผิวโลกตามปกติการเคลื่อนที่ของวัตถุดังกล่าวจะสังเกตได้ว่ามีวิถีโค้ง โดยเฉพาะเมื่อไม่มีแรงต้านทานของอากาศหรือแรงต้านทานมีผลน้อยจนไม่ต้องนำมาคิด การเคลื่อนที่ตามรูปแบบที่วัตถุดังกล่าวเคลื่อนที่ไป จะเรียกว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile Motion) ในกรณีที่แรงต้านทานของอากาศมีผลต่อการเคลื่อนที่เนื่องจากวัตถุเบา หรือเนื่องจากเคลื่อนที่เร็วและมีการหมุน วิถีการเคลื่อนที่จะแตกต่างออกไปจากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แและไม่นับเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกแบดมินตัน ลูกกอล์ฟ ลูกฟุตบอลที่หมุน ฯลฯ

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile Motion) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างอิสระรูปแบบหนึ่ง มีแนวการเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้งซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ โดยมีแรงลัพธ์ในแนวระดับเป็นศูนย์ ทำให้วัตถุมีความเร็วคงที่ในแนวระดับ ส่วนแรงลัพธ์ที่กระทำในแนวดิ่งคือแรงดึงดูดของโลกซึ่งจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ลงในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงที่ ผลรวมของการเคลื่อนที่ทั้งสองแนวจะส่งผลให้แนวทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวิถีโค้งซึ่งจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งพาราโบลา เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เช่น การกระโดดน้ำในแนวเอียงทำมุมกับแนวระดับ การกระโดดค้ำถ่อ การเคลื่อนที่ของลูกเหล็กที่ทุ่มโดยนักกีฬาทุ่มน้ำหนัก ดังภาพ



ภาพที่ 1 การเคลื่อนที่อย่างอิสระเป็นแนวโค้งแบบโพรเจกไทล์ในกีฬาประเภทต่าง ๆ

ใบงานที่ 1

เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ชื่อ-สกุล .....**ชั้น**.....**เลขที่**.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแนวตอบคำถามลงไปในช่องว่างให้สมบูรณ์ถูกต้อง
2. ใช้เวลา 20 นาที

---

1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่แบบใด

   .....

   .....

   .....

2. การยิงลูกบาสเกตบอลให้ลงห่วง เป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์หรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

3. แรงที่กระทำต่อวัตถุ ภายหลังจากเริ่มเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ คือแรงชนิดใด

   .....

   .....

   .....

   .....

4. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในธรรมชาติภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก เป็นการเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลา เสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด

   .....

   .....

   .....

   .....

เฉลยใบงานที่ 1
เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

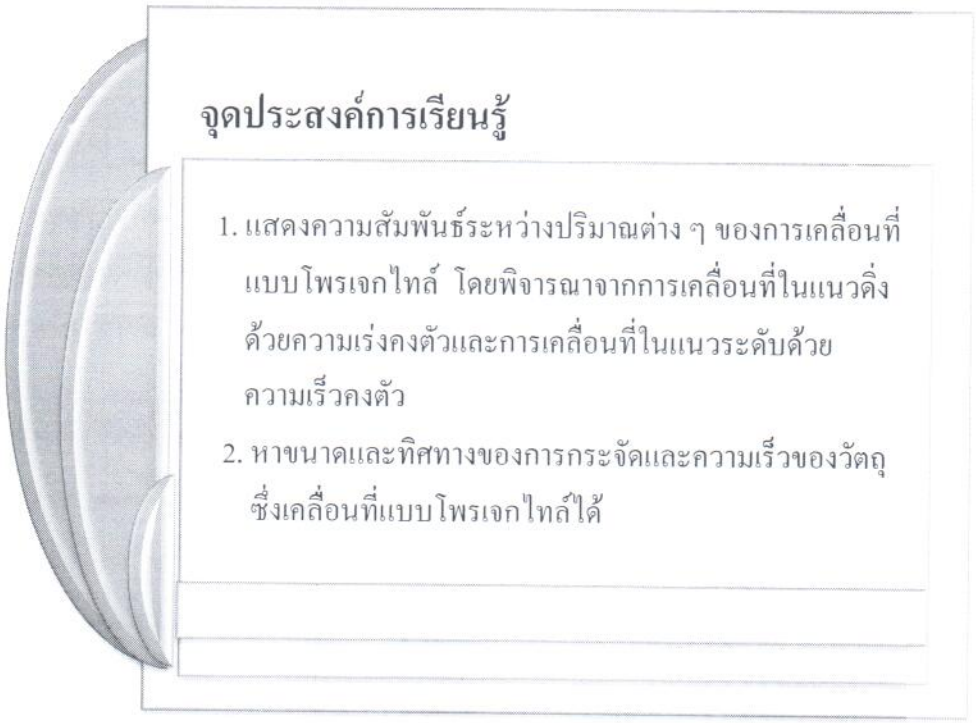
1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีแนวการเคลื่อนที่แบบใด
   <u>แนวตอบ</u> แนวการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งพาราโบลา

2. การยิงลูกบาสเกตบอลให้ลงห่วง เป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์หรือไม่ อย่างไร
   <u>แนวตอบ</u> การเคลื่อนที่ของลูกบาสเกตบอลเป็นการเคลื่อนที่แนวโค้งแบบโพรเจกไทล์ เพราะมีความเร็วแนวทั้งแนวดิ่งและแนวระดับ

3. แรงที่กระทำต่อวัตถุ ภายหลังจากเริ่มเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ คือแรงชนิดใด
   <u>แนวตอบ</u> แรงโน้มถ่วงของโลก

4. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในธรรมชาติภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก เป็นการเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลา เสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด
   <u>แนวตอบ</u> การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก โดยไม่มีแรงต้านของอากาศ วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งพาราโบลา แต่ในธรรมชาติมีแรงต้านของอากาศกระทำต่อวัตถุด้วย จึงมีแนวการเคลื่อนที่แบโค้งแต่ไม่โค้งพาราโบลา

กิจกรรมการทดลองที่ 2
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์กับการตกแบบเสรี



กิจกรรมการทดลองที่ 2
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์กับการตกแบบเสรี

จุดประสงค์

วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวโพรเจกไทล์เปรียบเทียบกับการตกแบบเสรีของวัตถุอีกอันหนึ่งได้

วัสดุ/อุปกรณ์

1. ชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์	1	ชุด
2. ลูกแก้ว	2	ลูก

วิธีทำ

1. ตั้งเสาติดปืนสปริงชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์บนพื้นราบ ปรับปืนสปริงให้อยู่ในแนวราบ วัดความสูงของปืนสปริงจากพื้นได้เป็นระยะการกระจัดในแนวดิ่ง (s_y)
2. ดึงสปริงล็อกไว้ระยะที่ 1 ใส่ลูกแก้วลูกที่ 1 ลงในกระบอกและลูกที่ 2 ใส่ในช่องวางด้านหน้า แล้วปลดล็อกสปริงสังเกตการเคลื่อนที่ของลูกแก้วทั้งสอง บันทึกผลการทดลอง
3. ทำการทดลองซ้ำ แต่ให้เพิ่มแรงยิงโดยเปลี่ยนตำแหน่งสปริงล็อกให้อยู่ในตำแหน่งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง
4. อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 2

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์กับการตกแบบเสรี

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....

สมาชิกในกลุ่ม

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

จุดประสงค์

วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวโพรเจกไทล์เปรียบเทียบกับการตกแบบเสรีของวัตถุอีกอันหนึ่งได้

สมมติฐานการทดลอง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

ผลการทดลอง (3 คะแนน)

ครั้งที่	แนวการเคลื่อนที่		ลูกแก้วตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่
	ลูกแก้วลูกที่ 1	ลูกแก้วลูกที่ 2	
1			
2			
3			

อภิปรายผลการทดลอง (3 คะแนน)

1. เมื่อยิงลูกแก้วด้วยแรงยิงต่าง ๆ กัน แนวการเคลื่อนที่ของลูกแก้วลูกที่ 1 มีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

2. เมื่อยิงลูกแก้วด้วยแรงยิงต่าง ๆ กัน แนวการเคลื่อนที่ของลูกแก้วลูกที่ 2 มีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

3. เมื่อยิงลูกแก้วด้วยแรงยิงต่าง ๆ กัน ลูกแก้วที่ตกในแนวดิ่งใช้เวลาเท่ากับลูกแก้วที่ตกแบบโพรเจกไทล์หรือไม่

   .....

   .....

   .....

   .....

สรุปผลการทดลอง (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

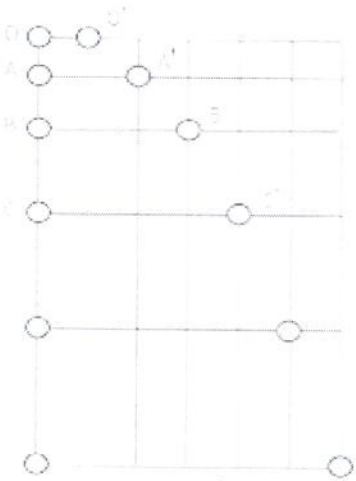
.....

.....

ใบความรู้ที่ 2
เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่ง

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีแนวการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งพาราโบลา โดยวัตถุจะมีการกระจัดทั้งในแนวระดับและแนวดิ่งพร้อมกัน จากการทดลองถ่ายภาพลูกกลมสองลูกที่ถูกทำให้เคลื่อนที่พร้อมกันจากระดับเดียวกัน โดยลูกหนึ่งตกในแนวดิ่ง ขณะเดียวกันดีดอีกลูกหนึ่งให้เคลื่อนที่ในแนวระดับ แล้วบันทึกภาพโดยใช้แสงไฟแฟลชสว่างเป็นจังหวะ แต่ละจังหวะใช้เวลาเท่ากัน ดังภาพที่ 2.1 ก และ ข ลูกกลมเคลื่อนที่ในแนวดิ่งจาก O ถึง A จาก A ถึง B และจาก B ถึง C ใช้เวลาเท่ากัน ในทำนองเดียวกัน ลูกกลมที่เคลื่อนที่ในแนวโค้ง จะเคลื่อนที่จาก O′ ถึง A′ จาก A′ ถึง B′ และจาก B′ ถึง C′ โดยใช้เวลาเท่ากัน

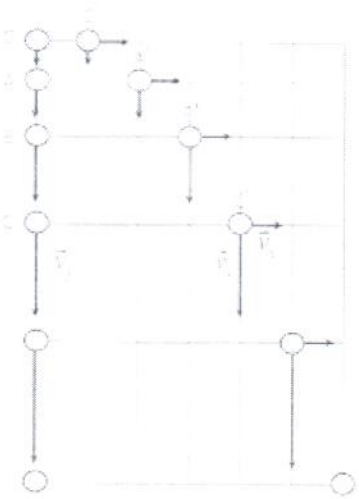
ก. ภาพถ่ายลูกกลม 2 ลูกที่เคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับพร้อมกัน



ข. การกระจัดในแนวดิ่งและการกระจัดในแนวระดับที่ลูกกลมทั้งสองเคลื่อนที่ได้

ภาพที่ 2.1 การเคลื่อนที่ของลูกกลมสองลูก

การศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกแบบเสรี ที่ตำแหน่ง A กับ A′ หรือ B กับ B′ หรือ C กับ C′ วัตถุมีความเร็วในแนวดิ่งเท่ากัน สำหรับวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์นั้น ที่ตำแหน่ง A′ B′ หรือ C′ วัตถุมีความเร็วตามแนวระดับคงตัว และเท่ากันด้วย ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ความเร็วของวัตถุที่ตกในแนวดิ่งและวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

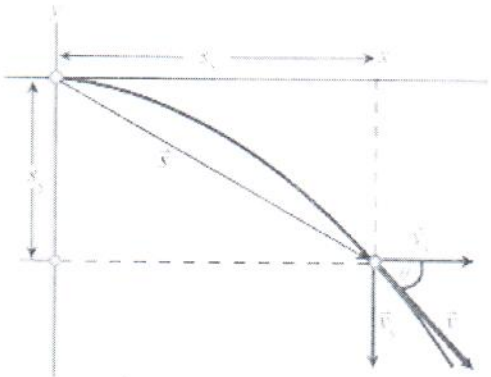
จะเห็นได้ว่า วัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ทั้งในแนวระดับและแนวดิ่งพร้อม ๆ กันและเป็นอิสระต่อกัน การเคลื่อนที่ในแนวระดับจะเหมือนกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว (ความเร่งเป็นศูนย์) ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งจะเหมือนกับการตกแบบเสรีด้วยความเร่งคงตัว การที่มีการเคลื่อนที่ทั้งสองแนวนี้ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งได้

1. การเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่ง

ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จะแยกพิจารณาการเคลื่อนที่ในแนวระดับและการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งออกจากกัน แล้วจึงนำมาพิจารณารวมกันเพื่อหาความเร็วลัพธ์หรือการกระจัดลัพธ์ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังนี้

การเคลื่อนที่ในแนวระดับ

วัตถุซึ่งถูกขว้างออกไปในแนวระดับจะมีความเร็วในแนวระดับคงตัว เพราะว่าแรงลัพธ์ในแนวระดับที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ โดยถือว่าแรงต้านของอากาศมีค่าน้อยมาก จนไม่ต้องนำมาคิด



การกำหนดเครื่องหมายของปริมาณในการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ได้แก่ การกระจัดและความเร็ว กำหนดให้ปริมาณที่มีทิศไปทางขวามีเครื่องหมาย + ส่วนปริมาณที่มีทิศทางลง ได้แก่ การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง มีเครื่องหมาย -

ภาพที่ 2.3 วัตถุเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยเริ่มจากจุดกำเนิดของแกนอ้างอิง xy

จากภาพที่ 2.3 ให้แกน x เป็นแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวระดับ

s_x คือ ขนาดการกระจัดของวัตถุในแนวระดับ

v_x คือ ขนาดความเร็วของวัตถุในแนวระดับซึ่งมีค่าคงตัว

ขนาดการกระจัดของวัตถุในแนวระดับในช่วงเวลา t ได้จากสมการ

$$\boxed{s_x = v_x t} \qquad \text{.....(2.1)}$$

การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบโพรเจกไทล์ในแนวดิ่งจะเหมือนกับการปล่อยวัตถุตกแบบเสรี คือมีความเร็วต้นเป็นศูนย์ และมีความเร่งคงตัว a_y มีค่าเท่ากับความเร่งโน้มถ่วง g ซึ่งมีทิศทางลง

จากภาพที่ 2.3 ให้แกน y เป็นแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวดิ่ง

v_y คือ ขนาดความเร็วในแนวดิ่ง จะหา v_y ที่เวลา t จากเริ่มต้นได้จากสมการ

$$v_y = u_y + a_y t$$

ในที่นี้ $u_y = 0$ และ $a_y = g$

ดังนั้น

$$\boxed{v_y = gt} \qquad \text{.....(2.2)}$$

s_y คือ ขนาดการกระจัดในแนวดิ่ง เมื่อเวลาผ่านไป t จะหา s_y ได้จากสมการ

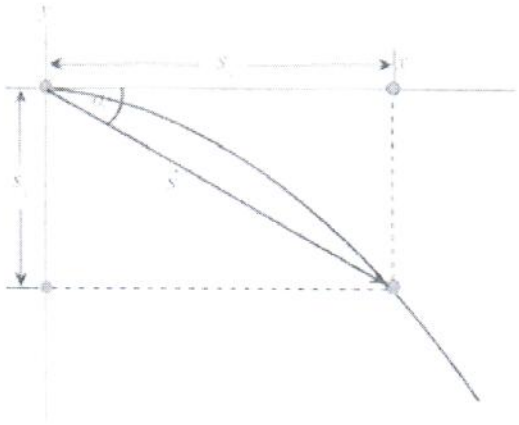
$$s_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

ดังนั้น

$$\boxed{s_y = \frac{1}{2} g t^2} \qquad \text{.....(2.3)}$$

2. การกระจัดและความเร็วของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีการเคลื่อนที่ทั้งในแนวระดับและแนวดิ่งพร้อมกัน ซึ่งสามารถหาขนาดของการกระจัดและขนาดของความเร็วในแนวดิ่งและแนวระดับแยกจากกัน แล้วนำมาคิดรวมกันในภายหลัง เพื่อหาการกระจัดขณะหนึ่งและความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุ ดังนี้



ภาพที่ 2.4 การกระจัดของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ถ้าให้ s_x เป็นขนาดของการกระจัดในแนวระดับของวัตถุวัดจากจุดเริ่มต้น

s_y เป็นขนาดของการกระจัดในแนวดิ่งของวัตถุวัดจากจุดเริ่มต้น

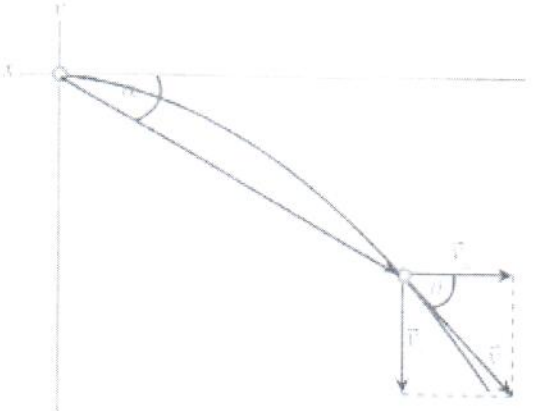
s เป็นขนาดของการกระจัดลัพธ์ของวัตถุซึ่งวัดจากจุดเริ่มต้น

ดังนั้น

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} \qquad \text{.....(2.4)}$$

สำหรับทิศทางของการกระจัดของวัตถุ ถ้าให้มุมที่การกระจัดทำกับแนวแกน + x มีค่า α จะหาได้จาก

$$\tan\alpha = \frac{s_y}{s_x} \qquad \text{.....(2.5)}$$



ภาพที่ 2.5 ความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ความเร็วขณะหนึ่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จะอยู่ในแนวเส้นสัมผัสกับเส้นโค้งพาราโบลาซึ่งหาได้เช่นเดียวกับการกระจัดลัพธ์ จะได้

ขนาดของความเร็ว $$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \qquad \text{.....(2.6)}$$

ทิศทางของความเร็ว หาได้จาก

$$\tan\theta = \frac{v_y}{v_x} \qquad \text{.....(2.7)}$$

เมื่อ v_x เป็นขนาดความเร็วของวัตถุในแนวระดับ

v_y เป็นขนาดความเร็วของวัตถุในแนวดิ่ง

v เป็นขนาดความเร็วลัพธ์ของวัตถุในแนวเส้นสัมผัส

θ เป็นมุมที่ความเร็วลัพธ์ของวัตถุในแนวเส้นสัมผัสกระทำกับแนวระดับ

ใบงานที่ 2

เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่ง

ชื่อ-สกุล .....**ชั้น**.....**เลขที่**.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนตอบคำถามลงไปในช่องว่างให้สมบูรณ์ถูกต้อง
2. ใช้เวลา 20 นาที

---

1. ดีดเหรียญที่วางบนขอบโต๊ะ ถ้าบริเวณนั้นปราศจากสนามโน้มถ่วง แนวการเคลื่อนที่ของเหรียญจะเป็นอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

2. เด็กคนหนึ่งกำลังเล่นรถบังคับด้วยคลื่นวิทยุบนระเบียงบ้านชั้นที่สอง ปรากฏว่ารถพุ่งออกนอกระเบียงตกสู่พื้นข้างล่าง เวลาที่รถตกถึงพื้นขึ้นกับอัตราเร็วขณะหลุดจากขอบระเบียงหรือไม่ เพราะเหตุใด

   .....

   .....

   .....

   .....

3. ก้อนหินถูกขว้างออกจากหน้าผาในแนวระดับด้วยความเร็วต้น 10 เมตรต่อวินาที ก้อนหินตกถึงพื้นในเวลา 8 วินาที ก้อนหินจะตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเท่าใด

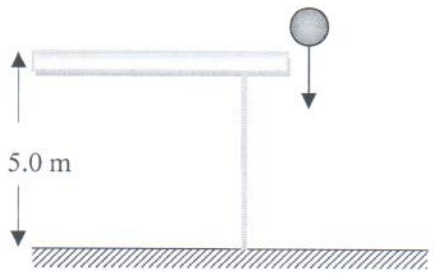
   .....

   .....

   .....

   .....

4. ลูกกลมโลหะลูกหนึ่งตกจากขอบโต๊ะในแนวดิ่งสูง 5.0 เมตร จะกระทบพื้นในเวลานานเท่าใด



.....

.....

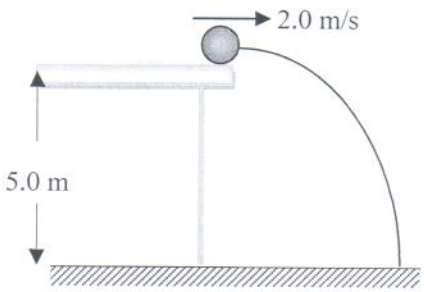
.....

.....

.....

.....

5. ลูกกลมโลหะลูกหนึ่งกลิ้งตกมาในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 2.0 เมตรต่อวินาที แล้วหลุดออกจากขอบโต๊ะสูง 5.0 เมตร



5.1) ลูกกลมโลหะจะตกถึงพื้นในเวลาเท่าใด

5.2) ลูกกลมโลหะจะตกห่างจากขอบโต๊ะเป็นระยะเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ขว้างวัตถุออกไปในแนวระดับด้วยความเร็วต้น 10.0 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 2.0 วินาที จงหา 6.1) การกระจัดของวัตถุ

6.2) ความเร็วของวัตถุ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบงานที่ 2
เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่ง

1. ดีดเหรียญที่วางบนขอบโต๊ะ ถ้าบริเวณนั้นปราศจากสนามโน้มถ่วง แนวการเคลื่อนที่ของเหรียญจะเป็นอย่างไร

   ตอบ ถ้าบริเวณที่ดีดเหรียญปราศจากสนามโน้มถ่วง จะไม่มีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อเหรียญ จึงไม่มีการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง มีแต่การเคลื่อนที่ในแนวระดับ นั่นคือแนวการเคลื่อนที่ของเหรียญจะเป็นเส้นตรงในแนวระดับเท่านั้นและเหรียญมีความเร็วคงตัวในแนวระดับ

2. เด็กคนหนึ่งกำลังเล่นรถบังคับด้วยคลื่นวิทยุบนระเบียงบ้านชั้นที่สอง ปรากฏว่ารถพุ่งออกนอกระเบียงตกสู่พื้นข้างล่าง เวลาที่รถตกถึงพื้นขึ้นกับอัตราเร็วขณะพื้นขอบระเบียงหรือไม่ เพราะเหตุใด

   ตอบ จากสมการ $s_y = \frac{1}{2}gt^2$ *แสดงว่าเวลาที่รถตกถึงพื้นขึ้นกับระยะทางหรือความสูงของระเบียง ดังนั้นเวลาที่รถตกถึงพื้นไม่ขึ้นกับอัตราเร็วขณะพ้นขอบระเบียง*

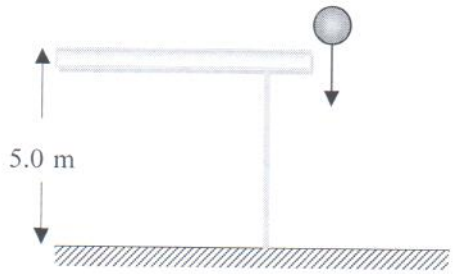
3. ก้อนหินถูกขว้างออกจากหน้าผาในแนวระดับด้วยความเร็วต้น 10 เมตรต่อวินาที ก้อนหินตกถึงพื้นในเวลา 8 วินาที ก้อนหินจะตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเท่าใด

   วิธีทำ จาก $s_x = v_x t$

   $s_x = (10\ m/s)(8\ s) = 80\ m$

   ตอบ ก้อนหินตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเท่ากับ 80 เมตร

4. ลูกกลมโลหะลูกหนึ่งตกจากขอบโต๊ะในแนวดิ่งสูง 5.0 เมตร จะกระทบพื้นในเวลานานเท่าใด



<u>วิธีทำ</u> หาเวลาในการเคลื่อนที่

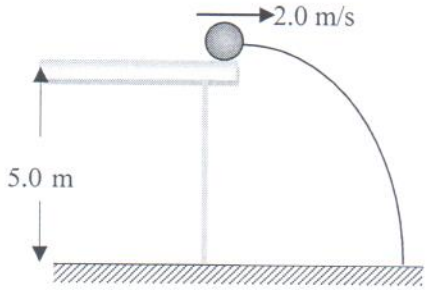
จาก $s_y = \frac{1}{2}gt^2$

$-5.0\ m = -\frac{1}{2}(10\ m/s^2)t^2$

$t = 1\ s$

<u>ตอบ</u> ลูกกลมโลหะจะกระทบพื้นในเวลา 1 วินาที

5. ลูกกลมโลหะลูกหนึ่งกลิ้งตกมาในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 2.0 เมตรต่อวินาที แล้วหลุดออกจากขอบโต๊ะสูง 5.0 เมตร



5.1) ลูกกลมโลหะจะตกถึงพื้นในเวลาเท่าใด

5.2) ลูกกลมโลหะจะตกห่างจากขอบโต๊ะเป็นระยะเท่าใด

<u>วิธีทำ</u> 5.1) หาเวลาที่ลูกกลมโลหะตกถึงพื้น

จาก $s_y = \frac{1}{2}gt^2$

$-5.0\ m = -\frac{1}{2}(10\ m/s^2)t^2$

$t = 1\ s$

<u>ตอบ</u> ลูกกลมโลหะจะกระทบพื้นในเวลา 1 วินาที

5.2) หาระยะที่ลูกกลมโลหะตกห่างจากขอบโต๊ะ

จาก $s_x = v_x t$

$s_x = (2.0m/s)(1.0s)$

$s_x = 2.0\ m$

<u>ตอบ</u> ลูกกลมโลหะจะตกห่างจากขอบโต๊ะเป็นระยะ 2 เมตร

6. ขว้างวัตถุออกไปในแนวระดับด้วยความเร็วต้น 10.0 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาผ่านไป 2.0 วินาที จงหา 6.1) การกระจัดของวัตถุ

6.2) ความเร็วของวัตถุ

<u>วิธีทำ</u>

6.1) การหาการกระจัด ต้องหาขนาดการกระจัดในแนวระดับ s_x และขนาดการกระจัดในแนวดิ่ง s_y ก่อน จากนั้นนำมาหาการกระจัดลัพธ์ ซึ่งต้องหาทั้งขนาดและทิศทาง

หาขนาดการกระจัดในแนวระดับ ได้จาก

$$s_x = v_x t$$

$$s_x = (10.0\ m/s)(2.0\ s) = 20.0\ m$$

หาขนาดการกระจัดในแนวดิ่ง ได้จาก

$$s_y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$s_y = -\frac{1}{2}(10\ m/s^2)(2.0\ s)^2 = -20\ m$$

หาขนาดการกระจัดลัพธ์ (s) ได้จาก

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$$

$$s = \sqrt{(20.0\text{m})^2 + (-20.0\text{m})^2} = 28.3\ m$$

หาทิศทางของการกระจัดลัพธ์ทำมุมกับแนวระดับ ได้จาก

$$\tan\alpha = \frac{s_y}{s_x}$$

$$\tan\alpha = \frac{-20.0\text{m}}{20.0\text{m}} = -1.0$$

(เครื่องหมาย – เป็นผลมาจากวัดมุม θ ไปทางแกน –y)

$$\alpha = -45^\circ$$

<u>ตอบ</u> *การกระจัดของวัตถุเท่ากับ 28.3 เมตร ทำมุมก้ม 45 องศา กับแนวระดับ*

6.2). การหาความเร็ว ต้องหาขนาดความเร็วในแนวระดับ v_x และขนาดความเร็วในแนวดิ่ง v_y ก่อน จากนั้นจึงนำมาหาความเร็วลัพธ์ ซึ่งต้องหาทั้งขนาดและทิศทาง

หาขนาดความเร็วในแนวดิ่ง ได้จาก

$$v_y = u_y + gt$$

$$v_y = 0 - (10\ m/s^2)(2.0\ s) = \quad -20.0\ m/s$$

ขนาดความเร็วในแนวระดับมีค่าคงตัว $v_x = 10.0\ m/s$

หาขนาดความเร็วลัพธ์ของวัตถุ (v) ได้จาก

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v = \sqrt{(10.0\text{m/s})^2 + (-20.0\text{m/s})^2} = 22.4\ m/s$$

และหาทิศทางของความเร็วทำมุม θ กับแนวระดับ ได้จาก

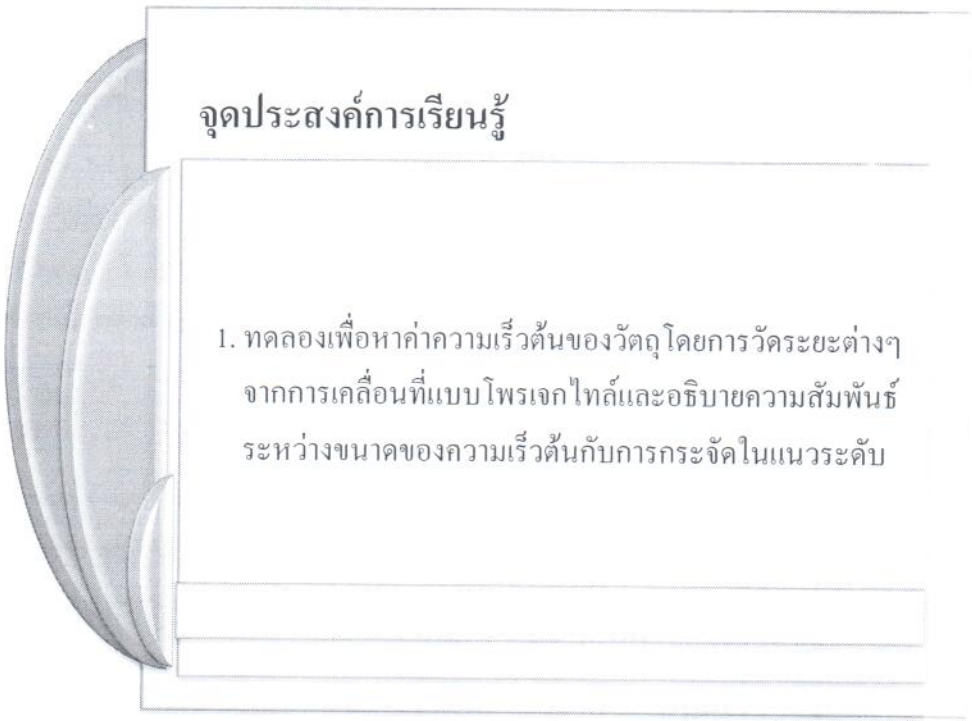
$$\tan\theta = \frac{v_y}{v_x}$$

$$\tan\theta = \frac{-20.0\text{m/s}}{10.0\text{m/s}} = \quad -2.0$$

$$\theta = -63.4^\circ$$

<u>ตอบ</u> ความเร็วของวัตถุเท่ากับ 22.4 เมตรต่อวินาที ทำมุมก้ม 63.4 องศากับแนวระดับ

กิจกรรมการทดลองที่ 3
เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ



กิจกรรมการทดลองที่ 3
เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

จุดประสงค์

ทดลองเพื่อหาค่าความเร็วต้นของวัตถุโดยการวัดระยะต่าง ๆ จากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

วัสดุ/อุปกรณ์

1. ชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์	1	ชุด
2. ลูกแก้ว	1	ลูก
3. สายวัด	1	เส้น

วิธีทำ

1. ตั้งเสาติดปืนสปริงชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์บนพื้นราบ ปรับปืนสปริงให้อยู่ในแนวราบ วัดความสูงของปืนยิงจากพื้นได้เป็นระยะการกระจัดในแนวดิ่ง (s_y)
2. ดึงสปริงล็อกไว้ในระยะที่ 1 ใส่ลูกแก้วลงในกระบอกปืนยิงโพรเจกไทล์ ปลดล็อกสปริงเพื่อยิงลูกแก้ว สังเกตจุดที่ลูกแก้วตกวัดระยะจากตำแหน่งเริ่มต้นของกระสุนตามแนวราบได้การกระจัดในแนวระดับ (s_x) บันทึกผลการทดลอง ทำซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย
3. ทำการทดลองตามข้อ 1-2 แต่เปลี่ยนตำแหน่งสปริงล็อกให้อยู่ในระยะที่ 2 และ 3 ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง
4. คำนวณหาขนาดความเร็วต้นของวัตถุ บันทึกผลการทดลอง
5. อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 3

เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....

สมาชิกในกลุ่ม

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

จุดประสงค์

ทดลองเพื่อหาค่าความเร็วต้นของวัตถุโดยการวัดระยะต่าง ๆ จากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

สมมติฐานการทดลอง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

ผลการทดลอง (3 คะแนน)

การกระจัดในแนวดิ่ง (s_y) = ...เมตร

เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งหมด t = ...

กำหนดให้ $g = 9.8\ m/s^2$

ตำแหน่งล็อกสปริง	**การกระจัดในแนวระดับ (s_x) (เมตร)**				$u = \frac{s_x}{t}$
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**เฉลี่ย**	
ระยะที่ 1					
ระยะที่ 2					
ระยะที่ 3					

อภิปรายผลการทดลอง (3 คะแนน)

1. เพราะเหตุใดในการทดลองจึงต้องเปลี่ยนตำแหน่งสปริงล็อก

.....

.....

.....

2. จงพิสูจน์ว่า $t = \sqrt{\frac{2s_y}{g_y}}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขนาดของความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 3
เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนตอบคำถามลงไปในช่องว่างให้สมบูรณ์ถูกต้อง
2. ใช้เวลา 20 นาที

---

1. การดีดเหรียญออกจากขอบโต๊ะ ถ้าต้องการให้เหรียญเคลื่อนที่ได้ไกล ๆ ขึ้นอยู่กับปริมาณใด เพราะเหตุใด

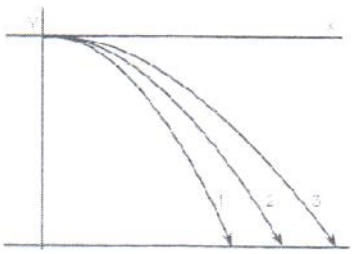
   .....

   .....

   .....

   .....

2. การดีดเหรียญออกจากขอบโต๊ะด้วยแรงในแนวระดับที่มีค่าแตกต่างกัน เส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นดังรูป ความเร็วตามแนวระดับของเหรียญตามเส้นทางทั้งสามเป็นอย่างไร



   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

3. เครื่องบินทิ้งสัมภาระ บินในแนวระดับด้วยความเร็ว 200 เมตรต่อวินาที และสูงจากพื้นดิน 2000 เมตร เมื่อทิ้งสัมภาระลงมา จงหาว่าสัมภาระจะตกไกลจากตำแหน่งที่ทิ้งตามแนวระดับเท่าไร (ไม่คิดแรงต้านอากาศ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

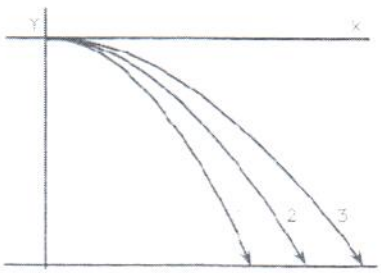
.....

เฉลยใบงานที่ 3
เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

1. การดีดเหรียญออกจากขอบโต๊ะ ถ้าต้องการให้เหรียญเคลื่อนที่ได้ไกล ๆ ขึ้นอยู่กับปริมาณใด เพราะเหตุใด

   <u>ตอบ</u> *วัตถุจะเคลื่อนที่ไปได้ไกลหรือไม่ในแนวระดับขึ้นอยู่กับปริมาณของความเร็วต้นของวัตถุนั้น ตามสมการ* $s_x = u_x t$

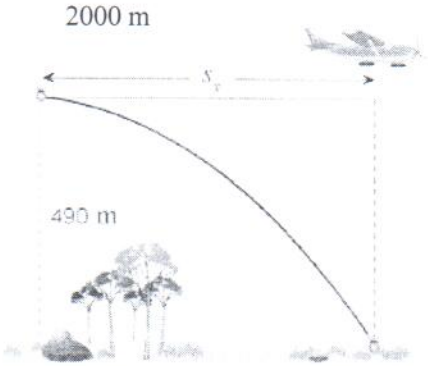
2. การดีดเหรียญออกจากขอบโต๊ะด้วยแรงในแนวระดับที่มีค่าแตกต่างกัน เส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นดังรูป ความเร็วตามแนวระดับของเหรียญตามเส้นทางทั้งสามเป็นอย่างไร



   <u>ตอบ</u> *การดีดเหรียญออกจากขอบโต๊ะด้วยแรงในแนวระดับที่มีค่าแตกต่างกัน จะทำให้ความเร็วตามแนวระดับของเหรียญมีค่าต่างกัน เหรียญที่มีความเร็วต้นในแนวระดับมากกว่าจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางในแนวระดับมากกว่า เนื่องจากเหรียญทั้งสามใช้เวลาในการเคลื่อนที่เท่ากัน ดังนั้นความเร็วตามแนวระดับของเหรียญตามเส้นทาง 3 มากกว่าเส้นทาง 2 และ 1 ตามลำดับ*

3. เครื่องบินทิ้งสัมภาระ บินในแนวระดับด้วยความเร็ว 200 เมตรต่อวินาที และสูงจากพื้นดิน 2000 เมตร เมื่อทิ้งสัมภาระลงมา จงหาว่าสัมภาระจะตกไกลจากตำแหน่งที่ทิ้งตามแนวระดับเท่าไร (ไม่คิดแรงต้านอากาศ)

<u>วิธีทำ</u>



หาเวลาที่ระเบิดตกถึงพื้นดิน ได้จากสมการ

$$s_y = \frac{1}{2}gt^2$$

$$-2000\ m = -\frac{1}{2}(10\text{m/s}^2)t^2$$

$$t^2 = \frac{(2000\text{m})(2)}{10\text{m/s}^2}$$

$$t = 20\ s$$

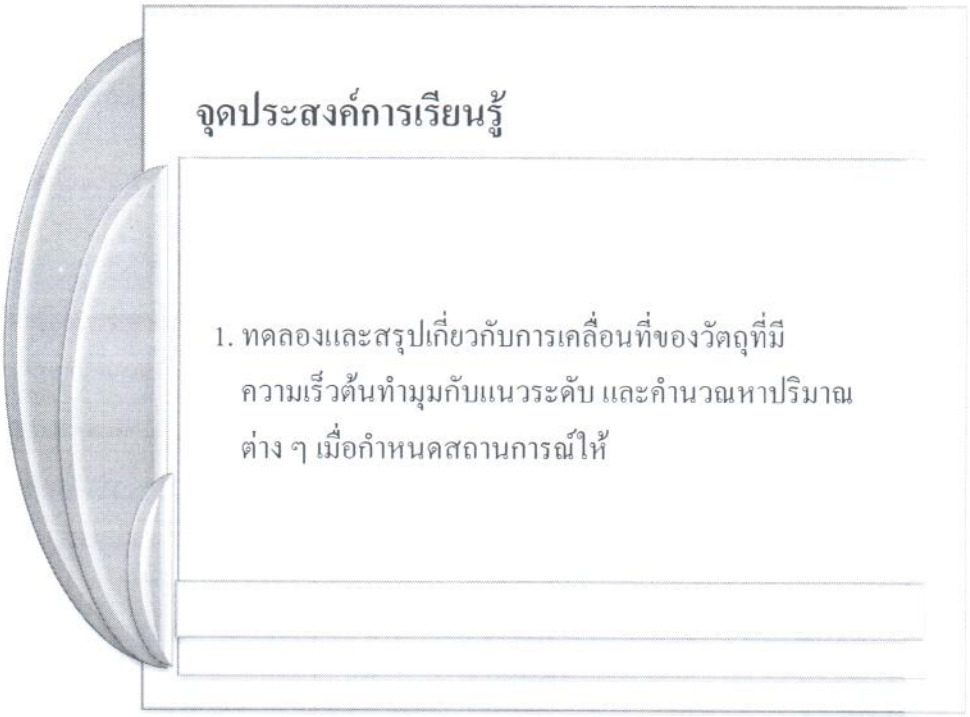
หาระยะทางที่ลูกระเบิดตกในแนวระดับจากสมการ

$$s_x = u_x t$$

$$s_x = (200\text{m/s})(20\text{s}) = 4000\ m$$

<u>ตอบ</u> *ระเบิดตกไกลจากตำแหน่งที่ทิ้งตามแนวระดับ 4000 เมตร*

กิจกรรมการทดลองที่ 4
เรื่อง วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ



กิจกรรมการทดลองที่ 4
เรื่อง วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ

จุดประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่ใช้ในการยิงกับการกระจัดในแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

วัสดุ/อุปกรณ์

1. ชุดเครื่องยิงโพรเจกไทล์	1	ชุด
2. ลูกแก้ว	1	ลูก
3. สายวัด	1	เส้น

วิธีทำ

1. ปรับกระบอกของเครื่องยิงโพรเจกไทล์ให้มุมยิงทำมุม (θ) กับแนวระดับเท่ากับ 20° ใส่ลูกแก้วลงในกระบอกแล้วปลดล็อกปุ่มยิง และวัดการกระจัดในแนวระดับ (s_x) บันทึกผลการทดลอง ทำซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย
2. ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนมุมยิง (θ) เป็น 30°, 45°, 60° และ 70° ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง
3. อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 4

เรื่อง วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....

สมาชิกในกลุ่ม

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

จุดประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่ใช้ในการยิงกับการกระจัดในแนวระดับของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

สมมติฐานการทดลอง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

ผลการทดลอง (3 คะแนน)

มุม(θ)ที่ทำกับแนวระดับ	การกระจัดในแนวระดับ (s_x) (เมตร)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
20°				
30°				
45°				
60°				
70°				

อภิปรายผลการทดลอง (3 คะแนน)

1. มุมที่ความเร็วต้นทำกับแนวระดับ มีผลต่อการกระจัดในแนวระดับหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

2. การกระจัดในแนวระดับมากที่สุด เมื่อทิศของความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับเท่าใด

   .....

   .....

3. มุมที่ทิศของความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับเป็นเท่าใดจะทำให้การกระจัดในแนวระดับมีค่าเท่ากันได้บ้าง และมุมนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

สรุปผลการทดลอง (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

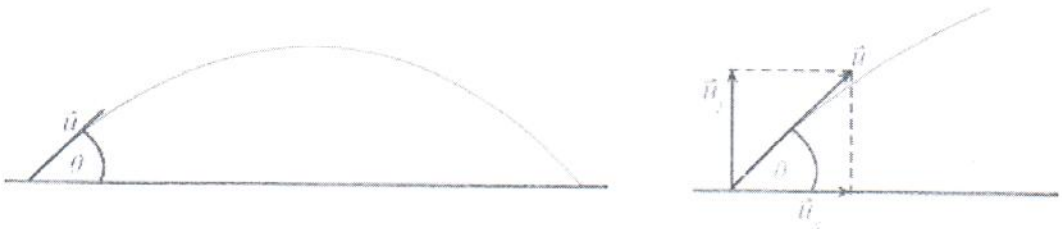
.....

.....

ใบความรู้ที่ 4
เรื่อง วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ

การวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่ผ่านมานั้น วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้นในแนวระดับ ต่อไปเราจะศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่มีความเร็วต้นในทิศทางทำมุมกับแนวระดับ เช่น การพุ่งแหลน การทุ่มน้ำหนัก การกระโดดไกล เป็นต้น

ให้วัตถุเคลื่อนที่ออกจากจุดกำเนิดของระบบแกนมุมฉาก xy ด้วยความเร็วต้น $\vec{u}$ ในทิศทางทำมุม θ กับแนวแกน x หรือพื้นระดับ แนวการเคลื่อนที่จะเป็นเส้นโค้งพาราโบลาคว่ำ ดังภาพที่ 3.1 ก ซึ่งความเร็วต้น $\vec{u}$ แยกเป็นความเร็วในแนวระดับและแนวดิ่ง ดังรูป 3.1 ข การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ในลักษณะนี้ จะแยกออกเป็นการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงตัว $\vec{g}$ และการเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว



ก. ความเร็วต้น ในทิศทางทำมุม θ กับแนวระดับ ข. ความเร็วในแนวระดับและแนวดิ่ง

ภาพที่ 3.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ

การเคลื่อนที่ในแนวระดับ

u_x เป็นขนาดความเร็วต้นในแนวระดับ $u_x = u\cos\theta$

s_x เป็นขนาดการกระจัดในแนวระดับ

t เป็นช่วงเวลาของการเคลื่อนที่

จาก $s_x = u_x t$

จะได้ $\boxed{s_x = (u\cos\theta)t}$ .....(3.1)

ขนาดการกระจัดในแนวระดับ s_x หรือระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในแนวระดับจากเริ่มต้นจนตกถึงพื้นระดับเดิม เรียกว่า **พิสัย** (rang) ของวัตถุ

การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

u_y เป็นขนาดความเร็วต้นในแนวดิ่ง $u_y = u\sin\theta$

a_y เป็นขนาดความเร่งในแนวดิ่ง ซึ่งเท่ากับ g

s_y เป็นขนาดการกระจัดในแนวดิ่ง

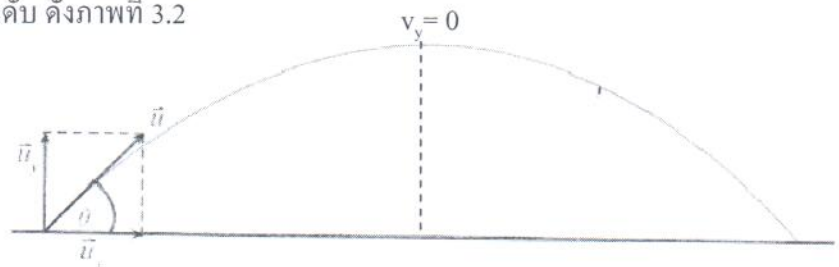
t เป็นช่วงเวลาของการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งซึ่งเท่ากับช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในแนวระดับ

การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งจะมีปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ทั้งขึ้นและลง ได้แก่ ความเร็ว ความเร่ง และการกระจัด จึงกำหนดให้ปริมาณที่มีทิศทางขึ้นมีเครื่องหมาย เป็น + และปริมาณที่มีทิศทางลงมีเครื่องหมาย -

จาก $$s_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

จะได้ $$\boxed{s_y = (u \sin \theta)\, t + \frac{1}{2} g t^2}$$

พิจารณาการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งถูกขว้างออกไปด้วยความเร็วต้น $\vec{u}$ ในทิศทางทำมุม θ กับแนวระดับ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ถูกขว้างออกไปด้วยความเร็วต้น $\vec{u}$ ในทิศทางทำมุม θ กับแนวระดับ

<u>หาเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ทั้งหมด</u>

ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในแนวระดับ จะเป็น

$$s_x = u_x t = (u \cos \theta)\, t$$

t เป็นช่วงเวลาที่วัตถุตกถึงพื้นจากการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวดิ่ง หาได้จาก

$$s_y = (u \sin \theta)\, t + \frac{1}{2}(-g) t^2$$

พิจารณาเมื่อวัตถุตกถึงพื้น $s_y = 0$ จะได้

$$0 = (u \sin \theta - \frac{1}{2} g t)\, t$$

ดังนั้น $t = 0$ และ $t = \frac{2u\sin\theta}{g}$

แต่ $t = 0$ เป็นเวลาขณะที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ ดังนั้นช่วงเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่จนกระทั่งตกถึงพื้น จึงเป็น

$$\boxed{t = \frac{2u\sin\theta}{g}} \qquad \text{.....(3.2)}$$

หรือพิจารณาจากความเร็วในแนวดิ่ง

$$v_y = u_y + a_y t$$

ที่จุดสูงสุด $v_y = 0$ จะได้

$$0 = u \sin \theta - gt$$

$$gt = u \sin \theta$$

$$t = \frac{u\sin\theta}{g} \qquad \text{.....(3.3)}$$

เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ในแนวดิ่ง เท่ากับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในแนวระดับทั้งหมด ได้เป็น

$$\boxed{t = \frac{2u\sin\theta}{g}} \qquad \text{.....(3.4)}$$

จะได้ว่า ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในแนวระดับเริ่มต้นจนตกถึงพื้นระดับเดิมหรือพิสัยของวัตถุ มีค่าเป็น

$$s_x = (u \cos \theta)t$$

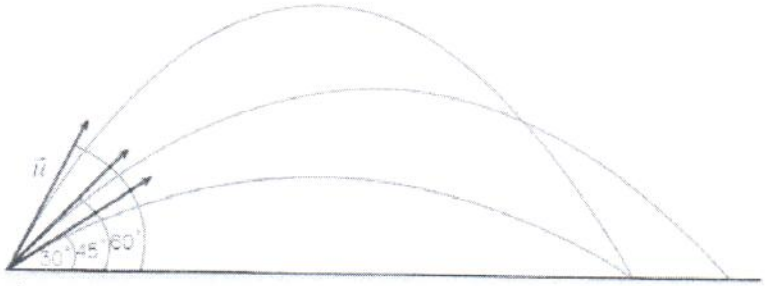
$$s_x = (u \cos \theta)\left(\frac{2u\sin\theta}{g}\right)$$

$$s_x = \frac{u^2}{g}(2 \sin\theta \quad \cos\theta)$$

จากความรู้ทางตรีโกณมิติ $2 \sin\theta \cos\theta = \sin 2\theta$

ดังนั้น $$\boxed{s_x = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}} \qquad \text{.....(3.5)}$$

จากสมการ (3.5) จะเห็นได้ว่า ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในแนวระดับ (s_x) จะขึ้นอยู่กับความเร็วต้น (u) และมุมที่ขว้างวัตถุออกไป (θ) ถ้าต้องการขว้างวัตถุให้ได้ระยะทางในแนวระดับไกลที่สุดด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่ง จะต้องขว้างวัตถุในทิศทางที่ทำมุมกับแนวระดับที่เหมาะสมค่าหนึ่งซึ่งทำให้ $\sin 2\theta$ มีค่ามากที่สุด เนื่องจาก $\sin 2\theta$ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1 ซึ่งเป็นค่าของ $\sin 90°$ ดังนั้น จะได้ $2\theta = 90°$ หรือ $\theta = 45°$



ภาพที่ 3.3 พิสัยของวัตถุที่ถูกขว้างออกไปด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่ง แต่มุมต่างกัน

นั่นคือ การขว้างวัตถุด้วยอัตราเร็วคงตัวค่าหนึ่งในทิศทางทำมุมกับแนวระดับต่าง ๆ กัน เมื่อขว้างวัตถุในทิศทางทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ วัตถุจะเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางไกลที่สุดในแนวระดับเมื่อตกถึงพื้น ทั้งนี้ไม่คิดแรงต้านจากอากาศ และการเคลื่อนที่ของวัตถุไม่มีการหมุน และเมื่อขว้างวัตถุขึ้นในทิศทำมุมกับแนวระดับ θ กับ $90° - \theta$ ด้วยความเร็วต้นเท่ากัน วัตถุจะไปได้ไกลเท่ากันเสมอ หรือกล่าวได้ว่าเมื่อยิงวัตถุด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่ง ด้วยมุมประกอบ 1 มุมฉาก จะทำให้ได้ระยะทางตามแนวระดับเท่ากัน

ใบงานที่ 4

เรื่อง วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนตอบคำถามลงไปในช่องว่างให้สมบูรณ์ถูกต้อง
2. ใช้เวลา 20 นาที

---

1. ในการทุ่มน้ำหนักหรือพุ่งแหลนด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่ง เพื่อให้ได้ขนาดการกระจัดในแนวระดับไกลที่สุด มุมระหว่างทิศทางของความเร็วต้นกับแนวระดับจะมีขนาดกี่องศา

   .....

   .....

   .....

2. ในการยิงลูกหินก้อนหนึ่งจากพื้นทำมุม 60 องศากับแนวระดับ พบว่าลูกหินตกห่างจากจุดยิงระยะห่าง 5 เมตร โดยใช้เวลา 2 วินาที ถ้ายิงลูกหินนี้ทำมุม 30 องศากับแนวระดับด้วยความเร็วต้นคงเดิม จะทำให้ลูกหินตกห่างจากจุดยิงระยะห่างเท่าใด

   .....

   .....

   .....

   .....

3. นักกรีฑาขว้างค้อนมีความสามารถเหวี่ยงค้อนได้ในอัตราสูงสุด 5 เมตรต่อวินาที เขาจะสามารถขว้างค้อนไปได้ไกลสุดห่างจากจุดที่เขายืนอยู่กี่เมตร ถ้าไม่คิดแรงเสียดทานอากาศและความสูงของนักกรีฑา

   .....

   .....

   .....

   .....

4. ขีปนาวุธถูกยิงจากพื้นดินด้วยความเร็ว 60 เมตรต่อวินาที ในทิศทำมุม 30 องศากับแนวระดับ ขีปนาวุธนั้นลอยอยู่ในอากาศเป็นเวลานานเท่าใดจึงจะตกถึงพื้น และขณะที่อยู่ตรงจุดสูงสุดนั้นสูงจากพื้นดินเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบงานที่ 4
เรื่อง วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ

1. ในการทุ่มน้ำหนักหรือพุ่งแหลนด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่ง เพื่อให้ได้ขนาดการกระจัดในแนวระดับไกลที่สุด มุมระหว่างทิศทางของความเร็วต้นกับแนวระดับจะมีขนาดกี่องศา

   <u>ตอบ</u> จากสมการ $s_x = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

   ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในแนวระดับ (s_x) จะขึ้นอยู่กับความเร็วต้น (u) และมุมที่ขว้างวัตถุออกไป(θ) ถ้าต้องการขว้างวัตถุให้ได้ระยะทางในแนวระดับไกลที่สุดด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่ง จะต้องขว้างวัตถุในทิศทางที่ทำมุมกับแนวระดับที่เหมาะสมค่าหนึ่งซึ่งทำให้ $\sin 2\theta$ มีค่ามากที่สุด เนื่องจาก $\sin 2\theta$ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1 ซึ่งเป็นค่าของ $\sin 90°$ ดังนั้น จะได้ $2\theta = 90°$ หรือ $\theta = 45°$

2. ในการยิงลูกหินก้อนหนึ่งจากพื้นทำมุม 60 องศากับแนวระดับ พบว่าลูกหินตกห่างจากจุดยิงปืนระยะห่าง 5 เมตร โดยใช้เวลา 2 วินาที ถ้ายิงลูกหินนี้ทำมุม 30 องศากับแนวระดับด้วยความเร็วต้นคงเดิม จะทำให้ลูกหินตกห่างจากจุดยิงปืนระยะห่างเท่าใด

   <u>ตอบ</u> *เนื่องจากมุม 60 องศา กับ 30 องศา เป็นมุมประกอบ 1 มุมฉาก ซึ่งจะพบว่าถ้าเมื่อยิงวัตถุด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่ง ด้วยมุมประกอบ 1 มุมฉาก จะทำให้ได้ระยะทางตามแนวระดับเท่ากัน ดังนั้นถ้ายิงลูกหินนี้ทำมุม 30 องศากับแนวระดับด้วยความเร็วต้นคงเดิม จะทำให้ลูกหินตกห่างจากจุดยิงปืนเป็นระยะ 5 เมตร*

3. นักกรีฑาขว้างค้อนมีความสามารถเหวี่ยงค้อนได้ในอัตราสูงสุด 5 เมตรต่อวินาที เขาจะสามารถขว้างค้อนไปได้ไกลสุดห่างจากจุดที่เขายืนอยู่กี่เมตร ถ้าไม่คิดแรงเสียดทานอากาศและความสูงของนักกรีฑา

   <u>ตอบ</u> จากสมการ $s_x = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

   เนื่องจาก $\sin 2\theta$ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1 ดังนั้น การกระจัดในแนวระดับไกลสุด

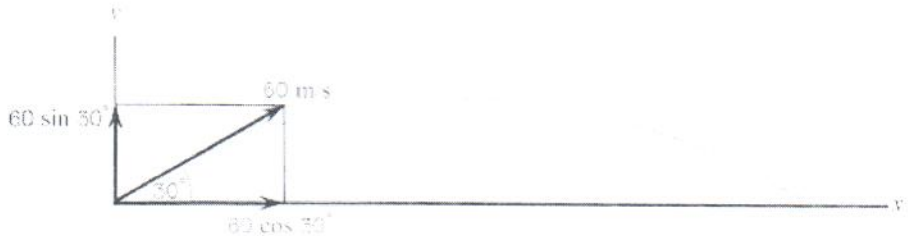
จะได้ $s_x = \frac{u^2}{g}$

$s_x = \frac{(5\text{m/s})^2}{9.8\text{m/s}^2} = 2.55\ m$

ดังนั้น นักกรีฑาขว้างค้อนสามารถเหวี่ยงค้อนได้ไกลสุดห่างจากจุดที่เขายืน 2.55 เมตร

4. ขีปนาวุธถูกยิงจากพื้นดินด้วยความเร็ว 60 เมตรต่อวินาที ในทิศทำมุม 30 องศากับแนวระดับ ขีปนาวุธนั้นลอยอยู่ในอากาศเป็นเวลานานเท่าใดจึงจะตกถึงพื้น และขณะที่อยู่ตรงจุดสูงสุดนั้นสูงจากพื้นดินเท่าใด

<u>วิธีทำ</u> *เขียนภาพการเคลื่อนที่ของขีปนาวุธ ได้ดังนี้*



หาเวลาที่วัตถุอยู่ในอากาศ จาก

$s_y = u_y t + \frac{1}{2} g t^2$

$s_y = (u \sin \theta)\, t + \frac{1}{2} g t^2$

$0 = (60\ m/s \sin 30^\circ)t - \frac{1}{2}(9.8\text{m/s}^2)\, t^2$

$t = 6.1\ s$

<u>ตอบ</u> *ขีปนาวุธลอยอยู่ในอากาศเป็นเวลา 2.5 วินาที*

หาความสูงขณะอยู่ที่จุดสูงสุด

$v_y^2 = u_y^2 + 2gs_y$

$0 = (30\text{m/s})^2 - (2)(9.8\text{m/s}^2)s_y$

$s_y = 46\ m$

<u>ตอบ</u> *ขีปนาวุธจะขึ้นไปได้สูงสุดจากพื้น 46 เมตร*

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เวลา 8 ชั่วโมง
เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เวลา 2 ชั่วโมง

---

1. สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile Motion) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างอิสระรูปแบบหนึ่ง มีแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวิถีโค้งซึ่งจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งพาราโบลา

2. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สาระการเรียนรู้

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางเป็นพาราโบลา ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับพร้อมกัน การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้มีความเร่งคงตัว ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วคงตัว

4. ผลการเรียนรู้

วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

2. ทดลองเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และสรุปได้ว่าแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นเส้นโค้งพาราโบลา

6. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมเกี่ยวกับ เรื่อง การเคลื่อนที่ เช่น
   - การเคลื่อนที่ในแนวตรงมีลักษณะอย่างไร
   - การตกแบบเสรี คืออะไร
   - การเคลื่อนที่ใน 1 มิติ และ 2 มิติ ของวัตถุ แตกต่างกันอย่างไร
2. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ที่นักเรียนรู้จัก

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

1. ครูให้นักเรียนดูวีดิโอการยิงปืนใหญ่ของทหาร
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ โดยครูยังไม่สรุปว่าถูกหรือผิดอย่างไร เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าความรู้ในกิจกรรมขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

1. นักเรียนส่งตัวแทนออกมารับใบกิจกรรมการทดลองและแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทดลองตามรายละเอียดในใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และสมาชิกร่วมกันศึกษาขั้นตอนการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน บันทึกผลการทดลองที่ได้ในแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1
3. ขณะนักเรียนทำกิจกรรม ครูเดินดูแต่ละกลุ่มเพื่อให้คำปรึกษา แนะนำในประเด็นที่นักเรียนไม่เข้าใจ และสังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรมและพฤติกรรมการทำงานของแต่ละกลุ่ม
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ผลการทำกิจกรรม โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและสรุปผลการทำกิจกรรมได้ว่าการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางเป็นพาราโบลา
2. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กันในกลุ่ม
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปว่า การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางเป็นพาราโบลา

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาและตอบคำถามใบงานที่ 1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

2. นักเรียนส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. ครูเฉลยใบงาน นักเรียนตรวจสอบคำตอบในใบงาน

2. ครูประเมินผลงานจากใบงานและแบบบันทึกกิจกรรม

3. ครูสังเกตความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่พบในชีวิตประจำวัน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับตัวอย่างที่นักเรียนนำเสนอเพื่อสรุปว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์หรือไม่ เพราะเหตุใด

7. สื่อการเรียนรู้

1. ชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์
2. ลูกแก้ว
3. กระดาษกราฟ
4. สายวัด
5. วีดิโอเกี่ยวกับการยิงปืนใหญ่ของทหาร
6. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
7. แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 1
8. ใบความรู้ที่ 1
9. ใบงานที่ 1
10. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 (สสวท.)

8. แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องเรียน
2. ห้องสมุด
3. อินเตอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

9.1 วิธีการวัด

1. สังเกตพฤติกรรม
2. การนำเสนอผลงานจากกิจกรรม/ใบงาน
3. การตอบคำถามจากใบงาน

9.2 เครื่องมือวัด

1. แบบประเมินการทำงานกลุ่ม
2. แบบบันทึกกิจกรรม
3. ใบงาน

9.3 เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 75 ของแต่ละแบบประเมิน

10. บันทึกผลหลังการสอน

10.1 ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนและศักยภาพที่พัฒนาแล้ว

.....

.....

.....

.....

10.2 การประเมินผลการสอนของตนเอง

จุดเด่น คือ.....

.....

จุดด้อย คือ.....

.....

ควรปรับปรุง คือ.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางหทัยกาญจน์ ยานสว่าง)

ครูผู้สอนและบันทึก

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เวลา 8 ชั่วโมง
เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่ง เวลา 2 ชั่วโมง

---

1. สาระสำคัญ

วัตถุซึ่งถูกขว้างออกไปในแนวระดับจะมีความเร็วในแนวระดับคงตัว เพราะว่าแรงลัพธ์ในแนวระดับที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ โดยถือว่าแรงต้านของอากาศมีค่าน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบโพรเจกไทล์ในแนวดิ่งจะเหมือนกับการปล่อยวัตถุตกแบบเสรี คือมีความเร็วต้นเป็นศูนย์ และมีความเร่งคงตัวมีค่าเท่ากับความเร่งโน้มถ่วง g ซึ่งมีทิศทางลง

2. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สาระการเรียนรู้

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางเป็นพาราโบลา ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับพร้อมกัน การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้มีความเร่งคงตัว ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วคงตัว

4. ผลการเรียนรู้

วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยพิจารณาจากการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงตัวและการเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว
2. หาขนาดและทิศทางของการกระจัดและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้

6. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมเกี่ยวกับ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้คำถาม ดังนี้

- การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีแนวการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร
- แนวการเคลื่อนที่ของโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ เพราะอะไร

2. ครูประเมินว่านักเรียนมีความรู้เดิมในเรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มากน้อยเพียงใดจากการตอบคำถามของนักเรียน เพื่อดำเนินการขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

1. ครูให้ตัวแทนนักเรียนมาแสดงการดีดเหรียญโดยนำเหรียญขนาดเท่ากันสองเหรียญวางเหรียญแรกที่ขอบโต๊ะ วางอีกเหรียญบนไม้บรรทัดกดปลายด้านหนึ่งของไม้บรรทัดไว้ ใช้ไม้บรรทัดอีกอันเคาะปลายไม้บรรทัดที่ยื่นพ้นขอบโต๊ะโดยเร็ว ให้นักเรียนทุกคนสังเกตการเคลื่อนที่ของเหรียญทั้งสอง

2. ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเหรียญทั้งสอง โดยครูยังไม่สรุปว่าถูกหรือผิดอย่างไร เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าความรู้ในกิจกรรมขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

1. นักเรียนส่งตัวแทนออกมรับใบกิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์กับการตกแบบเสรี

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทดลองตามรายละเอียดในใบกิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์กับการตกแบบเสรี และสมาชิกร่วมกันศึกษาขั้นตอนการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน บันทึกผลการทดลองที่ได้ในแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 2

3. ขณะนักเรียนทำกิจกรรม ครูเดินดูแต่ละกลุ่มเพื่อให้คำปรึกษา แนะนำในประเด็นที่นักเรียนไม่เข้าใจ และสังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรมและพฤติกรรมการทำงานของแต่ละกลุ่ม

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ผลการทำกิจกรรม โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนคิด

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ และสรุปผลการทำกิจกรรมได้ว่า วัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวโพรเจกไทล์กับวัตถุที่ตกแบบเสรีจะตกถึงพื้นพร้อมกันไม่ว่าจะออกแรงกระทำเท่าใดก็ตาม

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

1. ครูให้นักเรียนพิจารณาการเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่งตามใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่ง

2. ครูนำอภิปราย เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยพิจารณาจากการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร่งคงตัวและการเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็วคงตัว และการหาขนาดและทิศทางของการกระจัดและความเร็วของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ตามใบความรู้ที่ 2

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย ครูสรุปเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาและตอบคำถามใบงานที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่ง

2. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนควรรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่ง

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. ครูประเมินผลงานจากใบงานและแบบบันทึกกิจกรรม

2. ครูสังเกตความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

1. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียน เช่น สถานการณ์เครื่องบินที่บินในแนวระดับแล้วทิ้งถุงสัมภาระลงมา

2. นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเชื่อมโยงความรู้กับเหตุการณ์ที่ครูยกตัวอย่าง

7. สื่อการเรียนรู้

1. ชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์
2. ลูกแก้ว
3. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์กับการตกแบบเสรี
4. แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 2
5. ใบความรู้ที่ 2
6. ใบงานที่ 2
7. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 (สสวท.)

8. แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องเรียน
2. ห้องสมุด
3. อินเตอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

9.1 วิธีการวัด

1. สังเกตพฤติกรรม
2. การนำเสนอผลงานจากกิจกรรม/ใบงาน
3. การตอบคำถามจากใบงาน

9.2 เครื่องมือวัด

1. แบบประเมินการทำงานกลุ่ม
2. แบบบันทึกกิจกรรม
3. ใบงาน

9.3 เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 75 ของแต่ละแบบประเมิน

10. บันทึกผลหลังการสอน

10.1ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนและศักยภาพที่พัฒนาแล้ว

.....

.....

.....

.....

10.2 การประเมินผลการสอนของตนเอง

จุดเด่น คือ.....

.....

จุดด้อย คือ.....

.....

ควรปรับปรุง คือ.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางหทัยกาญจน์ ยานสว่าง)

ครูผู้สอนและบันทึก

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เวลา 8 ชั่วโมง
เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ เวลา 2 ชั่วโมง

---

1. สาระสำคัญ

วัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับพร้อมกัน การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้มีความเร่งคงตัว ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วคงตัว

วัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จะเคลื่อนที่ไปได้ไกลหรือไม่ในแนวระดับขึ้นอยู่กับปริมาณของความเร็วต้นของวัตถุนั้น ตามสมการ $s_x = u_x t$

2. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สาระการเรียนรู้

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางเป็นพาราโบลา ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับพร้อมกัน การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้มีความเร่งคงตัว ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วคงตัว

4. ผลการเรียนรู้

วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองเพื่อหาค่าความเร็วต้นของวัตถุโดยการวัดระยะต่างๆ จากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

6. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้คำถาม ดังนี้

- ให้นักเรียนเปรียบเทียบการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์กับการตกแบบเสรี
- การเคลื่อนที่ในแนวระดับของโพรเจกไทล์มีลักษณะเป็นอย่างไร
- การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของโพรเจกไทล์มีลักษณะเป็นอย่างไร

2. ครูประเมินว่านักเรียนมีความรู้เดิมในเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มากน้อยเพียงใดจากการตอบคำถามของนักเรียน เพื่อดำเนินการขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

1. ครูให้ตัวแทนนักเรียน 3 คน แข่งดีดเหรียญจากบนขอบโต๊ะหน้าชั้นเรียน

2. ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับระยะที่เหรียญตกว่าขึ้นอยู่กับปัจจัยใด โดยครูยังไม่สรุปว่าถูกหรือผิดอย่างไร เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าความรู้ในกิจกรรมขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

1. นักเรียนส่งตัวแทนออกมรับใบกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทดลองตามรายละเอียดในใบกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวดิ่ง และสมาชิกร่วมกันศึกษาขั้นตอนการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน บันทึกผลการทดลองที่ได้ในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3

3. ขณะนักเรียนทำกิจกรรม ครูเดินดูแต่ละกลุ่มเพื่อให้คำปรึกษา แนะนำในประเด็นที่นักเรียนไม่เข้าใจ และสังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรมและพฤติกรรมการทำงานของแต่ละกลุ่ม

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ผลการทำกิจกรรม โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนคิด

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ และสรุปผลการทำกิจกรรมได้ว่า วัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จะเคลื่อนที่ไปได้ไกลหรือไม่ในแนวระดับขึ้นอยู่กับความเร็วต้นของวัตถุ

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับขนาดของความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

2. ครูนำอภิปราย เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับตามสมการ $s_x = u_x t$

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย ครูสรุปเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาและตอบคำถามใบงานที่ 3 เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนควรรู้เกี่ยวกับความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. ครูประเมินผลงานจากใบงานและแบบบันทึกกิจกรรม

2. ครูสังเกตความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

1. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียน เช่น การยิงหนังสติ๊กให้ได้ระยะไกล ๆ ต้องทำอย่างไร นักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุป

7. สื่อการเรียนรู้

1. ชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์
2. ลูกแก้ว
3. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ
4. แบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 3
5. ใบงานที่ 3
6. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 (สสวท.)

8. แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องเรียน
2. ห้องสมุด
3. อินเตอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

9.1 วิธีการวัด

1. สังเกตพฤติกรรม
2. การนำเสนอผลงานจากกิจกรรม/ใบงาน
3. การตอบคำถามจากใบงาน

9.2 เครื่องมือวัด

4. แบบประเมินการทำงานกลุ่ม

5. แบบบันทึกกิจกรรม

6. ใบงาน

9.3 เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 75 ของแต่ละแบบประเมิน

10. บันทึกผลหลังการสอน

10.1 ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนและศักยภาพที่พัฒนาแล้ว

.....

.....

.....

.....

10.2 การประเมินผลการสอนของตนเอง

จุดเด่น คือ.....

.....

จุดด้อย คือ.....

.....

ควรปรับปรุง คือ.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางหทัยกาญจน์ ยานสว่าง)

ครูผู้สอนและบันทึก

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เวลา 8 ชั่วโมง
เรื่อง วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ เวลา 2 ชั่วโมง

---

1. สาระสำคัญ

การขว้างวัตถุด้วยอัตราเร็วคงตัวค่าหนึ่งในทิศทางทำมุมกับแนวระดับต่าง ๆ กัน เมื่อขว้างวัตถุในทิศทางทำมุม 45 องศากับแนวระดับ วัตถุจะเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางไกลที่สุดในแนวระดับเมื่อตกถึงพื้น และเมื่อขว้างวัตถุขึ้นในทิศทำมุมกับแนวระดับ θ กับ $90° - \theta$ ด้วยความเร็วต้นเท่ากันวัตถุจะไปได้ไกลเท่ากันเสมอ ทั้งนี้ไม่คิดแรงต้านจากอากาศ และการเคลื่อนที่ของวัตถุไม่มีการหมุน

2. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สาระการเรียนรู้

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเส้นทางเป็นพาราโบลา ประกอบด้วยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวระดับพร้อมกัน การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกทำให้มีความเร่งคงตัว ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วคงตัว

4. ผลการเรียนรู้

วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

6. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมเกี่ยวกับ การแยกเวกเตอร์ที่ทำมุม θ กับแนวระดับ ใช้คำถาม ดังนี้

- ถ้ามีเวกเตอร์ใด ๆ หนึ่งเวกเตอร์ เราสามารถแยกเวกเตอร์ให้เป็นเวกเตอร์ย่อยสองเวกเตอร์ที่ตั้งฉากกันได้อย่างไร

2. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว

- ให้นักเรียนบอกสมการสำหรับคำนวณปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวระดับของโพรเจกไทล์
- ให้นักเรียนบอกสมการสำหรับคำนวณปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของโพรเจกไทล์

3. ครูประเมินว่านักเรียนมีความรู้เดิมในเรื่อง เวกเตอร์และการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มากน้อยเพียงใดจากการตอบคำถามของนักเรียน เพื่อดำเนินการขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

1. ครูให้นักเรียนชมวีดิโอการเตะลูกฟุตบอล เรื่อง The best curve shots in the world

2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเตะลูกฟุตบอลในวีดิทัศน์ โดยครูยังไม่สรุปว่าถูกหรือผิดอย่างไร เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าความรู้ในกิจกรรมขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

1. นักเรียนส่งตัวแทนออกมรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยบัตรคำสั่ง ใบกิจกรรม แบบบันทึกกิจกรรม ใบความรู้ และใบงาน

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทดลองตามรายละเอียดในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ และสมาชิกร่วมกันศึกษาขั้นตอนการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน บันทึกผลการทดลองที่ได้ในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3

3. ขณะนักเรียนทำกิจกรรม ครูเดินดูแต่ละกลุ่มเพื่อให้คำปรึกษา แนะนำในประเด็นที่นักเรียนไม่เข้าใจ และสังเกตความสนใจในการร่วมกิจกรรมและพฤติกรรมการทำงานของแต่ละกลุ่ม

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ผลการทำกิจกรรม โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนคิด

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ และสรุปผลการทำกิจกรรมได้ว่า เมื่ออัตราเร็วคงตัวค่าหนึ่ง วัตถุจะเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางไกลที่สุดในแนวระดับ เมื่อทิศทางความเร็วต้นทำมุม 45 องศากับแนวระดับ และเมื่อทิศของความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ θ กับ $90° - \theta$ วัตถุจะไปได้ไกลเท่ากันเสมอ

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติม และให้ความรู้ตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 4 เรื่อง วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ตามแนวระดับและแนวดิ่งได้

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย ครูสรุปเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาและตอบคำถามใบงานที่ 4 เรื่อง ความเร็วต้นกับการกระจัดในแนวระดับ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนควรรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. ครูประเมินผลงานจากใบงานและแบบบันทึกกิจกรรม

2. ครูสังเกตความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

1. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์ประจำวัน เช่น

   - นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในเรื่องใดได้บ้าง และนำไปใช้อย่างไร

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และการเชื่อมโยงความรู้กับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน

7. สื่อการเรียนรู้

1. ชุดทดลองยิงโพรเจกไทล์
2. ลูกแก้ว
3. วีดิโอ เรื่อง The best curve shots in the world

4. กิจกรรมการทดลองที่ 4 เรื่อง วัตถุที่มีความเร็วต้นทำมุมกับแนวระดับ
5. ใบความรู้ที่ 4
6. ใบงานที่ 4
7. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 (สสวท.)

8. แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องเรียน
2. ห้องสมุด
3. อินเตอร์เน็ต

9. การวัดและประเมินผล

9.1 วิธีการวัด

1. การนำเสนอผลงานจากกิจกรรม/ใบงาน
2. การตอบคำถามจากใบงาน

9.2 เครื่องมือวัด

1. แบบบันทึกกิจกรรม
2. ใบงาน

9.3 เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 75 ของแต่ละแบบประเมิน

10. บันทึกผลหลังการสอน

10.1 ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนและศักยภาพที่พัฒนาแล้ว

.....

.....

.....

10.2 การประเมินผลการสอนของตนเอง

จุดเด่น คือ.....

.....

จุดด้อย คือ.....

.....

ควรปรับปรุง คือ.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางหทัยกาญจน์ ยานสว่าง)

ครูผู้สอนและบันทึก

ภาคผนวก ค
ตารางเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ค. 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

นักเรียนคนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน	คะแนนทดสอบหลังเรียน	ความก้าวหน้า
1	9	22	13
2	12	25	13
3	8	21	13
4	7	22	15
5	10	23	13
6	9	23	14
7	7	22	15
8	6	22	16
9	7	23	16
10	6	22	16
11	9	23	14
12	8	21	13
13	12	23	11
14	13	22	9
15	10	23	13
16	10	20	10
17	6	20	14
18	6	19	13
19	7	20	13
20	7	21	14
21	12	21	9
22	8	18	10
23	11	21	10
24	6	20	14
25	12	23	11

ตารางที่ ค.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน	คะแนนทดสอบหลังเรียน	ความก้าวหน้า
26	6	19	13
27	6	19	13
28	12	24	12
29	11	21	10
30	6	20	14
31	12	24	12
32	8	19	11
33	8	20	12
34	9	22	13
35	9	20	11
รวม	**305**	**748**	
เฉลี่ย	**8.71**	**21.37**	
ร้อยละ	**29.05**	**71.24**	
S.D.	**2.27**	**1.68**	

ตารางที่ ค.2 ผลการคำนวณ t-Test: Paired Two Sample for Means

	Variable 1	*Variable 2*
Mean	8.714285714	21.37142857
Variance	5.151260504	2.828571429
Observations	35	35
Pearson Correlation	0.567979175	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	34	
t Stat	-39.2282151	
P(T<=t) one-tail	3.3721E-30	
t Critical one-tail	1.690924198	
P(T<=t) two-tail	6.74421E-30	
t Critical two-tail	2.032244498	

ภาคผนวก ง

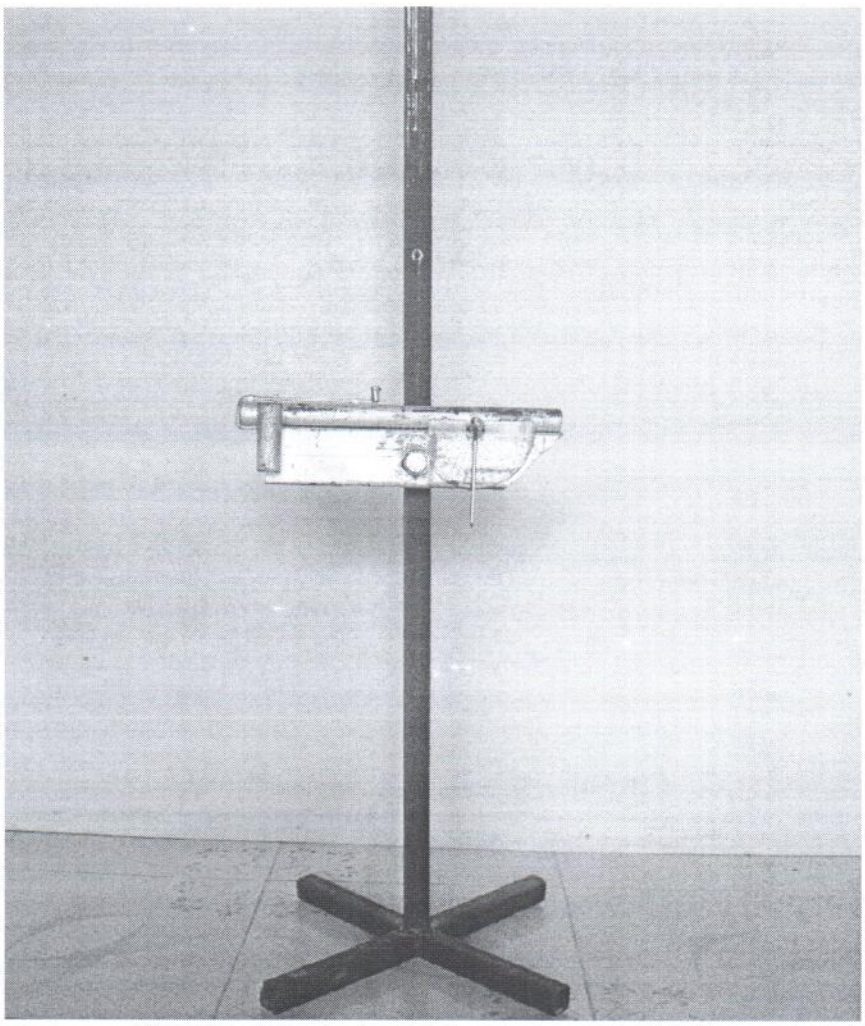
ตารางแสดงคะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน

ตารางที่ ง.1 คะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนเรียน

รายการ	$\overline{X}$	SD	ระดับเจตคติ
1. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่น่าสนใจ	3.80	0.47	มาก
2. วิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานสำคัญของวิทยาศาสตร์	4.06	0.68	มาก
3. วิชาฟิสิกส์ทำให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล	3.60	0.77	มาก
4. วิชาฟิสิกส์ทำให้เราเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติมากขึ้น	3.49	0.66	ปานกลาง
5. ข้าพเจ้าเรียนฟิสิกส์ด้วยความสนุก	3.03	0.71	ปานกลาง
6. เรียนฟิสิกส์แล้วทำให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้การแก้ปัญหา	3.83	0.57	มาก
7. ข้าพเจ้าชอบกิจกรรมในการทดลองฟิสิกส์	4.03	0.66	มาก
8. ฟิสิกส์ยากเกินที่ข้าพเจ้าจะเรียนได้	3.29	0.75	ปานกลาง
9. ข้าพเจ้าดีใจที่ได้เรียนฟิสิกส์	3.49	0.56	ปานกลาง
10. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ข้าพเจ้าชอบเรียน	2.89	0.63	ปานกลาง
11. เรียนวิชาฟิสิกส์จะทำให้เกิดความเครียด	2.43	0.78	น้อย
12. ข้าพเจ้าเรียนฟิสิกส์ด้วยความสุขใจ	3.14	0.65	ปานกลาง
13. ถ้าครูฟิสิกส์ไม่เข้าสอนข้าพเจ้าจะดีใจ	2.77	1.11	ปานกลาง
14. การเรียนฟิสิกส์ชวนให้น่าเบื่อ	2.94	0.76	ปานกลาง
15. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.06	0.54	มาก
16. การได้ทำโจทย์ฟิสิกส์ข้อยาก ๆ เป็นสิ่งท้าทาย	3.54	0.78	มาก
17. การเรียนฟิสิกส์ทำให้คนล้าสมัย	4.06	0.84	มาก
18. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ท้าทายความคิด	3.89	0.76	มาก
19. ข้าพเจ้าเอาใจใส่ต่อวิชาฟิสิกส์อย่างสม่ำเสมอ	3.26	0.66	ปานกลาง
20. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างกว้างขวาง	4.17	0.62	มาก
ภาพรวม	**3.49**	**0.28**	**ปานกลาง**

ตารางที่ ง.2 คะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียน

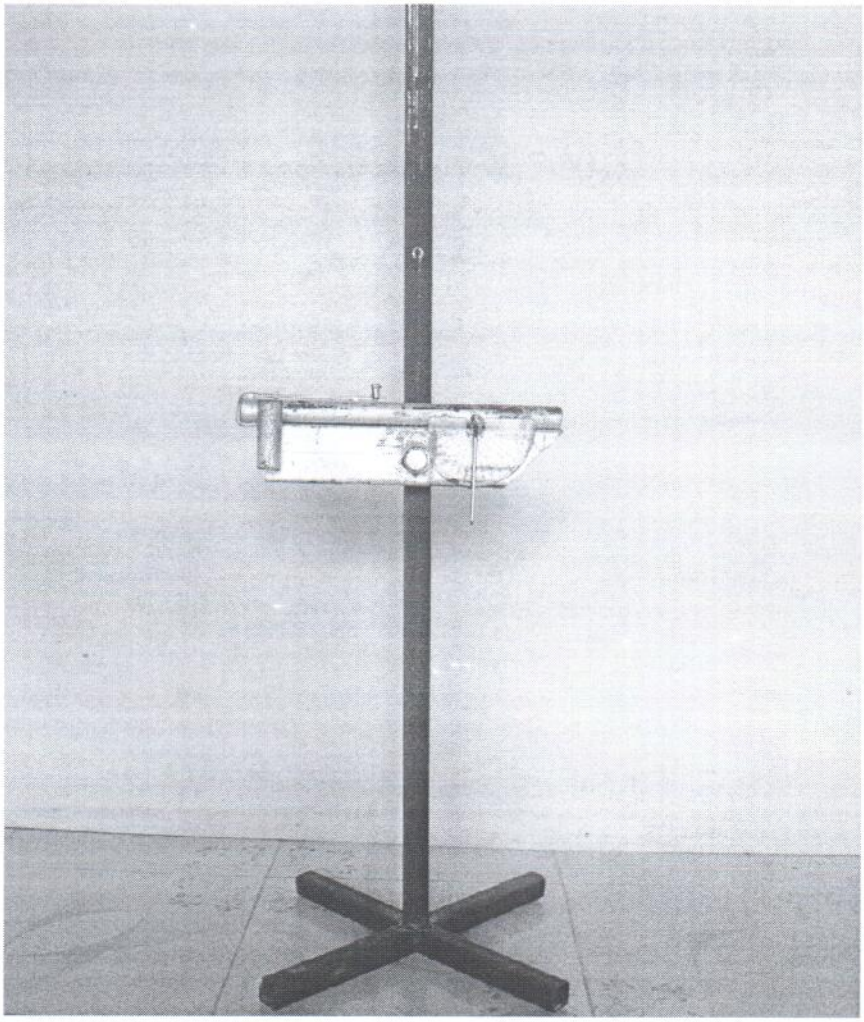
รายการ	$\overline{X}$	SD	ระดับเจตคติ
1. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่น่าสนใจ	4.14	0.55	มาก
2. วิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานสำคัญของวิทยาศาสตร์	4.43	0.56	มาก
3. วิชาฟิสิกส์ทำให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล	4.20	0.47	มาก
4. วิชาฟิสิกส์ทำให้เราเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติมากขึ้น	3.94	0.59	มาก
5. ข้าพเจ้าเรียนฟิสิกส์ด้วยความสนุก	3.63	0.60	มาก
6. เรียนฟิสิกส์แล้วทำให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้การแก้ปัญหา	4.17	0.57	มาก
7. ข้าพเจ้าชอบกิจกรรมในการทดลองฟิสิกส์	4.23	0.65	มาก
8. ฟิสิกส์ยากเกินที่ข้าพเจ้าจะเรียนได้	3.66	0.64	มาก
9. ข้าพเจ้าดีใจที่ได้เรียนฟิสิกส์	3.91	0.61	มาก
10. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ข้าพเจ้าชอบเรียน	3.43	0.61	ปานกลาง
11. เรียนวิชาฟิสิกส์จะทำให้เกิดความเครียด	3.60	0.55	มาก
12. ข้าพเจ้าเรียนฟิสิกส์ด้วยความสุขใจ	3.74	0.61	มาก
13. ถ้าครูฟิสิกส์ไม่เข้าสอนข้าพเจ้าจะดีใจ	3.57	0.56	มาก
14. การเรียนฟิสิกส์ชวนให้น่าเบื่อ	3.83	0.71	มาก
15. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.17	0.66	มาก
16. การได้ทำโจทย์ฟิสิกส์ข้อยาก ๆ เป็นสิ่งท้าทาย	3.97	0.71	มาก
17. การเรียนฟิสิกส์ทำให้คนล้าสมัย	4.17	0.75	มาก
18. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ท้าทายความคิด	4.17	0.62	มาก
19. ข้าพเจ้าเอาใจใส่ต่อวิชาฟิสิกส์อย่างสม่ำเสมอ	3.80	0.68	มาก
20. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างกว้างขวาง	4.34	0.59	มาก
ภาพรวม	**3.96**	**0.29**	**มาก**



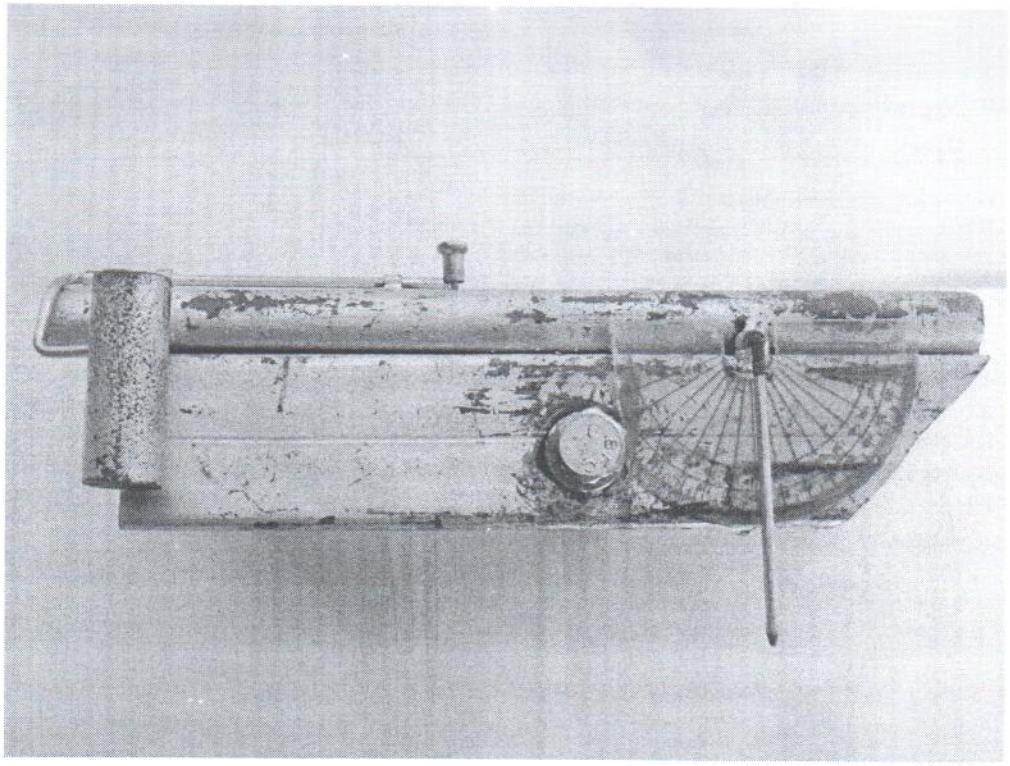
ภาพที่ จ.1 ส่วนประกอบของเครื่องยิงโพรเจกไทล์

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการทดลอง

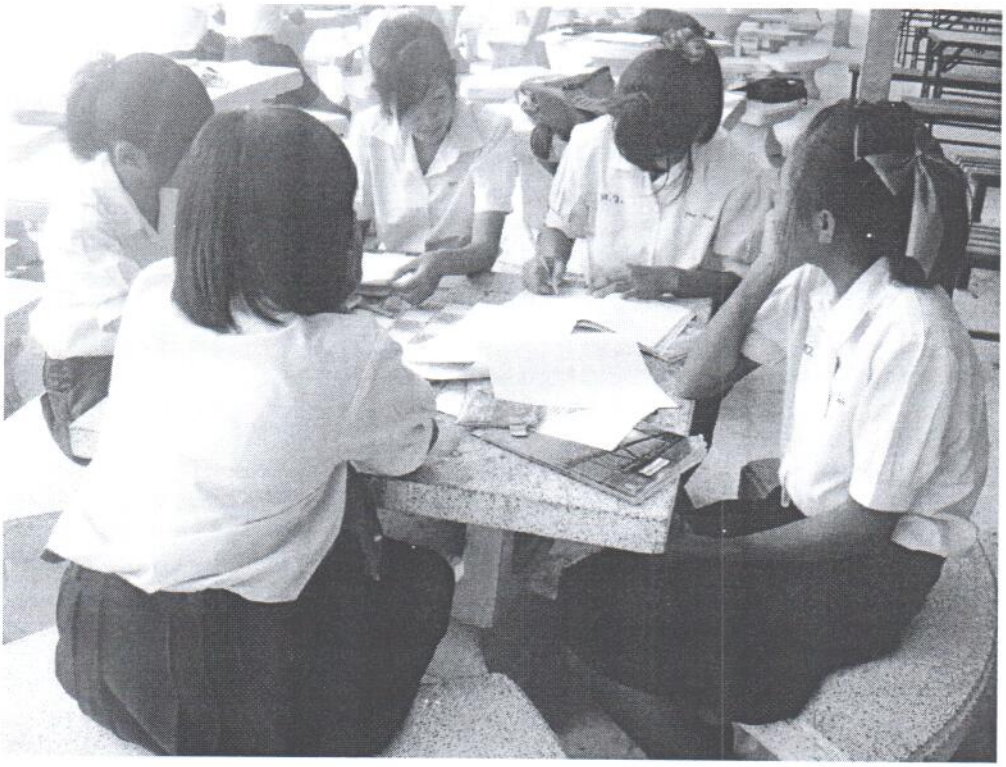


ภาพที่ จ.1 ส่วนประกอบของเครื่องยิงโพรเจกไทล์



ภาพที่ จ.2 ปืนยิงโพรเจกไทล์

ภาพที่ จ.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง



ภาพที่ จ.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

ภาพที่ จ.5 นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางหทัยกาญจน์ ยานสว่าง
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, พ.ศ.2549
	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาฟิสิกส์
	(เกียรตินิยมอันดับ 2)
	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, พ.ศ.2550
	ประกาศนียบัตรบัณฑิตทางการสอน
	สาขาวิชา ป.บัณฑิตทางการสอน (ฟิสิกส์)
	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, พ.ศ.2554
	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.)
	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา (ฟิสิกส์)
ประวัติการทำงาน	พ.ศ.2550
	โรงเรียนบ้านทุ่งวัง อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์
	พ.ศ.2550 – พ.ศ.2553
	โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์
	พ.ศ.2553 – ปัจจุบัน
	โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ครู โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา
	อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์