

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 ทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และ/หรือหลักการที่เกี่ยวข้อง	8
2.1.1 ฟิสิกัลเพนดูลัม	8
2.1.2 โมเมนต์ความเฉื่อย	9
2.1.3 วงแหวนเต็มรูป	11
2.1.4 วงแหวนบางส่วน	13
2.1.5 กล้องดิจิทัลความเร็วสูง	15
2.1.6 โปรแกรมวิเคราะห์อัตราเร็วสูง	17
2.1.6 การจำแนกแนวคิดวิทยาศาสตร์	19
2.1.7 ความก้าวหน้าทางการเรียน	20
2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	24
3.1 ศึกษาการเคลื่อนที่ของเพนดูลัมวงแหวนโดยใช้กล้องวิดีโอความเร็วสูง	24
3.1.1 วัตถุประสงค์	24
3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	24
3.1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.4 การจัดเตรียมอุปกรณ์	26
3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	26
3.2 การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ (Activity-based tutorial) นอกห้องเรียน	30
3.2.1 วัตถุประสงค์	30
3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	30
3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	31
3.2.4 วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	31
บทที่ 4 ผลการวิจัย	34
4.1 การแกว่งของวงแหวนเหล็กที่มีขนาดต่างกัน	34
4.2 ผลการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโอความเร็วสูง เรื่อง การแกว่งกวดของเพนดูลัมวงแหวน	49
4.3 ความพึงพอใจของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง	66
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	68
5.1 สรุปผลการศึกษาการเคลื่อนที่ของเพนดูลัมวงแหวน	68
5.2 สรุปผลการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโอความเร็วสูง	69
5.3 ข้อเสนอแนะ	70
บรรณานุกรม	71
ภาคผนวก	73
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของเพนดูลัมวงแหวน	73
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ภาพถ่ายวิดีโอความเร็วสูง	85
ภาคผนวก ค ใบกิจกรรม	94
ประวัติผู้วิจัย	96

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 เครื่องมือในการจัดการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์	32
4.1 แสดงข้อมูลการแกว่งของวงแหวนเหล็กทั้ง 6 วง ด้วยเทคนิคการจับเวลา	35
4.2 ข้อมูลของรัศมีของวงแหวน และอัตราเร็วเชิงมุมกำลังสองของวงแหวนเหล็กทั้ง 6 วง ด้วยเทคนิควิเคราะห์วิดีโอความเร็วสูง	37
4.3 แสดงข้อมูลค่าโมเมนต์ความเฉื่อยที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Tracker เทียบกับโมเมนต์ความเฉื่อยที่ได้จากทางทฤษฎี	39
4.4 ข้อมูลคาบของการแกว่งที่ได้มาจากทางทฤษฎีและทางโปรแกรม Tracker ของวงแหวนพลาสติกขนาด 0.10 m เต็มรูปและบางส่วน	44
4.5 ข้อมูลคาบของการแกว่งที่ได้มาจากทางทฤษฎีและทางโปรแกรม Tracker ของวงแหวนพลาสติกขนาด 0.14 m เต็มรูปและบางส่วน	46
4.6 ข้อมูลคาบของการแกว่งที่ได้มาจากทางทฤษฎีและทางโปรแกรม Tracker ของวงแหวนพลาสติกขนาด 0.16 m เต็มรูปและบางส่วน	48
4.7 ผลการจำแนกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มควบคุม)	53
4.8 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ เรื่องการแกว่งกวัดของเพนดูลัมวงแหวน	66
ข.1 กล้องดิจิทัลที่มีฟังก์ชันถ่ายวิดีโอความเร็วสูง	86
ข.2 โปรแกรมวิเคราะห์วิดีโอความเร็วสูงที่นิยมใช้ในการทดลองฟิสิกส์	90

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
2.1	ฟิลิกส์เพนดูลัม	8
2.2	วงแหวนเต็มรูป	11
2.3	วงแหวนบางส่วน	13
2.4	การตั้งกล้องเทียบกับระนาบการเคลื่อนที่	17
3.1	แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	25
3.2	การจัดอุปกรณ์การทดลอง	26
3.3	เลือกวิดีโอการเคลื่อนที่แบบแกว่งของวงแหวน	27
3.4	การตั้งค่าวิดีโอในโปรแกรม Tracker	27
3.5	กำหนดแกนและความยาวอ้างอิง	28
3.6	ติดตามการเคลื่อนที่แบบแกว่งของวงแหวน	29
3.7	กราฟและสมการที่ได้จากการวิเคราะห์	30
4.1	วงแหวนเหล็กขนาดต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง	34
4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงมุมกำลังสองกับส่วนกลับของรัศมี	36
4.3	การทดลองหาค่า g ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโอความเร็วสูง ก) รูปการทดลอง	37
4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเชิงมุมกำลังสองกับส่วนกลับของรัศมี	38
4.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ความเฉื่อย $I_{Tracker}$ กับโมเมนต์ความเฉื่อย $I_{ทฤษฎี}$	41
4.6	วงแหวนพลาสติกเต็มรูปกับวงแหวนพลาสติกที่ถูกตัดออกบางส่วน	42
4.7	วงแหวนพลาสติกเต็มรูปกับวงแหวนพลาสติกที่ถูกตัดออกบางส่วนตามเงื่อนไข	43
4.8	วงแหวนพลาสติกเต็มรูปกับวงแหวนพลาสติกที่ถูกตัดออกบางส่วนตามเงื่อนไข	45
4.9	วงแหวนพลาสติกเต็มรูปกับวงแหวนพลาสติกที่ถูกตัดออกบางส่วนตามเงื่อนไข	47
4.10	ตัวอย่างเนื้อหาในกิจกรรมเสริมการเรียนรู้	49
4.11	ตัวอย่างการตอบคำถามข้อที่ 5 - 7 ในแบบทดสอบโดยกลุ่มทดลอง	51
4.12	ตัวอย่างการตอบคำถามข้อที่ 5 - 7 ในแบบทดสอบโดยกลุ่มควบคุม	52
4.13	การเปรียบเทียบร้อยละที่พบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.14 การเปรียบเทียบร้อยละที่พบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบข้อ 2 ก่อนและหลัง ทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม 1 (กลุ่มทดลอง) และกลุ่ม 2 (กลุ่มควบคุม)	56
4.15 การเปรียบเทียบร้อยละที่พบ กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบข้อ 3 ก่อนและหลัง ทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม 1 (กลุ่มทดลอง) และกลุ่ม 2 (กลุ่มควบคุม)	57
4.16 การเปรียบเทียบร้อยละที่พบ กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบข้อ 4 ก่อนและหลัง ทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม 1 (กลุ่มทดลอง) และกลุ่ม 2 (กลุ่มควบคุม)	58
4.17 การเปรียบเทียบร้อยละที่พบ กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบข้อ 5 ก่อนและหลัง ทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม 1 (กลุ่มทดลอง) และกลุ่ม 2 (กลุ่มควบคุม)	60
4.18 การเปรียบเทียบร้อยละที่พบ กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบข้อ 6 ก่อนและหลัง ทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม 1 (กลุ่มทดลอง) และกลุ่ม 2 (กลุ่มควบคุม)	61
4.19 การเปรียบเทียบร้อยละที่พบ กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบข้อ 7 ก่อนและหลัง ทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม 1 (กลุ่มทดลอง) และกลุ่ม 2 (กลุ่มควบคุม)	62
4.20 การเปรียบเทียบร้อยละที่พบ (จากแบบทดสอบข้อ 1 – ข้อ 7) กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังทำกิจกรรม ของกลุ่มตัวอย่าง กลุ่ม 1 (กลุ่มทดลอง) และกลุ่ม 2 (กลุ่มควบคุม)	64
4.21 ค่า $\langle g \rangle$ เฉลี่ยรายข้อ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม	65
ก.1 การหาค่าอัตราเร็วเชิงมุม (ω) ของวงแหวนเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.06 เมตร	73
ก.2 การหาค่าอัตราเร็วเชิงมุม (ω) ของวงแหวนเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.10 เมตร	74
ก.3 การหาค่าอัตราเร็วเชิงมุม (ω) ของวงแหวนเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.20 เมตร	74
ก.4 การหาค่าอัตราเร็วเชิงมุม (ω) ของวงแหวนเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 เมตร	75
ก.5 การหาค่าอัตราเร็วเชิงมุม (ω) ของวงแหวนเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 เมตร	75
ก.6 การหาค่าอัตราเร็วเชิงมุม (ω) ของวงแหวนเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 เมตร	76
ก.7 เงื่อนไซที่ 1 เป็นวงแหวนขนาด 0.10 เมตร เต็มรูป	77
ก.8 เงื่อนไซที่ 2 เป็นวงแหวนขนาด 0.10 เมตร และถูกตัดออก $1/8$ ของวงแหวนเต็มรูป	77
ก.9 เงื่อนไซที่ 3 เป็นวงแหวนขนาด 0.10 เมตร และถูกตัดออก $2/8$ ของวงแหวนเต็มรูป	78
ก.10 เงื่อนไซที่ 4 เป็นวงแหวนขนาด 0.10 เมตร และถูกตัดออก $3/8$ ของวงแหวนเต็มรูป	78
ก.11 เงื่อนไซที่ 5 เป็นวงแหวนขนาด 0.10 เมตร และถูกตัดออก $4/8$ ของวงแหวนเต็มรูป	79
ก.12 เงื่อนไซที่ 1 เป็นวงแหวนขนาด 0.14 เมตร เต็มรูป	79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก.13 เงื่อนไขที่ 2 เป็นวงแหวนขนาด 0.14 เมตร และถูกตัดออก 1/8 ของวงแหวนเต็มรูป	80
ก.14 เงื่อนไขที่ 3 เป็นวงแหวนขนาด 0.14 เมตร และถูกตัดออก 2/8 ของวงแหวนเต็มรูป	80
ก.15 เงื่อนไขที่ 4 เป็นวงแหวนขนาด 0.14 เมตร และถูกตัดออก 3/8 ของวงแหวนเต็มรูป	81
ก.16 เงื่อนไขที่ 5 เป็นวงแหวนขนาด 0.14 เมตร และถูกตัดออก 4/8 ของวงแหวนเต็มรูป	81
ก.17 เงื่อนไขที่ 1 เป็นวงแหวนขนาด 0.16 เมตร เต็มรูป	82
ก.18 เงื่อนไขที่ 2 เป็นวงแหวนขนาด 0.16 เมตร และถูกตัดออก 1/8 ของวงแหวนเต็มรูป	82
ก.19 เงื่อนไขที่ 3 เป็นวงแหวนขนาด 0.16 เมตร และถูกตัดออก 2/8 ของวงแหวนเต็มรูป	83
ก.20 เงื่อนไขที่ 4 เป็นวงแหวนขนาด 0.16 เมตร และถูกตัดออก 3/8 ของวงแหวนเต็มรูป	83
ก.21 เงื่อนไขที่ 5 เป็นวงแหวนขนาด 0.16 เมตร และถูกตัดออก 4/8 ของวงแหวนเต็มรูป	84
ข.1 กล้องวีดีโออัตราเร็วสูง	85
ข.2 การตั้งกล้องเทียบกับระนาบการเคลื่อนที่	89