

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และ/หรือหลักการที่เกี่ยวข้อง	6
2.1.1 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงตามแนวราบ	6
2.1.2 การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในแนวตั้งภายใต้แรงดึงดูดของโลก	9
2.1.3 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	10
2.1.4 การวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	14
2.2 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
3.1 ศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุ	21
3.1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	21
3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	21
3.1.3 การติดตั้งและดำเนินการเก็บข้อมูล	21

3.2 การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโอความเร็วสูงกรณีศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	29
3.2.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	29
3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	29
3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	29
3.2.4 วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	30
3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	32
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย</b>	<b>34</b>
4.1 ผลการศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกกลมไม้	34
4.1.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกกลมไม้ที่มุมต่างกัน	35
4.1.2 การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบตามแนวแกน x ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	36
4.2 ผลการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโอความเร็วสูงกรณีศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	44
4.3 ความพึงพอใจของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง	54
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย</b>	<b>57</b>
5.1 สรุปผลการศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุ	57
5.2 สรุปผลการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโอความเร็วสูงกรณีศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	58
5.3 ข้อเสนอแนะ	59
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>60</b>
<b>ภาคผนวก</b>	<b>62</b>
<b>ประวัติคณะผู้วิจัย</b>	<b>97</b>

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ขั้นตอน กิจกรรมและรายละเอียด เวลา และกลุ่มตัวอย่างสำหรับการจัดกิจกรรมเสริมนอกห้องเรียน	31
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลระยะกระจัดในแนวแกน x การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกกลมไม้ที่มุมต่างกัน	38
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลระยะกระจัดในแนวแกน y การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกกลมไม้ที่มุมต่างกัน	42
ตารางที่ 4.3 ผลการจำแนกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (กลุ่ม 1 คือ กลุ่มทดลอง และ กลุ่ม 2 คือ กลุ่มควบคุม)	47
ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมกิจกรรม Activity based tutorials เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	54



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2. 1 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นเส้นตรงของรถยนต์	7
รูปที่ 2. 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง S กับ t	8
รูปที่ 2. 3 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง v กับ t	9
รูปที่ 2. 4 แนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	10
รูปที่ 2.5 วัตถุเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์โดยเริ่มจากจุดกำเนิดของแกนอ้างอิง x y แสดงการกระจัด และ ณ ความเร็ว ขณะหนึ่ง	11
รูปที่ 2. 6 แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ถูกขว้างออกไปด้วยความเร็วต้น u ในทิศทางทำมุม $\theta$ กับแนวระดับ	13
รูปที่ 2.7 เวลาที่วัตถุใช้เคลื่อนที่ตามแนวโค้ง	14
รูปที่ 2.8 แสดงความเร็วต้นในทิศทำมุมกับแนวระดับ	15
รูปที่ 2.9 แสดงระยะการกระจัดจุดเริ่มต้นไปถึงจุดที่วัตถุตกในแนวระดับมีค่าเท่ากัน (R) และแสดงระยะสูงสุดในแนวตั้ง (H)	16
รูปที่ 2.10 แสดงความเร็วของวัตถุในแนวเส้นสัมผัส	17
รูปที่ 2.11 แสดงระยะกระจัดจากจุดเริ่มต้นไปถึงจุดที่วัตถุตกในแนวระดับมีค่าเท่ากัน	18
รูปที่ 3.1 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์การทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (ก) รูปจำลอง และ (ข) ภาพจริง	22
รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินงานการทดลอง	22
รูปที่ 3.3 แสดงการติดตั้งเครื่องมือ	23
รูปที่ 3.4 เลือกวิดีโอการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกกลมไม้	24
รูปที่ 3.5 การตั้งค่าวิดีโอโปรแกรม Tracker	25
รูปที่ 3.6 กำหนดแกนและความยาวอ้างอิง	25
รูปที่ 3.7 ติดตามการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุทรงกลม	26
รูปที่ 3.8 แสดงข้อมูลของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะกระจัดตามแนวแกน x กับเวลา t ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	27
รูปที่ 3.9 แสดงข้อมูลของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะกระจัดตามแนวแกน y กับเวลา t ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์	28

รูปที่ 4.1	การใช้โปรแกรม Tracker ติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุ	34
รูปที่ 4.2	แสดงการกระจัดตามแนวแกน $x$ และแกน $y$ ของลูกกลมไม้ ที่ใช้มุมยิงที่แตกต่างกัน	35
รูปที่ 4.3	กราฟความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ตามแนวแกน $x$ ของลูกกลมไม้	36
รูปที่ 4.4	กราฟความสัมพันธ์ตามแนวแกน $x$ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกกลมไม้	37
รูปที่ 4.5	การเปรียบเทียบระหว่างระยะสูงสุดในแนวแกน $x$ จากการวัดโดยตรงกับทฤษฎี	39
รูปที่ 4.6	กราฟความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ตามแนวแกน $y$ ของลูกกลมไม้	40
รูปที่ 4.7	กราฟความสัมพันธ์อัตราเร็วตามแนวแกน $y$ กับ $t$ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกกลมไม้	41
รูปที่ 4.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะสูงสุดในแนวแกน $y$ จากการวัดโดยตรงกับทฤษฎี	43
รูปที่ 4.9	แสดงวิธีสอนแบบการเรียนรู้ด้วยการทำงานร่วมกันเป็นคู่ (Cooperative Learning)	44
รูปที่ 4.10	ตัวอย่างการตอบคำถามในแบบทดสอบกิจกรรม Activity based tutorials	45
รูปที่ 4.11	ผลการวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกกลมไม้ที่ถูกยิงด้วยมุมยิง $45^\circ$ ด้วยโปรแกรม Tracker แสดง (ก) ตำแหน่งของวัตถุตลอดการเคลื่อนที่ (ข) กราฟแสดงตำแหน่งตามแนวแกน $x$ กับเวลา $t$ (ค) กราฟแสดงความเร็วตามแนวแกน $x$ ( $V_x$ ) กับเวลา $t$ (ง) กราฟแสดงตำแหน่งตามแนวแกน $y$ กับเวลา $t$ และ (จ) กราฟแสดงความเร็วเชิงแนวแกน $y$ ( $V_y$ ) กับเวลา $t$	46
รูปที่ 4.12	การเปรียบเทียบร้อยละที่พบ (จากข้อ 1.1 – ข้อ 4) กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังทำกิจกรรมเสริมนอกห้องเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง กลุ่ม 1 (กลุ่มทดลอง) และกลุ่ม 2 (กลุ่มควบคุม)	51
รูปที่ 4.13	ค่า $\langle g \rangle$ เฉลี่ยรายข้อ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	53