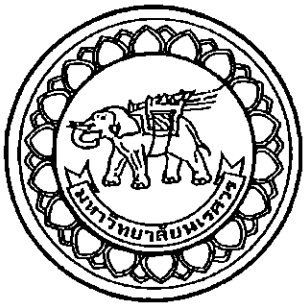


การพัฒนาสื่อผสมเพื่อสนับสนุนการสอนรายวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 : ระยะที่ 1

Development of multimedia content to support Engineering Mechanic II : Phase I

นาย ปิยวัชร พุ่มมาก รหัส 51364033

นาย สนธิโชติ รัตนวงษ์ รหัส 51364095

นาย สัณห์วิชญ์ น้อยพินิจ รหัส 51364101

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 2 ก.ค. 2556
เลขทะเบียน 164305 08
เลขเรียกหนังสือ ฟร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ว 6191 2554

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน **พัฒนาสื่อผสมเพื่อสนับสนุนการสอนรายวิชา**
กลศาสตร์วิศวกรรม 2 : ระยะที่ 1

ผู้ดำเนินโครงงาน	นาย ปิยวัชร	พุ่มมาก	รหัส 51364033
	นาย สนธิโชติ	รัตนวงษ์	รหัส 51364095
	นาย สัณห์วิชญ์	น้อยพินิจ	รหัส 51364101

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร.ศลิษา วีรพันธุ์
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2554

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์**ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง**ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

..... **ที่ปรึกษาโครงงาน**
(ดร.ศลิษา วีรพันธุ์)

..... **กรรมการ**
(รศ.ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี)

..... **กรรมการ**
(นาย สุรัตน์ ปัญญาแก้ว)

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลและสถาบันหลายฝ่ายด้วยกัน ซึ่งบุคคลเหล่านั้นได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำวิจัยมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ศลิษา วีรพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่าง ทั้งในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้ทำวิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

คณะผู้ดำเนินโครงงาน

นาย ปิยวัชร พุ่มมาก

นาย สนธิโชติ รัตนวงษ์

นาย สัณห์วิชญ์ น้อยพินิจ

21 กุมภาพันธ์ 2556

ชื่อเรื่อง	: พัฒนาสื่อผสมเพื่อสนับสนุนการสอนรายวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 : ระยะที่ 1		
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นาย ปิยวัชร	พุ่มมาก	รหัส 51364033
	: นาย สนธิโชติ	รัตนวงษ์	รหัส 51364095
	: นาย สัณห์วิชญ์	น้อยพินิจ	รหัส 51364101
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ดร.ศลิษา วีรพันธุ์		
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล		
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล		
ปีการศึกษา	: 2554		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการจัดทำขึ้นเพื่อ ศึกษาและพัฒนาสื่อผสมเพื่อสนับสนุนการสอน รายวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 (302212,Engineering Mechanic II) ซึ่งจากสถิติการลงทะเบียนเรียนรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างปี 2549 - 2554 พบว่ามีนิสิตที่มีผลการเรียนต่ำกว่า C ถึง 52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาเหตุอาจเป็นเพราะนิสิตทำความเข้าใจในแบบฝึกหัดได้ยากจึงจัดทำสื่อผสมเพื่อช่วยอธิบายแบบฝึกหัดในแบบเรียนวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตามอัธยาศัยของนิสิต และใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาและเสริมประสบการณ์ในรูปแบบของสื่อผสม ซึ่งทำให้นิสิตเห็นภาพและเข้าใจในแบบฝึกหัดมากขึ้น

การทำสื่อผสมใช้โปรแกรม Adobe Flash CS3® และ Windows Movie Maker® สร้างตัวสื่อ ซึ่งในการสร้างสื่อผสมจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง โดยช่วงที่ 1 มีเนื้อหาในเรื่องของสมการการเคลื่อนที่ โดยมีทั้งหมด 5 ข้อ ซึ่งหลังจากการสร้างสื่อผสมในช่วงที่ 1 ได้นำสื่อผสมไปเผยแพร่ และจัดทำแบบสอบถาม จากนั้นนำผลจากแบบสอบถามและข้อเสนอแนะในช่วงที่ 1 มาปรับปรุงและพัฒนาสื่อผสมในช่วงที่ 2 ซึ่งในช่วงที่ 2 นั้นมีเนื้อหาในเรื่อง แรงและความเร่ง งานและพลังงาน อิมพัลส์และโมเมนตัม ซึ่งมีทั้งหมด 7 ข้อ และได้ทำการให้ผู้ที่ทดลองใช้งานตอบแบบสอบถามในช่วงที่ 2 และนำผลจากทั้ง 2 ช่วงมาเปรียบเทียบกัน

จากผลการเปรียบเทียบของช่วงที่ 1 กับช่วงที่ 2 พบว่า ผู้ที่ทดลองใช้งานมีความเข้าใจในแบบฝึกหัดมากขึ้น แต่ยังต้องปรับปรุงเรื่องของเสียงพูด ผู้จัดทำรุ่นต่อไปควรจะปรับปรุงในส่วนนี้ด้วย เพื่อให้สื่อผสมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และถ้ามีข้อมูลสถิตินิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 หลังจากได้ใช้สื่อผสม สามารถสรุปได้ว่าการใช้สื่อผสมนั้น มีผลทำให้นิสิตมีความเข้าใจมากน้อยเท่าไร

Project Title	: Development of multimedia content to support Engineering Mechanic II : Phase I		
Author	: Mr. Piyawat	Poommark	ID 51364033
	: Mr. Sontichote	Rattanawong	ID 51364095
	: Mr. Sanwit	Noipinit	ID 51364101
ProjectAdvisor	: Dr. Salisa Weerapan		
Major	: Mechanical engineering		
Department	: Mechanical engineering		
Academic Year	: 2554		

ABSTRACT

The objective of this project is to develop multimedia contents to support the learning of Engineering Mechanic II in the Faculty of Engineering at Naresuan University. Statistical record collected through 6 academic years (between 2006 – 2011) shows that nearly 15% of the students registered in this subject withdrawn. Among those completed the course, 45% were graded below c level. This finding has emphasised the subject difficulties that expose to the students. It is expected that the multimedia contents under developed may attract more attention from the students and assist them to understand the lessons and exercises.

Adobe Flash and Windows Movie Maker are used to create animations and movies. The project is divided into two phases. The first phase includes 5 exercises from the topic 'motion equation'. Once the multimedia or 'clip' of those exercises had completed, they were published via Moodle®, facebook and Youtube and the questionnaire phase I was distributed. Suggestions obtained from the questionnaire is used to improve the development of the multimedia in the second phase. The topics included in the second phase are: force and acceleration, work and energy and Impulse and momentum. Again, the media were published and questionnaire phase II was distributed. The result is compared with those obtained from phase I.

The results of the comparison between the first and the second phase two finds that visitors have an understanding of the exercises. But also to improve his speech because the pronunciation is local of speech. The preparation of the next generation should be updated in this section.

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญานิพนธ์	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญสัญลักษณ์	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขต	3
1.5 ขั้นตอนและแผนการดำเนินการ	3
1.6 แผนการดำเนินงาน	5
1.7 สถานที่ปฏิบัติงาน	6
1.8 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ 8 ขั้น ของกาเย่ (Gagne)	7
2.2 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาสื่อผสม	7
2.3 ทฤษฎีและเนื้อหาในสื่อการสอน	8
บทที่ 3 การพัฒนาสื่อผสม	13
3.1 การเลือกแบบฝึกหัด	13
3.2 เฉลยแบบฝึกหัด	13
3.3 การออกแบบสื่อผสม	29
3.4 วิธีการสร้างสื่อผสม	29

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 สื่อผสม	56
4.1 ลักษณะสื่อการสอน	56
4.2 สื่อผสม	58
4.3 ช่องทางการเผยแพร่	62
บทที่ 5 แบบสอบถามความพึงพอใจ	72
5.1 แบบสอบถาม	72
5.2 ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อผสม วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 ช่วงที่ 1 (1 พฤษภาคม - 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2555)	74
5.3 ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อผสม วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 ช่วงที่ 2 (1 กันยายน – 31 ตุลาคม พ.ศ. 2555)	76
5.4 เปรียบเทียบความพึงพอใจ	78
5.5 สรุปผลการตอบแบบสอบถาม	78
บทที่ 6 สรุปโครงงานการพัฒนาสื่อผสม	79
สรุปโครงงานการพัฒนาสื่อผสม	79
บรรณานุกรม	80
ภาคผนวก	81
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน	89

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

1.1 กราฟแสดงสัดส่วนผลการเรียนในแต่ละปี 1
1.2 สัดส่วนโดยรวมตั้งแต่ปี 2549 ถึง 2554 (ไม่รวม W) 2
1.3 แผนภาพสรุปขั้นตอนดำเนินงาน 4
2.1 แสดงอนุภาคอยู่ในสภาพสมดุล 10
2.2 อนุภาคกำลังเคลื่อนที่โดยมีความเร่ง 10
2.3 แสดงแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา 11
3.1 รูปแบบโปรแกรม Adobe Flash CS3® 29
3.2 การสร้าง Flash File 30
3.3 ปรับสภาพแวดล้อมของ โปรแกรม Adobe Flash CS3® 30
3.4 ปรับหน้ากระดาษของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 31
3.5 หน้ากระดาษของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 31
3.6 การวาดการ์ตูนบนโปรแกรม Adobe Flash CS3® 32
3.7 การรวมกลุ่มรูปภาพของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 32
3.8 การเตรียมการทำการเคลื่อนที่ของตัวการ์ตูนของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 33
3.9 การ Create Motion Tween ของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 33
3.10 หลังการ Create Motion Tween ของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 34
3.11 การทำให้ตัวการ์ตูนเคลื่อนที่ของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 34
3.12 การสร้างฉากหลังแอนิเมชันของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 35
3.13 การวาดฉากแอนิเมชันของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 35
3.14 การรวมกลุ่มของฉากหลังโปรแกรม Adobe Flash CS3® 36
3.15 การเตรียมการทำการเคลื่อนที่ของฉากหลังโปรแกรม Adobe Flash CS3® 36
3.16 การ Create Motion Tween ของฉากหลังโปรแกรม Adobe Flash CS3® 37
3.17 แถบสีม่วงหลังการ Create Motion Tween ของฉากหลังโปรแกรม Adobe Flash CS3® 37
3.18 การวาดฉากหลังที่ไม่ขยับของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 38
3.19 การใส่รายละเอียดการเคลื่อนไหวของตัวการ์ตูนของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 38
3.20 การเปลี่ยนรายละเอียดของตัวการ์ตูนให้เคลื่อนไหวของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 39
3.21 การ Import ไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 39
3.22 การเลือกไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 40

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.23 ขั้นตอนรายละเอียดระหว่างลงไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 40
3.24 ขั้นตอนรายละเอียดระหว่างลงไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 41
3.25 รูปแบบ Skin ของไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 41
3.26 เสร็จสิ้นรายละเอียดการลงไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 42
3.27 การบันทึกไฟล์ Flash ระหว่างการลงไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 42
3.28 ไฟล์วิดีโอเมื่อนำลงโปรแกรม Adobe Flash CS3® แล้ว 43
3.29 การปรับขนาดไฟล์วิดีโอบนโปรแกรม Adobe Flash CS3® 43
3.30 การปรับเวลาการเล่นวิดีโอให้พอดีกับ Frame Rate ของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 44
3.31 การสร้างสมการโดยโปรแกรม Microsoft Word® 44
3.32 การ Print Screen สมการจากโปรแกรม Microsoft Word® 45
3.33 การนำรูปที่ Print Screen ไปใช้โดยโปรแกรม Paint 45
3.34 การคัดลอกเฉพาะส่วนสมการโดยโปรแกรม Paint 46
3.35 การนำสมการส่วนที่คัดลอกไปวางลงในโปรแกรม Adobe Flash CS3® 46
3.36 วิธีการย่อ – ขยาย สมการในโปรแกรม Adobe Flash CS3® 47
3.37 การจัดเตรียมการสร้าง แอนิเมชันสำหรับสมการโดยโปรแกรม Adobe Flash CS3® 47
3.38 การจัดเตรียมเฟรมสำหรับสร้างแอนิเมชันสำหรับสมการโดยโปรแกรม Adobe Flash CS3® 48
3.39 การ Create Motion Tween ของสมการของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 48
3.40 การระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของสมการของโปรแกรม Adobe Flash CS3® 49
3.41 การสร้าง Layer เพื่อใส่เสียงในโปรแกรม Adobe Flash CS3® 49
3.42 การลงไฟล์เสียงในโปรแกรม Adobe Flash CS3® 50
3.43 การใส่ไฟล์เสียงลงใน Layer ที่ต้องการในโปรแกรม Adobe Flash CS3® 50
3.44 แสดงเส้นเสียงที่อยู่ใน Layer 2 ในโปรแกรม Adobe Flash CS3® 51
3.45 การเลือกหัวข้อ Export ในโปรแกรม Adobe Flash CS3® 51
3.46 การเลือกประเภทของไฟล์วิดีโอที่ต้องการบันทึก ในโปรแกรม Adobe Flash CS3® 52
3.47 รายละเอียดไฟล์ก่อนการ Export ในโปรแกรม Adobe Flash CS3® 52
3.48 ขั้นตอนระหว่างรอการ Export ในโปรแกรม Adobe Flash CS3® 53
3.49 การนำไฟล์หลังการ Export ลงในโปรแกรม Windows Movie Maker® 53

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.50 การเลือกรูปแบบในการบันทึกไฟล์วิดีโอในโปรแกรม Windows Movie Maker® 54
3.51 การเลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการบันทึกไฟล์วิดีโอในโปรแกรม Windows Movie Maker® 54
3.52 ขั้นตอนการบันทึกไฟล์วิดีโอก่อนที่จะนำไฟเผยแพร่ 55
4.1 การเคลื่อนที่เมื่อความเร่งติดลบ 58
4.2 การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง 59
4.3 การหาความเร่งและระยะทางจากสมการความเร็ว 60
4.4 การคำนวณโดยใช้กราฟ 61
4.5 การคำนวณแบบสองแกน 62
4.6 การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง 63
4.7 กฎการอนุรักษ์พลังงาน 64
4.8 การอนุรักษ์โมเมนตัม 65
4.9 การหมุน 66
4.10 การหาแรงตึงเชือกและมุม θ ณ จุดสูงสุด 67
4.11 การประยุกต์ใช้อิมพัลส์และการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ 68
4.12 เว็บไซต์ Moodle 69
4.13 Facebook Fanpage กลศาสตร์วิศวกรรม 2 70
4.14 Youtube Playlist กลศาสตร์วิศวกรรม 2 71
5.1 แบบสอบถาม 73
5.2 กราฟเปรียบเทียบทั้ง 2 ช่วง 78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ผลการเรียนกลศาสตร์วิศวกรรม 2 ตั้งแต่ปี 2549 -2554	1
1.2 แผนการดำเนินงาน	5
1.3 ค่าใช้จ่ายสำหรับโครงงาน	6
2.1 สมการการเคลื่อนที่ของอนุภาค	11
3.1 สรุปแบบฝึกหัดที่นำมาทำสื่อ	13
4.1 สรุปคุณลักษณะสื่อการสอนที่จัดทำ	56
5.1 จำนวนผู้เข้าชมในแต่ละคลิป ช่วงที่ 1	74
5.2 ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม ช่วงที่ 1	74
5.3 จำนวนผู้ที่กำลังศึกษาวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 ช่วงที่ 1	74
5.4 จำนวนผู้ที่ศึกษาอยู่ในสาขาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ช่วงที่ 1	75
5.5 ความพึงพอใจของผู้เข้าชมคลิป ช่วงที่ 1	75
5.6 จำนวนผู้เข้าชมในแต่ละคลิป ช่วงที่ 2	76
5.7 ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม ช่วงที่ 2	76
5.8 จำนวนผู้ที่กำลังศึกษาวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 ช่วงที่ 2	76
5.9 จำนวนผู้ที่ศึกษาอยู่ในสาขาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ช่วงที่ 2	77
5.10 ความพึงพอใจของผู้เข้าชมคลิป ช่วงที่ 2	77

สารบัญสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
s	ระยะทาง	เมตร(m)
v	ความเร็ว	เมตรต่อวินาที(m/s)
t	เวลา	วินาที(s)
a	ความเร่ง	เมตรต่อวินาทียกกำลังสอง(m/s^2)
m	มวล	กิโลกรัม(kg)
F	แรง	นิวตัน (N)
W	งาน	จูล (J)
P	โมเมนตัม	กิโลกรัม เมตรต่อวินาที $(kg\ m/s)$

บทที่ 1

บทนำ

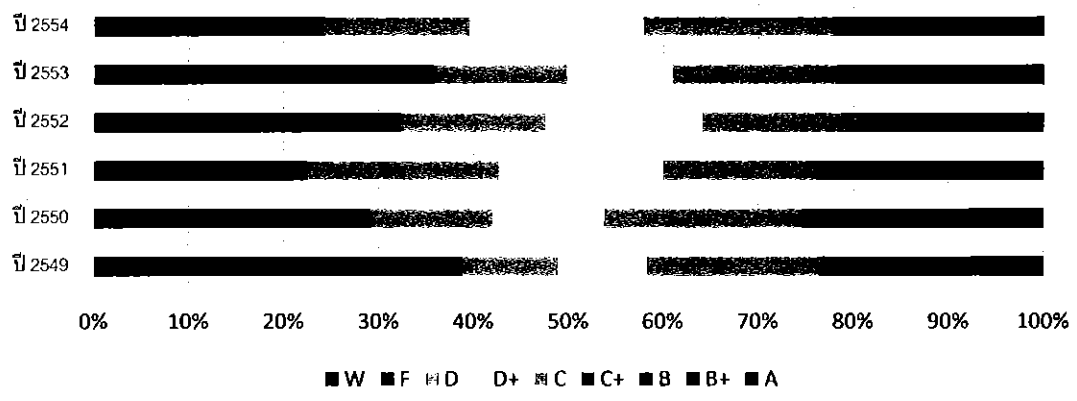
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนื่องจากวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 (302212,Engineering Mechanic II) เป็นวิชาพื้นฐานที่สำคัญของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและเป็นวิชาที่นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่นั้นทำคะแนนสอบได้น้อย ซึ่งจากสถิติการลงทะเบียนราวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 ตั้งแต่ปี 2549-2554 (ตารางที่ 1.1 และ รูปที่ 1.1) พบว่านิสิตมีผลการเรียนต่ำกว่า C ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ และเรียนไม่จบรายวิชาหรือทำการถอนรายวิชาก่อน W ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแนวโน้มนิสิตที่ได้ผลการเรียนตั้งแต่ A ถึง B ลดลงด้วย สาเหตุอาจเป็นเพราะนิสิตอาจจะทำความเข้าใจในแบบฝึกหัดได้ยาก จึงทำสื่อผสมเพื่อสนับสนุนการสอนและทำให้เห็นภาพในแบบฝึกหัดมากขึ้น

ตารางที่ 1.1 ผลการเรียนกลศาสตร์วิศวกรรม 2 ตั้งแต่ปี 2549 -2554

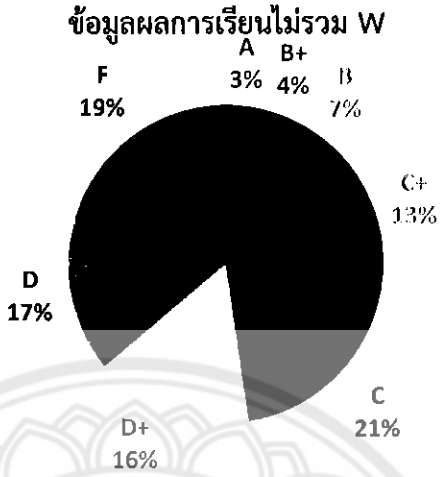
	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552	ปี 2553	ปี 2554*
A	14	22	9	18	8	2
B+	20	17	14	19	17	6
B	30	37	31	41	36	11
C+	55	49	61	67	77	41
C	94	103	79	122	111	55
D+	48	58	84	123	71	50
D	52	64	98	114	91	42
F	80	39	74	111	154	41
W	118	104	35	129	73	25

* หมายเหตุ ในปี 2554 มีข้อมูลสถิติ 1 ภาคเรียน



รูปที่ 1.1 กราฟแสดงสัดส่วนผลการเรียนในแต่ละปี

จากสัดส่วนรายปีพบว่าแนวโน้มที่นิสิตได้ผลการเรียนตั้งแต่ A ถึง B ลดลงทุกๆปี เมื่อมีการเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ดังที่แสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.2 สัดส่วนโดยรวมตั้งแต่ปี 2549 ถึง 2554 (ไม่รวม W)

สรุปข้อมูลจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียนวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 ตั้งแต่ปี 2549 ถึงปี 2554 ทั้งหมด 3144 คน หากนำผู้เรียนที่ถอนรายวิชาออกไปแล้วจำนวน 484 คน จะเหลือผู้เรียนจนได้ผลการเรียนเป็นจำนวน 2660 คน จะมีข้อมูลดังนี้

1. นิสิตที่มีผลการเรียนตั้งแต่ C ขึ้นไปจำนวน 1266 คน คิดเป็น 48%
2. นิสิตที่มีผลการเรียนต่ำกว่า C ลงไปจำนวน 1394 คน คิดเป็น 52%

ซึ่งจากผลการเรียนข้างต้นนั้นจะเห็นได้ว่า มีจำนวนนิสิตมากกว่าครึ่งที่มีผลการเรียนไม่ถึง C จึงเป็นที่มาของโครงงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 จัดทำสื่อผสมเพื่ออธิบายแบบฝึกหัดในแบบเรียนวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตามอัธยาศัยของนิสิตและเสริมสร้างความเข้าใจในแบบฝึกหัดให้มากขึ้น

1.2.2 เพื่อให้ผู้ที่สนใจศึกษาใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาและเสริมสร้างประสบการณ์ในรูปแบบของสื่อผสม

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทำให้ผู้ศึกษาเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น

1.3.2 สนับสนุนการเรียนรู้ตามอัธยาศัย

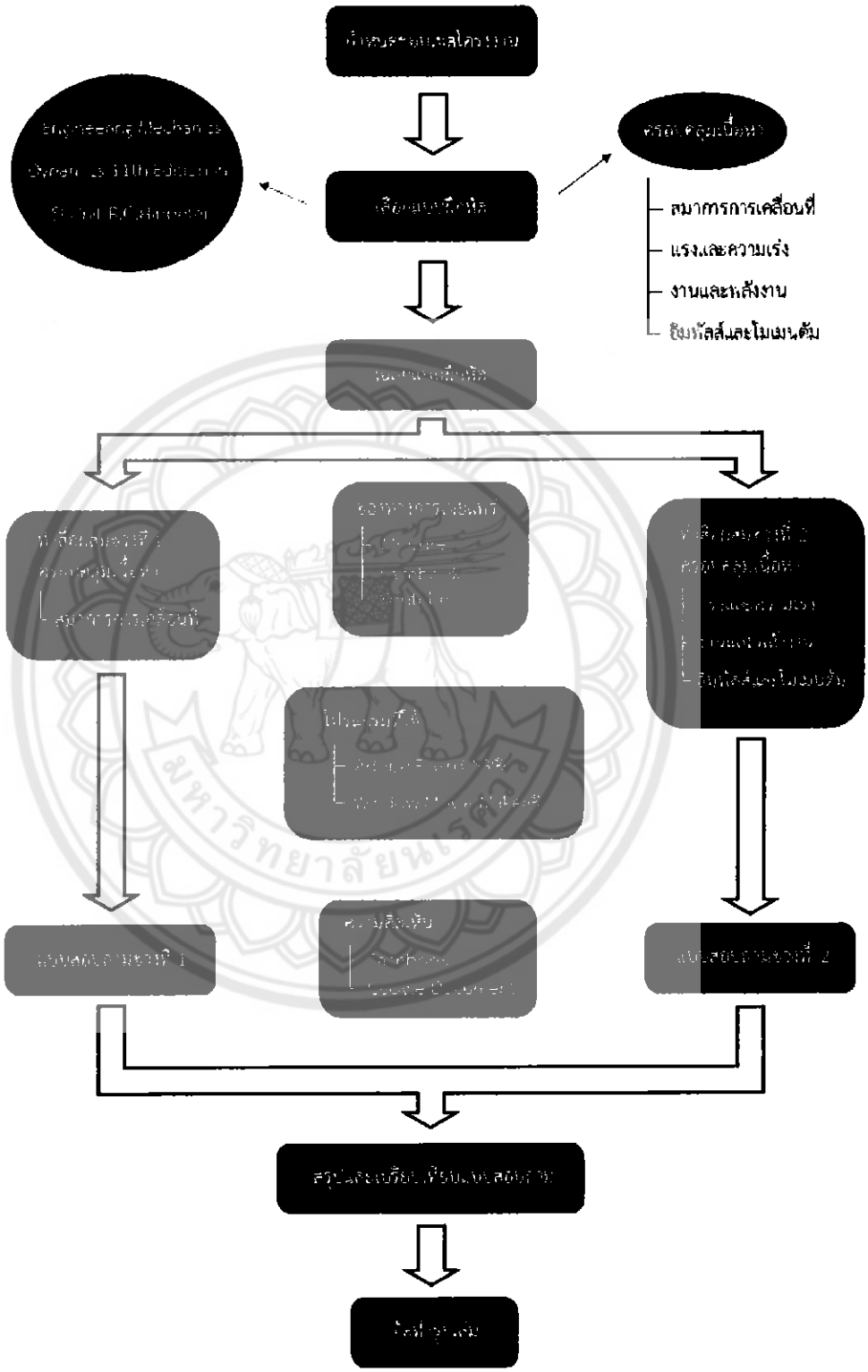
1.4 ขอบเขต

จัดทำสื่อผสมเพื่อสนับสนุนการสอนรายวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 (302212,Engineering Mechanic II) ในเรื่องของอนุภาคเท่านั้น เนื่องจากในส่วนของอนุภาคเป็นเพียงเนื้อหาครึ่งหนึ่งไม่ใช้เนื้อหาทั้งหมดประกอบด้วย จลนศาสตร์ของอนุภาคและจลนพลศาสตร์ของอนุภาค โดยได้ทำการเลือกแบบฝึกหัดมาทั้งหมด 12 ข้อ ซึ่งจะแบ่งเป็นเรื่องสมการการเคลื่อนที่ 5 ข้อ เรื่องแรงและความเร่ง 3 ข้อ เรื่องงานและพลังงาน 2 ข้อ และเรื่องอิมพัลส์และโมเมนตัม 2 ข้อ โดยเนื้อหาที่เลือกมานั้นมีความสำคัญต่อพื้นฐานของผู้ที่ศึกษา ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นหลักการในการวิเคราะห์และนำไปประยุกต์ใช้งานได้ โดยอ้างอิงมาจากหนังสือ Engineering Mechanics Dynamics in SI Unit R.C.Hibbeler ซึ่งเป็นเอกสารประกอบการสอนรายวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 ในปีการศึกษา พ.ศ 2549 - 2554

1.5 ขั้นตอนและแผนการดำเนินการ

เลือกแบบฝึกหัดเพื่อนำมาทำเป็นสื่อผสมนั้น แบบฝึกหัดที่เลือกมีวิธีทำที่มีเนื้อหาครอบคลุมในเรื่องของจลนศาสตร์ของอนุภาคและจลนพลศาสตร์ของอนุภาค หลังจากที่ทำการเลือกแบบฝึกหัดแล้วทางคณะผู้จัดทำก็จะนำแบบฝึกหัดที่ได้เลือกมาทำเฉลยและนำข้อมูลทั้งหมดมาจัดทำสื่อผสม ซึ่งในการทำสื่อผสมนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง โดยช่วงที่ 1 นั้นมีเนื้อหาในเรื่องของสมการการเคลื่อนที่ ซึ่งหลังจากการสร้างผสมในช่วงที่ 1 ได้นำสื่อผสมไปเผยแพร่และจัดทำแบบสอบถาม จากนั้นนำผลจากแบบสอบถามและข้อเสนอแนะในช่วงที่ 1 มาปรับปรุงและพัฒนาสื่อผสมในช่วงที่ 2 ซึ่งในช่วงที่ 2 นั้นมีเนื้อหาในเรื่อง แรงและความเร่ง งานและพลังงาน อิมพัลส์และโมเมนตัม และได้ทำการให้ผู้ที่ทดลองใช้งานตอบแบบสอบถามในช่วงที่ 2 และสรุปผลแบบสอบถามทั้ง 2 ช่วง ตามแผนภาพขั้นตอนการดำเนินงานดังที่แสดงในรูปที่ 1.3

แผนภาพสรุปขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 1.3 แผนภาพสรุปขั้นตอนดำเนินงาน

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	ปี 2554							ปี 2555												ปี 2556	
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1.รวมกลุ่มทำโครงงาน																					
2.ศึกษาแบบฝึกหัด																					
3.จัดทำเฉลย																					
4.จัดทำสื่อช่วงที่ 1																					
5.แบบสอบถามช่วงที่ 1																					
6.จัดทำสื่อช่วงที่ 2																					
7.แบบสอบถามช่วงที่ 2																					
8.สรุปแบบสอบถาม																					
9.จัดทำรูปเล่ม																					

1.7 สถานที่ปฏิบัติงาน

- ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.8 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

ตารางที่ 1.3 ค่าใช้จ่ายสำหรับโครงงาน

ลำดับที่	รายการ	งบประมาณ (บาท)	หมายเหตุ
1	คอมพิวเตอร์	-	
2	โปรแกรม - Adobe Flash CS3® - Windows Movie Maker®	6000 ฟรี	
3	ไมโครโฟนอัดเสียง	800	
รวม		6800	

บทที่ 2

ทฤษฎีและการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ 8 ขั้น ของกาเย่ (Gagne) [2]

1. การจูงใจ (Motivation Phase) การคาดหวังของผู้เรียนเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้
2. การรับรู้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Apprehending Phase) ผู้เรียนจะรับรู้สิ่งที่สอดคล้องกับความตั้งใจ
3. การปรุงแต่งสิ่งที่รับรู้ไว้เป็นความจำ (Acquisition Phase) เพื่อให้เกิดความจำระยะสั้นและระยะยาว
4. ความสามารถในการจำ (Retention Phase)
5. ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว (Recall Phase)
6. การนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว (Generalization Phase)
7. การแสดงออกพฤติกรรมที่เรียนรู้ (Performance Phase)
8. การแสดงผลการเรียนรู้กลับไปยังผู้เรียน (Feedback Phase) ผู้เรียนได้รับทราบผลเร็วจะทำให้มีผลดีและประสิทธิภาพสูง

ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ให้มีความน่าสนใจและง่ายต่อการทำความเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น

2.2 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาสื่อผสม

2.2.1 Adobe Flash CS3®

โปรแกรม Flash เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการสร้างสื่อมัลติมีเดีย, ภาพเคลื่อนไหว (Animation), ภาพกราฟิกที่มีความคมชัด เนื่องจากเป็นกราฟิกแบบเวกเตอร์(Vector), สามารถเล่นเสียงและวีดีโอ แบบสเตริโอได้, สามารถสร้างงานให้โต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive Multimedia) มีฟังก์ชั่นสำหรับการเขียนโปรแกรม (Action Script) และยังทำงานในลักษณะ CGI (Common Gateway Interfaces) โดยเชื่อมต่อกับการเขียนโปรแกรมภาษาอื่นๆ ได้มากมาย เช่น ภาษา PHP, JSP, ASP, ASP.NET, C/C++ , - C# , C#.NET,VB , VB.NET, JAVA เป็นต้น

ข้อดี

1.ทำให้สื่อการสอนมีความน่าสนใจมากขึ้น

2.สามารถเปิดไฟล์วีดีโอ หรือไฟล์เสียง ผ่านเว็บไซต์ได้

3.โปรแกรม Flash นั้นปัจจุบันมีความสามารถมาก สามารถสร้างโปรแกรม สื่อผสม หรือเกมส์ได้

4.สามารถแปลงไฟล์ไปอยู่ในฟอร์แมตอื่น ได้หลากหลาย เช่น avi, mov, gif, wav, emf, eps, ai, dxf, bmp , jpg, gif, png เป็นต้น

เหตุผลที่เลือกใช้

1.ใช้งานง่ายเพราะ User Interface (ส่วนเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์) ที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน

2.มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย

2.2.2 Windows Movie Maker®

Windows Movie Maker® เป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างภาพยนตร์และการนำเสนอภาพนิ่งบนคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งชื่อเรื่อง ช่วงการเปลี่ยนภาพ ลักษณะพิเศษ ดนตรี หรือแม้กระทั่งคำบรรยายภาพแบบมืออาชีพ และเมื่อสร้างเสร็จแล้ว สามารถใช้ Windows Movie Maker เพื่อเผยแพร่ภาพยนตร์และแบ่งปันให้กับเพื่อนๆ ได้

ข้อดี

1. ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน
2. เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป

เหตุผลที่เลือกใช้

1. สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม Flash ได้ดี
2. ติดตั้งมากับคอมพิวเตอร์เพราะมีให้ใช้บนวินโดว์

2.3 ทฤษฎีและเนื้อหาในสื่อการสอน

2.3.1 กลศาสตร์ภาคอนุภาค (Particle)

กลศาสตร์ภาคอนุภาค ซึ่งว่าด้วยการเคลื่อนที่ของวัตถุ และผลของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ แบ่งออกเป็น 2 สาย คือ

2.3.1.1 จลนศาสตร์ (Kinematics) จลนศาสตร์การเคลื่อนที่เชิงเส้นตรง การเคลื่อนที่เชิงเส้นโค้งบนระนาบ การเคลื่อนที่แบบหมุน การเคลื่อนที่สัมบูรณ์กับการเคลื่อนที่สัมพัทธ์

2.3.1.2 จลนพลศาสตร์ (Kinetics) เป็นสาขาหนึ่งของพลศาสตร์ ซึ่งว่าด้วยกฎของนิวตัน (แรงและความเร่ง) ทฤษฎีของงานและพลังงาน ทฤษฎีของอิมพัลส์กับโมเมนตัมเชิงเส้น และทฤษฎีของอิมพัลส์กับโมเมนตัมเชิงมุม

2.3.2 นิยามตัวแปรที่สำคัญ

ปริภูมิ (space) เป็นขอบเขตทางเรขาคณิตซึ่งมีเหตุการณ์ต่างๆ เกิดขึ้น ซึ่งจะมีความหมายเป็นขอบเขต 3 มิติ

เวลา (time) คือการวัดความต่อเนื่องของเหตุการณ์โดยเทียบกับมาตรฐานสากล หน่วยของเวลาที่ใช้เป็นวินาที

มวล (mass) คือการวัดเชิงปริมาณของความเฉื่อยซึ่งเป็นสมบัติของวัตถุที่จะคงสภาพนิ่งอยู่อย่างเดิมตลอดไปหรือคงสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรงตลอดไป มวลวัตถุมีผลต่อแรงดึงดูดจากความโน้มถ่วงระหว่างตัวมันเองกับวัตถุอื่น

แรง (force) คือการกระทำของวัตถุหนึ่งต่ออีกวัตถุหนึ่ง แรงมีแนวโน้มที่จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของแรง

อนุภาค (particle) คือวัตถุที่ถือว่าไม่มีขนาด ในทางคณิตศาสตร์ถือว่าอนุภาคมีขนาดเข้าใกล้ศูนย์แต่บางครั้งเพื่อความสะดวกในการกำหนดตำแหน่งหรือการเคลื่อนที่เราอาจถือว่าวัตถุที่มีขนาดเป็นอนุภาคก็ได้

2.3.3 ปริมาณสเกลาร์ และปริมาณเวกเตอร์

สเกลาร์ (scalar) คือ ปริมาณที่บ่งบอกให้ทราบเฉพาะขนาดเพียงอย่างเดียว ได้แก่ เวลา ปริมาตร ความหนาแน่น อัตราเร็ว พลังงาน และมวล เป็นต้น

เวกเตอร์ (vector) คือปริมาณที่บ่งบอกให้ทราบทั้งขนาด และทิศทาง ได้แก่ การกระจัด ความเร็ว ความเร่ง แรง โมเมนต์ และโมเมนตัม เป็นต้น

เราสามารถจำแนกปริมาณเวกเตอร์ออกเป็น 3 ชนิดคือ

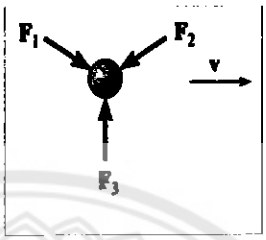
1. เวกเตอร์อิสระ (free vector) เป็นเวกเตอร์ที่มีตำแหน่งไม่แน่นอน ดังนั้นจึงเขียนได้เฉพาะขนาดและทิศทางเท่านั้น เช่น เวกเตอร์ของการกระจัดของจุดทุกจุดบนวัตถุใดๆ ซึ่งเคลื่อนที่โดยปราศจากการหมุน และเวกเตอร์ของแรงคู่ควบ

2. เวกเตอร์เลื่อนที่ได้ (sliding vector) เป็นเวกเตอร์ที่มีแนวแน่นอนไปตามเส้นตรงหนึ่งในปริภูมิ ตำแหน่งของเวกเตอร์เปลี่ยนแปลงได้แต่ต้องอยู่บนแนวเส้นตรงเดิม เช่นเวกเตอร์ของแรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุเกร็ง

3. เวกเตอร์ตรึง (fixed vector) เป็นเวกเตอร์ที่มีแนวกระทำ และตำแหน่งแน่นอนที่จุดใดจุดหนึ่งเพียงจุดเดียวบนวัตถุหนึ่งๆ เช่น เวกเตอร์ของแรงที่กระทำกับวัตถุแปรรูป ทั้งนี้ ถ้าเวกเตอร์เปลี่ยนตำแหน่งกระทำจะมีผลต่อการแปรรูปของวัตถุ ดังนั้นจึงต้องกำหนดตำแหน่งของเวกเตอร์ให้คงที่แน่นอน

2.3.4 กฎของนิวตัน

กฎข้อที่หนึ่ง กล่าวว่า ถ้าผลรวมของแรงต่างๆซึ่งกระทำต่ออนุภาคหนึ่งเป็นศูนย์ อนุภาคนั้นจะยังคงสภาพนิ่งอยู่อย่างเดิมตลอดไป (ถ้าเดิมอยู่นิ่งกับที่) หรือคงสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรงตลอดไป (ถ้าเดิมกำลังเคลื่อนที่) ตราบใดที่ไม่มีแรงไม่สมดุลมากระทำต่อมัน



รูป 2.1 แสดงอนุภาคอยู่ในสภาพสมดุล

กฎข้อที่สอง กล่าวว่า ถ้าผลรวมของแรงต่างๆซึ่งกระทำต่ออนุภาคหนึ่งไม่เป็นศูนย์ ผลรวมของแรงต่างๆจะมีค่าเท่ากับผลคูณของมวลสารของอนุภาคกับความเร่งลัพธ์ของอนุภาค นั่นคือ

$$\sum F = ma$$

โดยที่

F แทน ผลรวมของแรงต่างๆ (แรงลัพธ์) ซึ่งกระทำต่ออนุภาค

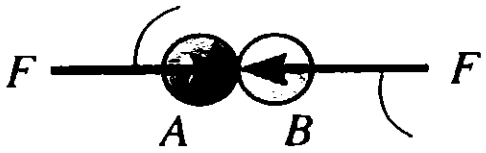
m แทน มวลสารของอนุภาค

a แทน ความเร่งลัพธ์ของอนุภาคในทิศทางของแรงลัพธ์

ซึ่งเห็นได้ว่า อนุภาคมีความเร่งเป็นสัดส่วนตรงกับแรงลัพธ์ และอยู่ในทิศทางของแรงลัพธ์ดังแสดงในรูปที่ 2.2 และเป็นสัดส่วนกลับกับมวลสารของอนุภาค

รูป 2.2 อนุภาคกำลังเคลื่อนที่โดยมีความเร่ง

กฎข้อที่สาม กล่าวว่า แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุสองชิ้นซึ่งมีการกระทำต่อกัน (สัมผัสกัน) จะมีขนาดเท่ากัน ทิศทางตรงข้ามกัน และอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูป 2.3 แสดงแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

2.3.5 สมการการเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ของอนุภาคจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่ง มีสมการดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สมการการเคลื่อนที่ของอนุภาค

	Differentiate	Integrate
Position	s	$\int_{s_0}^{s} ds = \int_{0}^{t} v dt$
velocity	$v = \frac{ds}{dt}$	$\int_{v_0}^{v} dv = \int_{0}^{t} a dt$ or $\int_{v_0}^{v} v dv = \int_{0}^{t} a ds$
acceleration	$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt} = v\frac{dv}{ds}$	a

2.3.6 แรงและความเร่ง

การนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันมาประยุกต์ใช้โดยตรง เป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง แรง มวล และ ความเร่ง มีสมการดังนี้

$$\sum F = ma$$

2.3.7 งานและพลังงาน

การนำสมการการเคลื่อนที่ไปสัมพันธ์กับงาน เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างงานและการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่เกิดขึ้น โดยมีสมการ

$$dU = F \cdot ds$$

และ กฎการอนุรักษ์พลังงาน

$$T_A + V_A = T_B + V_B$$

2.3.8 อิมพัลส์และโมเมนตัม

การนำสมการการเคลื่อนที่ มาแปลงให้อยู่ในเทอมของอิมพัลส์และโมเมนตัม เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอิมพัลส์และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมที่เกิดขึ้น มีสมการดังนี้

$$mv_1 + \sum \int_{t_1}^{t_2} Fdt = mv_2$$

และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

$$(m_A v_A)_1 + (m_B v_B)_1 = (m_A v_A)_2 + (m_B v_B)_2$$

บทที่ 3

การพัฒนาสื่อผสม

โครงงานการพัฒนาสื่อผสมเพื่อสนับสนุนการสอนรายวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 โดยมีขั้นตอนการพัฒนาสื่อผสมดังต่อไปนี้

3.1 การเลือกแบบฝึกหัด

เลือกแบบฝึกหัดเพื่อนำมาทำเป็นสื่อผสม ซึ่งแบบฝึกหัดที่เลือกมามีเนื้อหาครอบคลุมในเรื่องของจลนศาสตร์ของอนุภาค และจลนพลศาสตร์ของอนุภาค โดยได้ทำการเลือกแบบฝึกหัดมาทั้งหมด 12 ข้อ ซึ่งจะแบ่งเป็นเรื่องสมการการเคลื่อนที่ 5 ข้อ เรื่องแรงและความเร่ง 3 ข้อ เรื่องงานและพลังงาน 2 ข้อ และเรื่องอิมพัลส์และโมเมนตัม 2 ข้อ ซึ่งสาเหตุที่เลือกมาเพียง 12 ข้อนั้น ทางคณะผู้จัดทำมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการทำเฉลยและสร้างสื่อการสอน โดยทั้ง 12 ข้อนั้นมีรายละเอียดดังที่แสดงในตาราง 3.1

ตาราง 3.1 สรุปแบบฝึกหัดที่นำมาทำสื่อ

เรื่อง	ข้อมูลสรุป
สมการการเคลื่อนที่	1. การเคลื่อนที่เมื่อความเร่งติดลบ 2. การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง 3. การหาความเร่งและระยะทางจากสมการความเร็ว 4. การคำนวณโดยใช้กราฟ 5. การคำนวณแบบสองแกน
แรงและความเร่ง	1. การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง 2. การหมุน 3. การหาแรงตึงเชือกและ θ ณ จุดสูงสุดโดยสมการแรงและความเร่ง
งานและพลังงาน	1. ความสัมพันธ์ของงานและพลังงาน 2. กฎการอนุรักษ์พลังงาน
อิมพัลส์และโมเมนตัม	1. การอนุรักษ์โมเมนตัม 2. การประยุกต์การใช้อิมพัลส์และการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์

3.2 เฉลยแบบฝึกหัด

หลังจากทำการเลือกแบบฝึกหัดแล้ว ได้นำแบบฝึกหัดที่เลือกมาทำเฉลย โดยมีการอธิบายขั้นตอนของวิธีทำอย่างละเอียด ซึ่งแบบฝึกหัดที่ทำการเฉลยนั้นมีดังต่อไปนี้

3.2.1 เฉลยแบบฝึกหัดเรื่องสมการการเคลื่อนที่

ข้อที่ 1 การเคลื่อนที่เมื่อความเร่งติดลบ

มอเตอร์ไซค์เคลื่อนที่บนทางตรงด้วยความเร็ว $27\ m/s$ เมื่อเบรกจะมีความเร่งเท่ากับ $-6t\ m/s^2$ จงหาระยะเบรกของมอเตอร์ไซค์ตั้งแต่เริ่มเบรกจนหยุด

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ $v_0 = 27\ m/s$, $a = -6t\ m/s^2$, จงหา s =?

หา t จากสมการ $a = \frac{dv}{dt}$

จะได้ $\int_{v_0}^{v} dv = \int_0^t a dt$ ..... (1).

แทนค่า $a = -6t\ m/s^2$ ลงในสมการที่ (1).

จะได้ $\int_{v_0}^{v} dv = \int_0^t -6t dt$

$v - v_0 = -3t^2 - 0$ ..... (2).

$v = v_0 - 3t^2$

แทนค่า $v_0 = 27\ m/s$ ลงในสมการที่ (2).

จะได้ $0 - 27 = -3t^2 - 0$

$t = 3\ s.$

หา s จากสมการ $v = \frac{ds}{dt}$

จะได้ $\int_{s_0}^{s} ds = \int_0^t v dt$ ..... (3).

แทนค่า $v = v_0 - 3t^2$ ลงในสมการที่ (3).

จะได้ $\int_{s_0}^{s} ds = \int_0^t (v_0 - 3t^2) dt$

$s - s_0 = 27t - t^3$ ..... (4).

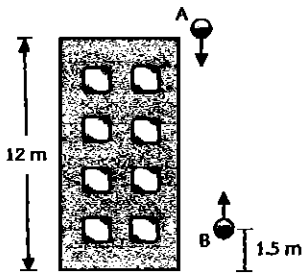
แทนค่า $t = 3\ s.$ ลงในสมการที่ (4).

จะได้ $s - 0 = 27(3) - 3^3$

$s = 54\ m.$

∴ ระยะทางตั้งแต่มอเตอร์ไซค์เริ่มเบรกจนหยุดเท่ากับ 54 เมตร *Ans*

ข้อที่ 2 การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง



บอล A ถูกปล่อยลง จากระดับความสูง $12\ m$ ในขณะเดียวกัน บอล B ถูกโยนขึ้นไปจากความสูง $1.5\ m$ จากพื้นดิน บอลทั้งสองเคลื่อนที่สวนกันที่ระดับความสูง $6\ m$ จงหาความเร็วของบอล B ที่ถูกโยนขึ้น

วิธีทำ **คิดจากบอลที่ปล่อยลงมา**

จากสมการ $v = \frac{ds}{dt}$

จะได้ $\int_{s_0}^{s} ds = \int_0^t (v_0 + at)dt$

$s - s_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

แทนค่า $6 - 0 = 0 + \frac{1}{2}(9.81)t^2$

$t = 1.1\ s.$

คิดจากบอลที่ถูกโยนขึ้น

จากสมการ $v = \frac{ds}{dt}$

จะได้ $\int_{s_0}^{s} ds = \int_0^t (v_0 + at)dt$

$s - s_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

แทนค่า $6 - 1.5 = v_0(1.1) + \frac{1}{2}(9.81)(1.1)^2$

$v_0 = 9.49\ m/s$

∴ ความเร็วของบอล B เท่ากับ 9.49 เมตร/วินาที *Ans*

ข้อที่ 3 การหาความเร่งและระยะทางจากสมการความเร็ว

รถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $v = 3t^2 + 2t\ ft/s$, ที่ t คือเวลา จงหาตำแหน่งและความเร่งของรถยนต์เมื่อเวลาผ่านไป 3 วินาที กำหนด $t = 0, s = 0$

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ $v = 3t^2 + 2t\ ft/s$, $t = 3\ s$, จงหา a, s =?

หา a จากสมการ $a = \frac{dv}{dt}$

แทนค่า $a = \frac{d(3t^2+2t)}{dt}$

$= 6t + 2$

$= 6(3) + 2$

$a = 20\ ft/s^2$

หา S จากสมการ $v = \frac{ds}{dt}$

จะได้ $\int_{s_0}^{s} ds = \int_0^t v dt$

$\int_{s_0}^{s} ds = \int_0^t (3t^2 + 2t) dt$

$s - s_0 = (t^3 + t^2) + 0$

$s - 0 = (3^3 + 3^2) + 0$

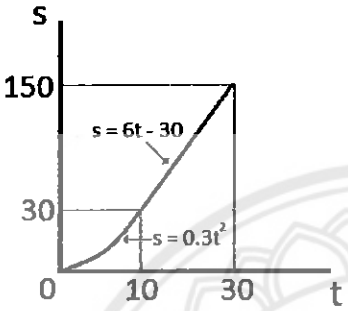
$s = 36\ ft.$

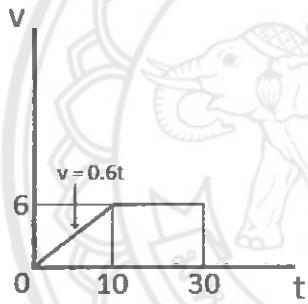
∴ เมื่อเวลาเท่ากับ 3 วินาทีรถจะมีความเร่งเท่ากับ 20 ft/s^2 และมีระยะทาง **36 ฟุต** *Ans*

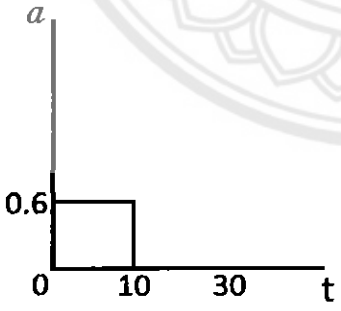
ข้อที่ 4 การคำนวณโดยใช้กราฟ

จักรยานเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 150 เมตร แสดงเป็นกราฟได้ดังภาพ. จงแสดงกราฟความสัมพันธ์ $v-t$ และ $a-t$ ในระหว่างช่วงเวลา $t = 0 - 30\ s$

วิธีทำ







หากราฟ v ที่ช่วงเวลา 0 -10 วินาที

จากสมการ $v = \frac{ds}{dt}\ ;\ s = 0.3t^2\ m$

จะได้ $v = 0.6t$

แทนค่า $t = 10\ s.$

จะได้ $v_{10} = 6\ m/s$

หากราฟ v ที่ช่วงเวลา 10 - 30 วินาที

จากสมการ $v = \frac{ds}{dt}\ ;\ s = 6t - 30\ m$

จะได้ $v = 6\ m/s$

หากราฟ a ที่ช่วงเวลา 0 -10 วินาที

จากสมการ $a = \frac{dv}{dt}\ ;\ v = 0.6t\ m/s$

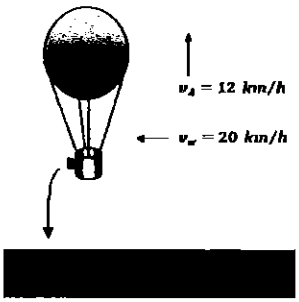
จะได้ $a = 0.6\ m/s^2$

หากราฟ a ที่ช่วงเวลา 10 - 30วินาที

จากสมการ $a = \frac{dv}{dt}, v = 6\ \ m/s$

จะได้ $a = 0\ m/s^2$

ข้อที่ 5 การคำนวณแบบสองแกน



บอลลูนเคลื่อนที่ขึ้นด้วยอัตราเร็ว $v_A = 12\ km/hr$ และเคลื่อนที่ในแนวนอนที่ $v_w = 20\ km/hr$ ถ้าปล่อยถุงทรายลงสู่พื้นจากบอลลูนที่ความสูง $50\ m$ จงหาเวลาที่ถุงทรายตกถึงพื้น

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ $v_A = 12\ km/hr$, $v_W = 20\ km/hr$, $h = 50\ m$, $g = 9.81\ m/s$

หาสมการ v_y จากสมการ $\int_{v_{0y}}^{v_y} dv_y = \int_0^t a_y\,dt$; $a_y = -g$

$$v_y = a_y t + v_A\ ;\ a_y = -g$$

จะได้ $$v_y = -gt + v_A$$

หาสมการ s_y จากสมการ $\int_{s_{0y}}^{s_y} ds_y = \int_0^t (-gt + v_A)dt$; $s_y = 0, s_{0y} = h$

$$s_y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_A t + h\ ;\ s_y = 0$$

หา t จากสมการ $$s_y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_A t + h\ ;\ s_y = 0$$

จะได้ $$0 = -\frac{1}{2}gt^2 + v_A t + h$$

$$t = \frac{-v_A \pm \sqrt{v_A^2 - 4\left(-\frac{1}{2}g\right)(h)}}{2\left(-\frac{1}{2}g\right)}$$

$$t = \frac{v_A \pm \sqrt{v_A^2 - 2gh}}{g}$$

แทนค่า $v_A = 3.33\ m/s$, $h = 50\ m$, $g = 9.81\ m/s^2$

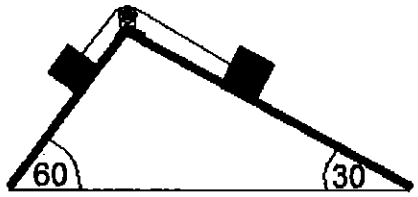
จะได้ $$t = \frac{3.33 \pm \sqrt{(3.33)^2 - 2(9.841)(50)}}{(9.81)}$$

$$t = 3.55s.$$

∴ ถุงทรายจะตกถึงพื้นโดยใช้เวลาเท่ากับ 3.55 วินาที *Ans*

3.2.2 เฉลยแบบฝึกหัดเรื่องแรงและความเร่ง

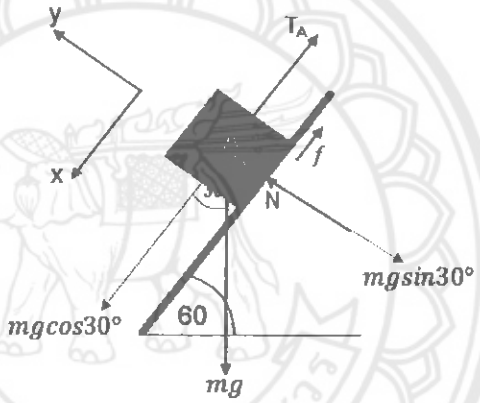
ข้อที่ 1 การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง



กล่อง A และกล่อง B อยู่บนพื้นเอียงดังภาพ ซึ่งกล่องทั้งสองมีน้ำหนัก $100\ N$ ถ้าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างกล่องกับพื้นเท่ากับ 0.1 จงหาอัตราเร่งของกล่องทั้งสอง

<u>วิธีทำ</u> โจทย์กำหนดให้ $m_A = 100\ N$, $m_B = 100\ N$, $\mu_k = 0.1$

<u>คิดที่กล่อง A</u>



<u>Free-body Diagram</u>

จากสมการ $+\swarrow \Sigma F_x = ma_A$

จะได้ $mgcos30° - T_A - f_A = ma_A$ ..... (1).

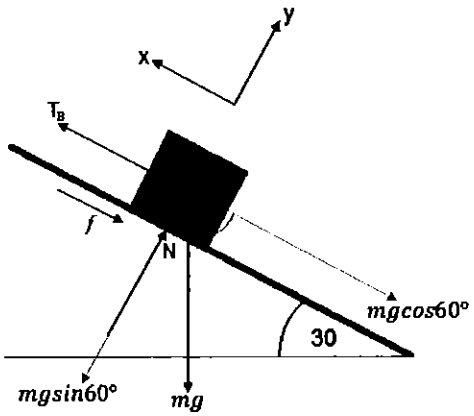
จากสมการ $+\nwarrow \Sigma F_y = 0$

จะได้ $N_A - mgsin30° = 0$

$\therefore$ $N_A = mgsin30°$ ..... (2).

มีต่อ.

คิดที่กล่อง B



Free-body Diagram

จากสมการ $+\nwarrow \Sigma F_x = ma_B$

จะได้ $T_B - mgcos60° - f_B = ma_B$ ……. (3).

จากสมการ $+\nearrow \Sigma F_y = 0$

จะได้ $N_B - mgsin60° = 0$

$N_B = mgsin60°$ ……. (4).

เนื่องจากกล่อง A และ B อยู่บนเส้นเชือกเดียวกันก็จะได้ว่า $T_A = T_B$ และ $a_A = a_B$ แทนค่า T_B และ a_B ลงในสมการที่ (1).

จะได้ $mgcos30° - T_B - f_A = ma_B$ ……. (5).

นำสมการที่ (3). +(5). จะได้

$$mgcos30° - f_A - mgcos60° - f_B = 2ma_B$$

$$mgcos30° - \mu_k N_A - mgcos60° - \mu_k N_B = 2ma_B$$

$$100(0.866) - (0.1)(50) - 100(0.5) - (0.1)(86.6) = 2\left(\frac{100}{9.81}\right)a_B$$

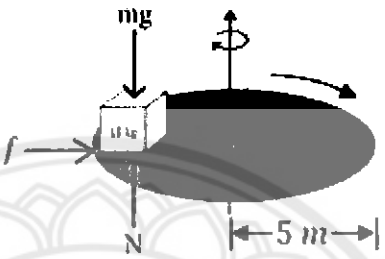
$$a_B = 1.125\ m/s^2$$

∴ ความเร่งของกล่อง A และกล่อง B มีค่าเท่ากับ $1.125\ m/s^2$ *Ans.*

ข้อที่ 2 การหมุน

วัตถุมวล $15\ kg$ วางอยู่บนขอบของจานหมุนที่มีรัศมี $r = 5\ m$ ถ้าความเร็วในการหมุนของจานหมุนเริ่มจากช้าๆ และเพิ่มขึ้นด้วยความเร่ง จงหาความเร็วสูงสุดก่อนที่วัตถุจะหลุดออกจากจานหมุน กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างวัตถุกับจารหมุนมีค่าเท่ากับกับ 0.2

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ $m = 15\ kg$, $r = 5\ m$, $\mu = 0.2$



Free-body Diagram

จากสมการ $\sum F_n = ma_n$; $a_n = \frac{v^2}{r}$

จะได้ $f = m\left(\frac{v^2}{r}\right)$

$v^2 = \frac{fr}{m}$; $f = \mu N$

จะได้ $v^2 = \frac{\mu N r}{m}$

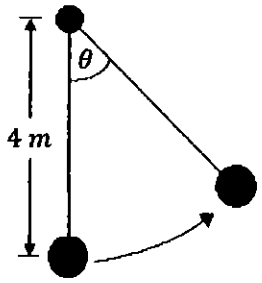
$v = \sqrt{\frac{\mu N r}{m}}$

แทนค่า $v = \sqrt{\frac{(0.2)(15\times 9.81)(5)}{15}}$

$v = 3.132\ m/s$

∴ ความเร็วสูงสุดของจานหมุนเท่ากับ 3.132 เมตร/วินาที *Ans.*

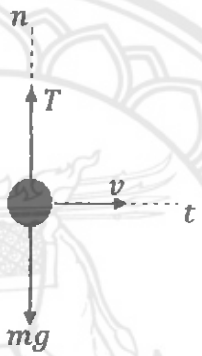
ข้อที่ 3 การหาแรงตึงเชือก และ θ ณ จุดสูงสุด



ลูกตุ้มมีมวล $30\ kg$ ถูกแกว่งอยู่บนเส้นเชือกด้วยความเร็ว $4\ m/s$ ที่จุดต่ำสุดของลูกตุ้มกำหนดให้ $\theta = 0°$ จงหาแรงตึงเชือก ณ จุดต่ำสุดและมุม θ สูงสุดที่ลูกตุ้มเคลื่อนที่ได้

<u>วิธีทำ</u> โจทย์กำหนดให้ $m = 30\ kg$, $v = 4\ m/s$, $r = 4\ m$, $g = 9.81\ m/s^2$

<u>คิดขณะที่ลูกบอลอยู่ ณ จุดต่ำสุด</u>



<u>Free-body Diagram</u>

จากสมาการ $\sum F_n = ma_n \ ; \ a_n = \frac{v^2}{r}$

จะได้ $T - mg = m\left(\frac{v^2}{r}\right)$

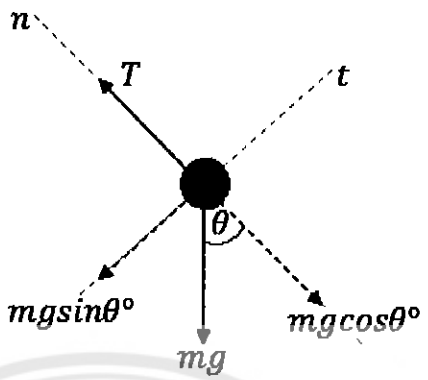
$$T = m\left(\frac{v^2}{r}\right) + mg$$

แทนค่า $T = (30)\left(\frac{4^2}{4}\right) + 30(9.81)$

$\therefore$ $T = 414.3\ N$

มีต่อ.

<u>คิดขณะที่ลูกบอลเคลื่อนที่ขึ้นไปทำมุม θ</u>



<u>Free-body Diagram</u>

จากสมการ $\Sigma F_t = ma_t \; ; a_t = \frac{v}{r}\left(\frac{dv}{d\theta}\right)$

จะได้ $-mgsin\theta = m\left(\frac{v}{r}\right)\left(\frac{dv}{d\theta}\right)$

ลดรูปสมการโดยการนำ m หารออกทั้งสองข้าง

จะได้ $-gsin\theta = \frac{v}{r}\left(\frac{dv}{d\theta}\right)$

$$\int_v^0 vdv = -\int_0^\theta rgsin(\theta)d\theta$$

$$-\frac{v^2}{2} = rg(cos\theta - 1)$$

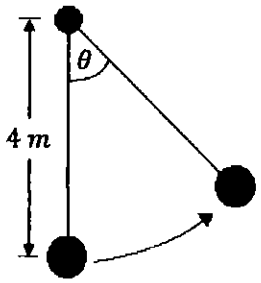
แทนค่า $$-\frac{4^2}{2} = (4)(9.81)(cos\theta - 1)$$

$\therefore$ $$\theta = 37.238°$$

$\therefore$ **ลูกตุ้มมีแรงตึงเชือกเท่ากับ 414.3 นิวตัน และมุม θ สูงสุดเท่ากับ 37.238°** <u>Ans</u>

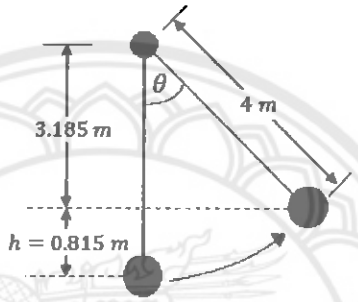
3.2.3 เฉลยแบบฝึกหัดเรื่องงานและพลังงาน

ข้อที่ 1 ความสัมพันธ์ของงานและพลังงาน



ลูกตุ้มมีมวล $30\ kg$ ถูกแกว่งอยู่บนเส้นเชือกด้วยความเร็ว $4\ m/s$ ที่จุดต่ำสุดของลูกตุ้มกำหนดให้ $\theta = 0°$ จงหามุม θ สูงสุดที่ลูกตุ้มเคลื่อนที่ได้ โดยใช้สมการกฎอนุรักษ์พลังงานในการคำนวณ

วิธีทำ



Free-body Diagram

ใช้สมการกฎอนุรักษ์พลังงานในการคำนวณ

$$T_A + V_A = T_B + V_B$$

จะได้ $$0 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 + 0$$

ลดรูปสมการโดยนำ m หารออกทั้งสองข้าง

จะได้ $$h = \frac{v^2}{2g}$$

แทนค่า $$h = \frac{4^2}{2(9.81)} = 0.815\ m$$

$$4 - 0.815 = 3.185\ m$$

$$cos\theta = \frac{3.185}{4}$$

$$\theta = 37.227°$$

∴ มุม θ สูงสุดที่บอลเคลื่อนที่ไปได้เท่ากับ $37.227°$ *Ans*

ข้อที่ 2 การอนุรักษ์พลังงาน

รถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 40 km/h เมื่อรถเบรกจะมีระยะทางในการเบรกเท่ากับ 3 m ถ้ารถยนต์วิ่งด้วยความเร็ว 80 km/h จะต้องใช้ระยะทางในการเบรกกี่เมตร

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ $v_1 = 40\ km/h \longrightarrow v_1 = 40 \times \frac{1000}{3600} = 11.11\ m/s$

$v_2 = 80\ km/h \longrightarrow v_2 = 80 \times \frac{1000}{3600} = 22.22\ m/s$

$d_1 = 3\ m$

คิดช่วงที่รถเบรกครั้งแรก

จากสมการกฎอนุรักษ์พลังงาน $\frac{1}{2}mv_1^2 - \mu_k mgd_1 = 0$

จะได้ $\frac{1}{2}mv_1^2 = \mu_k mgd_1$

ลดรูปสมการโดยการนำ m หารออกทั้งสองข้าง

จะได้ $\mu_k = \frac{v_1^2}{2gd_1}$

แทนค่า $\mu_k = \frac{11.11^2}{2(9.81)(3)} = 2.097$

คิดช่วงที่รถเบรกครั้งที่สอง

จากสมการกฎอนุรักษ์พลังงาน $\frac{1}{2}mv_2^2 - \mu_k mgd_2 = 0$

จะได้ $\frac{1}{2}mv_2^2 = \mu_k mgd_2$

ลดรูปสมการโดยการนำ m หารออกทั้งสองข้าง

จะได้ $d_2 = \frac{v_2^2}{2\mu_k g}$

แทนค่า $d_2 = \frac{22.22^2}{2(2.097)(9.81)} = 12\ m$

∴ ระยะเบรกของรถครั้งที่สองเท่ากับ 12 เมตร *Ans.*

3.2.4 เฉลยแบบฝึกหัดเรื่องอิมพัลส์และโมเมนตัม

ข้อที่ 1 การอนุรักษ์โมเมนตัม

รถบัสมีน้ำหนัก 75 kN เคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็ว 2.5 m/s ในขณะเดียวกันรถยนต์มีน้ำหนัก 15 kN เคลื่อนที่ไปทางซ้ายด้วยความเร็ว 2 m/s ถ้ารถทั้งสองคันชนกันและเคลื่อนที่ติดกันไป จงหาความเร็วและทิศทางของรถทั้งสองหลังจากการชน

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ $W_B = 75\ kN$, $W_A = 15\ kN$

$$v_B = 2.5\ m/s\ ,\quad v_A = 2\ m/s$$

ถ้าหลังจากที่รถชนกันแล้วรถทั้งสองมีทิศการเคลื่อนที่ไปในทางเดียวกันจะได้สมการ

$$\left(\frac{W_B}{g}\right)v_B - \left(\frac{W_A}{g}\right)v_A = \left(\frac{W_B+W_A}{g}\right)v$$

ลดรูปสมการโดยการนำ gมาคูณเข้าทั้งสองข้างจะได้

$$v = \frac{W_B v_B - W_A v_A}{W_B + W_A}$$

แทนค่า $$v = \frac{(75)(2.5)-(15)(2)}{75+15}$$

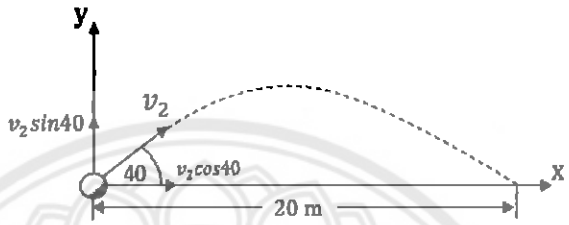
$$v = 1.75\ m/s$$

$\therefore$ ความเร็วหลังจากที่รถทั้งสองชนกันเท่ากับ 1.75 m/s มีทิศไปทางขวา *Ans.*

ข้อที่ 2 การประยุกต์การใช้อิมพัลส์และการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์

ลูกกอล์ฟมวล $50\ g$ ถูกตีขึ้นไปทำมุม $40°$ กับระนาบ และตกห่างจากจุดที่ถูกตีเป็นระยะทาง $20\ m$ จงหาอิมพัลส์ที่เกิดขึ้นในขณะที่ลูกกอล์ฟถูกตีด้วยไม้กอล์ฟ โดยไม่คิดแรงลัพธ์ที่เกิดจากน้ำหนักของลูกกอล์ฟ

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ $m = 50\ g\ ,\ s = 20\ m\ ,\ \theta = 40$



Free-body Diagram

หาอิมพัลส์จากสมการ

$$mv_1 + \sum \int_{t_1}^{t_2} F dt = mv_2 \quad ; \quad v_1 = 0$$

จะได้ $$\sum \int_{t_1}^{t_2} F dt = mv_2 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i).$$

หา v_2 โดยเริ่มคิดที่แกน x ซึ่งในแกน x นั้นจะมี $a = 0$ จากสมการ : $v = \frac{ds}{dt}$

จะได้ $$v_2 cos40 = \frac{ds}{dt}$$

$$\int_0^t v_2 cos40 dt = \int_0^{20} ds$$

$$v_2 cos40 t = 20 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1).$$

คิดที่แกน y จากสมการ : $a = \frac{dv}{dt}$; $a = -9.81\ m/s^2$

จะได้ $$\int_0^t a dt = \int_{v_2 sin40}^{v} dv$$

$$-9.81t = v - v_2 sin40$$

จัดรูปสมการ $$v = -9.81t + v_2 sin40$$

จากสมการ : $v = \frac{ds}{dt}$

จะได้ $$\int_0^t v dt = \int_{s_1}^{s_2} ds$$

$$-9.81t^2 + v_2 sin40 t = 0 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2).$$

มีต่อ.

หาค่า t จากสมการที่ 1

จะได้ $$v_2(0.766)t = 20$$

$$t = \frac{26.1}{v_2}$$

แทนค่า t ลงในสมการที่ 2

จะได้ $$-\frac{1}{2}(9.81)\left(\frac{26.1}{v_2}\right)^2 + v_2(0.642)\left(\frac{26.1}{v_2}\right) = 0$$

$$v_2 = 14.12\ m/s$$

แทนค่า v_2 ลงในสมการ i

จะได้ $$\sum \int_{t_1}^{t_2} Fdt = (0.05)(14.12)$$

$$\sum \int_{t_1}^{t_2} Fdt = 0.706\ N \cdot s$$

∴ ค่าอิมพัลส์ที่ไม้กอล์ฟกระทำต่อลูกกอล์ฟเท่ากับ $0.706\ N \cdot s$ Ans.

3.3 การออกแบบสื่อผสม

ในการออกแบบสื่อผสมนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.3.1 ส่วนของการอธิบายคำถาม

ในส่วนของคำถามเป็นการอธิบายโจทย์แบบฝึกหัดที่เลือกมา โดยใช้วิธีอธิบายแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ คือ แบบแอนิเมชัน แบบภาพนิ่ง แบบวิดีโอ และแบบผสมระหว่างแอนิเมชันและวิดีโอ ซึ่งจะมีการใส่เสียงของตัวการ์ตูนและการอธิบายคำถามไปด้วย เป็นการทำให้สื่อผสมดูไม่จำเจและน่าเบื่อในการเรียนรู้

3.3.2 ส่วนของวิธีทำ

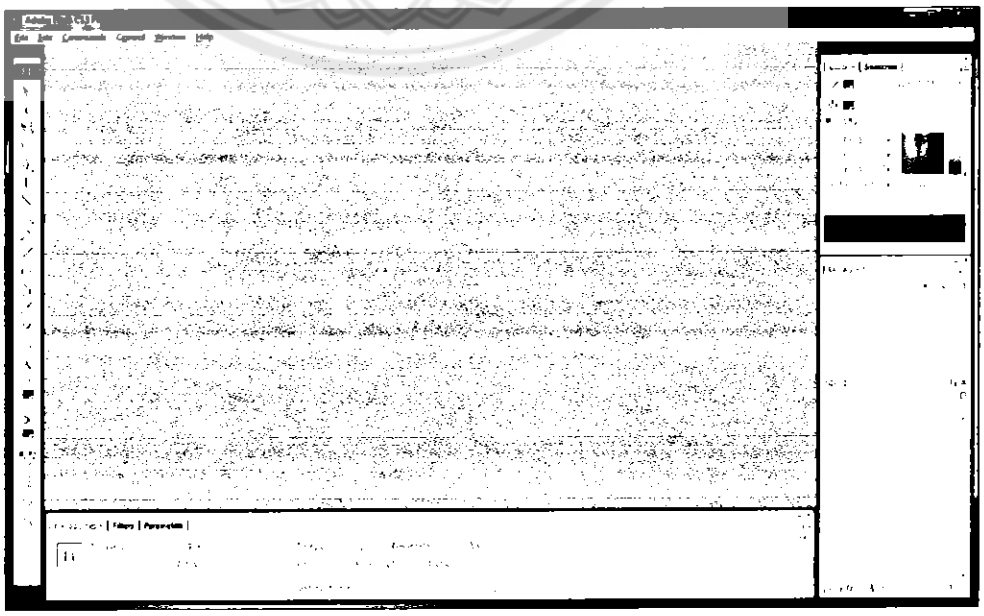
ส่วนของวิธีทำเป็นการอธิบายเฉลยให้อยู่ในรูปแบบของสื่อผสมโดยการใส่แอนิเมชันเคลื่อนไหวของสมการเข้าไป และมีเสียพูดอธิบายเฉลยประกอบสมการด้วย ทำให้สื่อผสมมีความสนใจมากยิ่งขึ้น

3.4 วิธีการสร้างสื่อผสม

การสร้างสื่อผสมในโครงงาน การพัฒนาสื่อผสมเพื่อสนับสนุนการสอนรายวิชา กลศาสตร์-วิศวกรรม 2 : ระยะที่ 1 นี้นั้น ผู้จัดทำได้ใช้ โปรแกรม Adobe Flash CS3® และ โปรแกรม Windows-Movie Maker® เป็นโปรแกรมหลักในการสร้างสื่อผสมในครั้งนี้ ซึ่งวิธีสร้างสื่อผสมมีดังต่อไปนี้

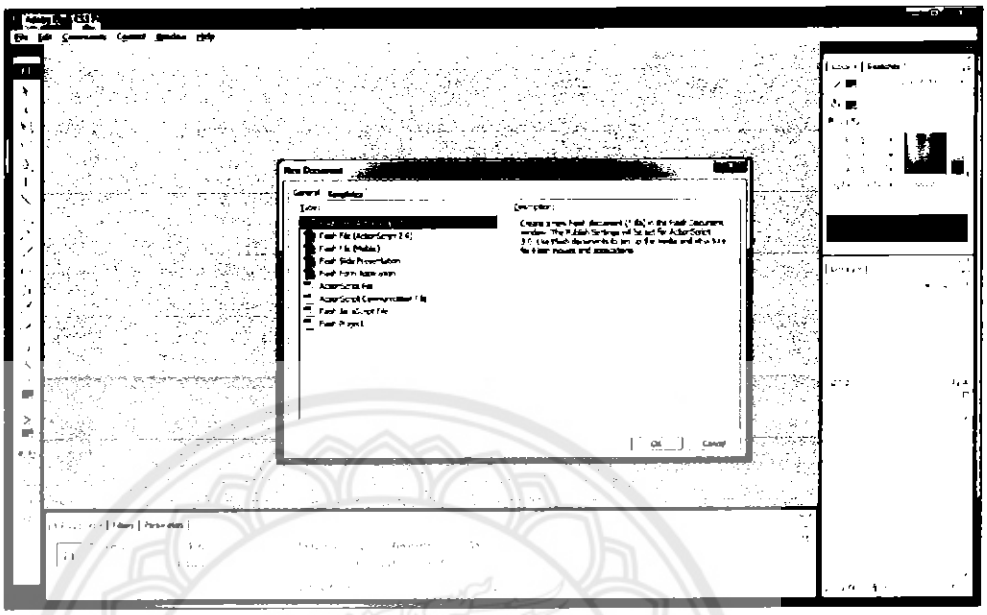
3.4.1 วิธีการสร้างแอนิเมชันจากโปรแกรม Adobe Flash CS3®

1. เปิดโปรแกรม Adobe Flash CS3® โดยโปรแกรมจะมีรูปแบบตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 รูปแบบโปรแกรม Adobe Flash CS3®

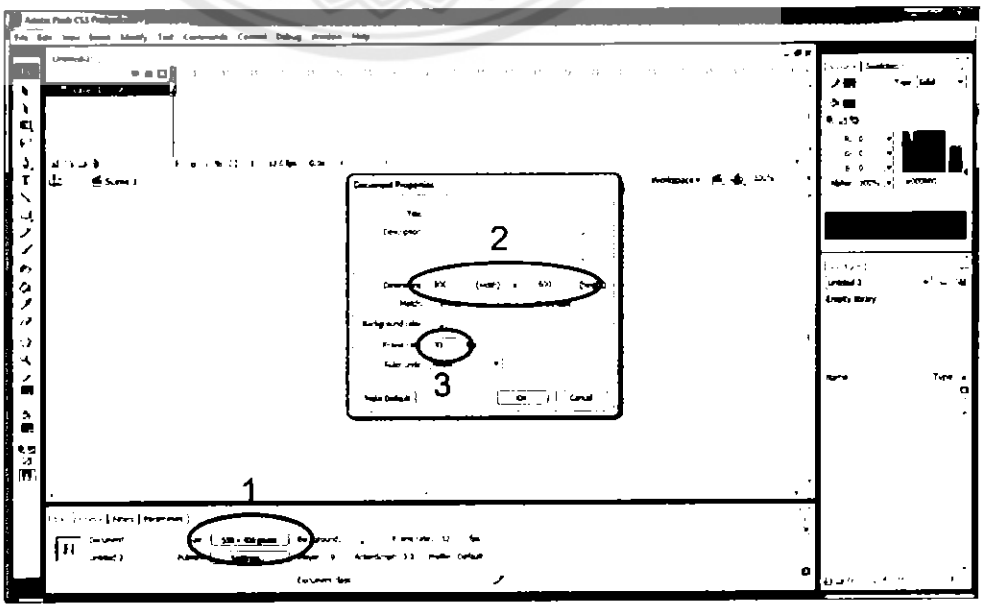
2. กดที่เมนู File ตามด้วย New แล้วจะมีหน้าต่างขึ้นมาดังรูป ให้เลือก Flash File (ActionScript 3.0) แล้วกดที่ปุ่ม OK



รูปที่ 3.2 การสร้าง Flash File

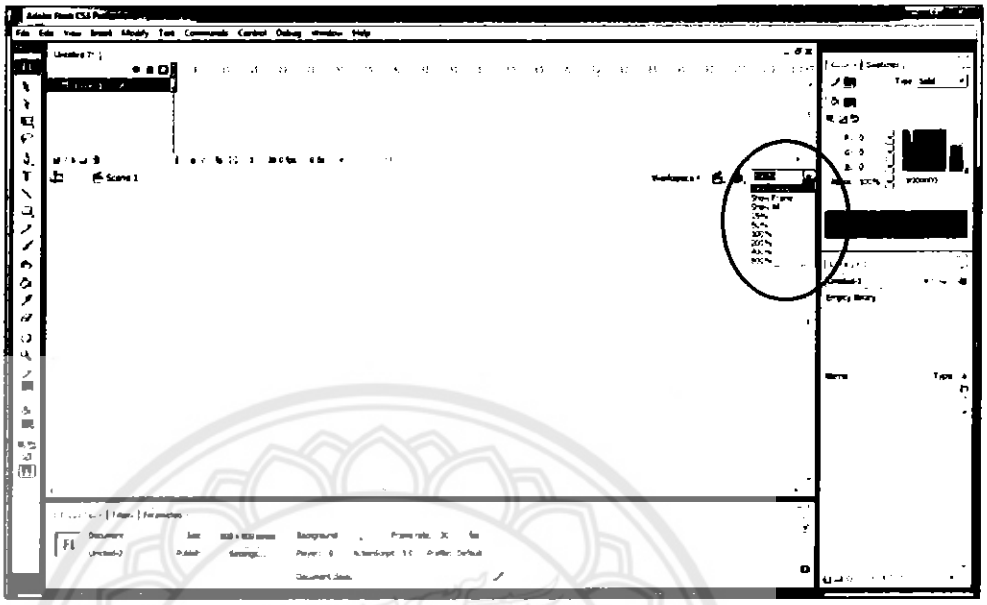
3. เมื่อสร้าง Flash File เสร็จแล้ว ให้ทำการปรับสภาพแวดล้อมของ โปรแกรม Adobe Flash CS3® ดังนี้

1. คลิกที่ปุ่ม Size
2. ปรับขนาด Dimensions เป็น 800x600 เพื่อความคมชัดของ แอนิเมชัน
3. ปรับ Frame rate ให้มีค่าเท่ากับ 30 เพื่อไม่ให้ แอนิเมชัน เกิดการกระตุกของภาพเวลาเล่น จากนั้นกด OK



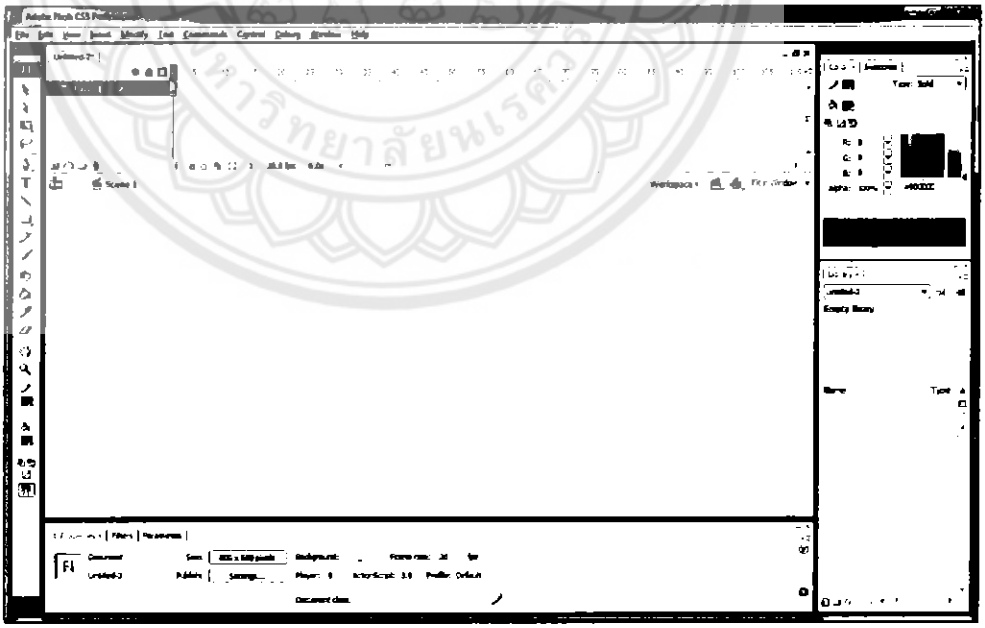
รูปที่ 3.3 ปรับสภาพแวดล้อมของ โปรแกรม Adobe Flash CS3®

4. หากปรับค่าต่างๆ เสร็จสิ้นแล้วขนาดของกระดาษจะไม่พอดีกับหน้าจอ ให้กดปรับขนาดหน้าจอโดยกดเลือกที่ Fit in Windows แล้ว ขนาดกระดาษจะปรับมาพอดีกับหน้าจอ



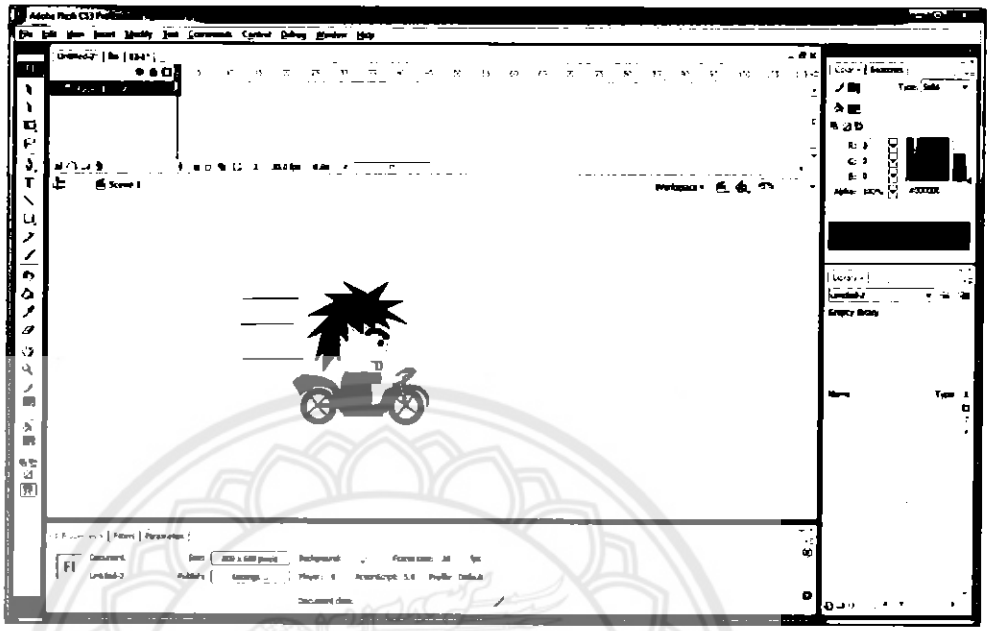
รูปที่ 3.4 ปรับหน้ากระดาษของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

5. เมื่อปรับขนาดของกระดาษแล้ว ขนาดของกระดาษจะพอดีกับหน้าจอดังรูป



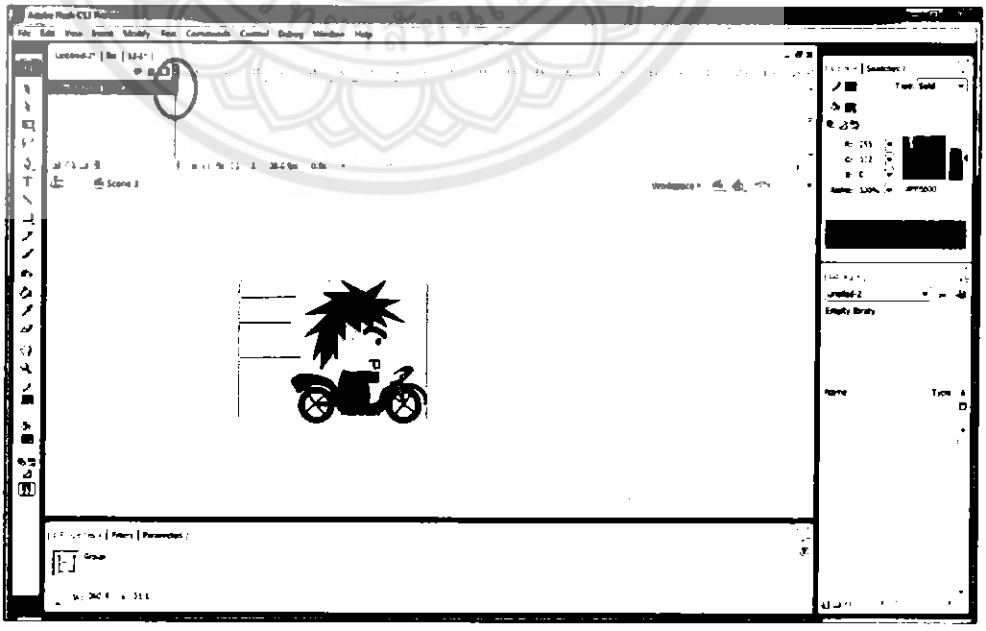
รูปที่ 3.5 หน้ากระดาษของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

6. หลังจากที่ปรับสภาพแวดล้อมของโปรแกรมให้เหมาะสมกับการทำแอนิเมชันแล้ว ให้เริ่มวาดตัวการ์ตูนที่ต้องการทำแอนิเมชันลงไป โดยใช้เครื่องมือทาง ซ้ายของโปรแกรมวาด



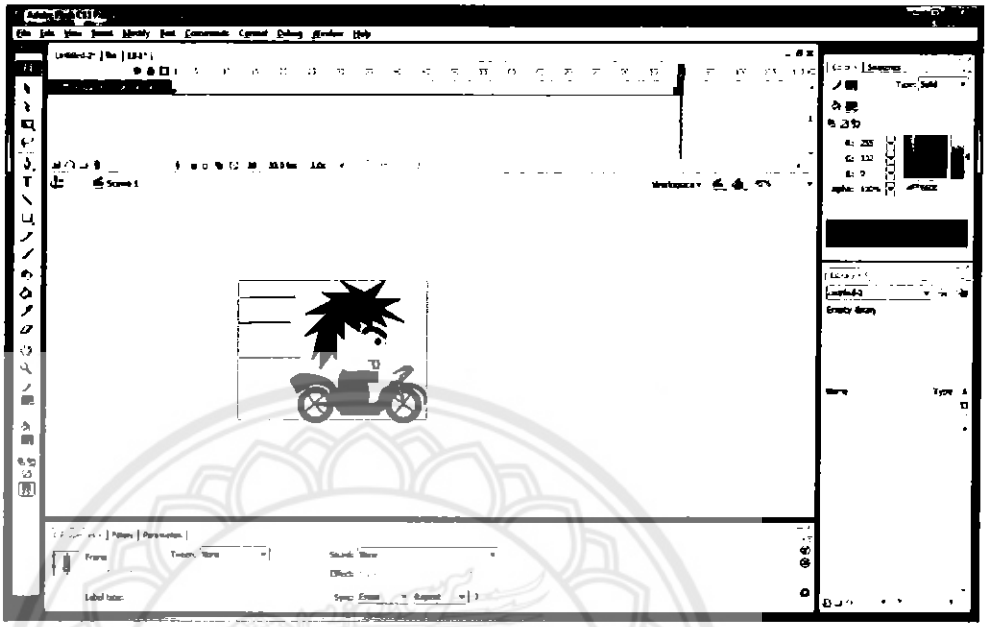
รูปที่ 3.6 การวาดการ์ตูนบนโปรแกรม Adobe Flash CS3®

7. เมื่อวาดรูปตัวการ์ตูนเสร็จแล้ว ให้คลิกที่ช่องสี่เหลี่ยมเล็กๆด้านบน (เฟรมที่ 1) จากนั้นให้กด Ctrl+G เพื่อทำการรวมกลุ่มรูปภาพให้เป็นก้อนเดียวกัน โดยมีกรอบสีฟ้าล้อม



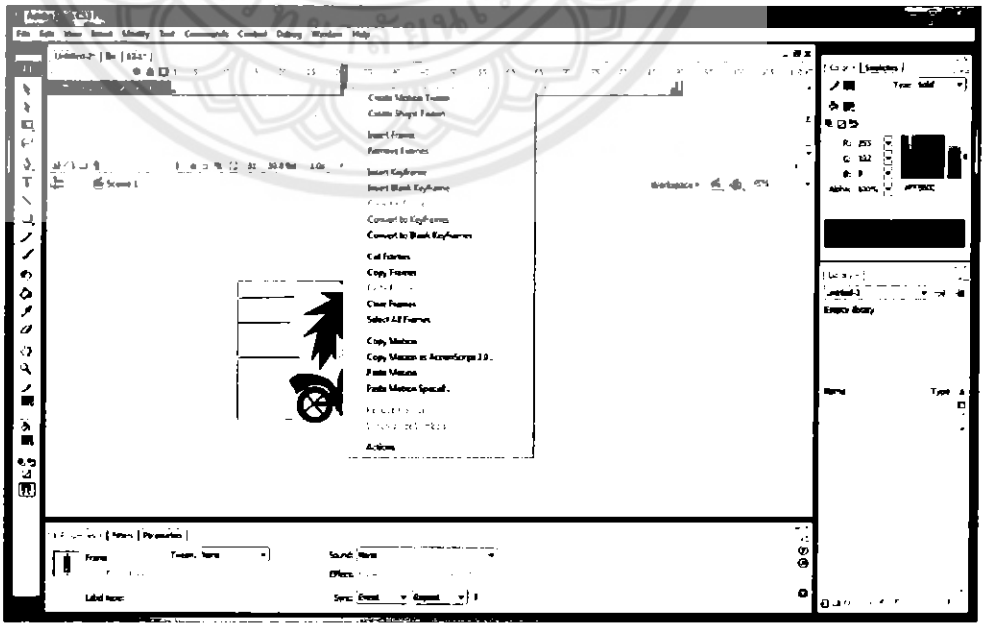
รูปที่ 3.7 การรวมกลุ่มรูปภาพของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

8. เมื่อรวมกลุ่มเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกที่ช่องสี่เหลี่ยมบน เฟรมที่ 90 แล้วกด F6 เพื่อจัดการเตรียมการทำการเคลื่อนที่ของตัวการ์ตูน



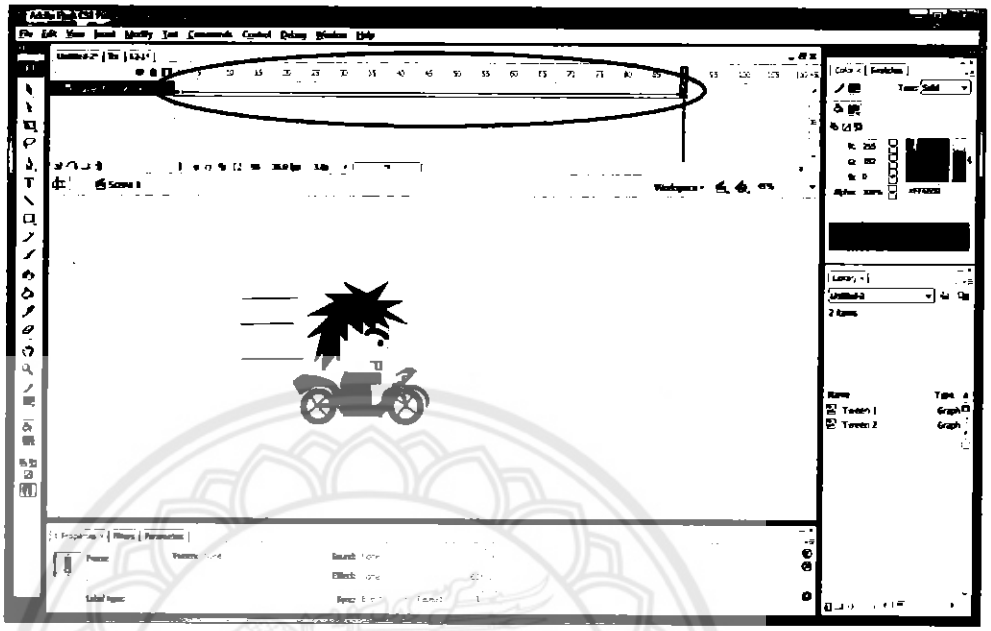
รูปที่ 3.8 การเตรียมการทำการเคลื่อนที่ของตัวการ์ตูนของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

9. จากนั้นให้คลิกขวาบนเฟรมที่อยู่ระหว่างเฟรมที่ 1 ถึง 90 แล้วกดเลือกหัวข้อ Create Motion Tween



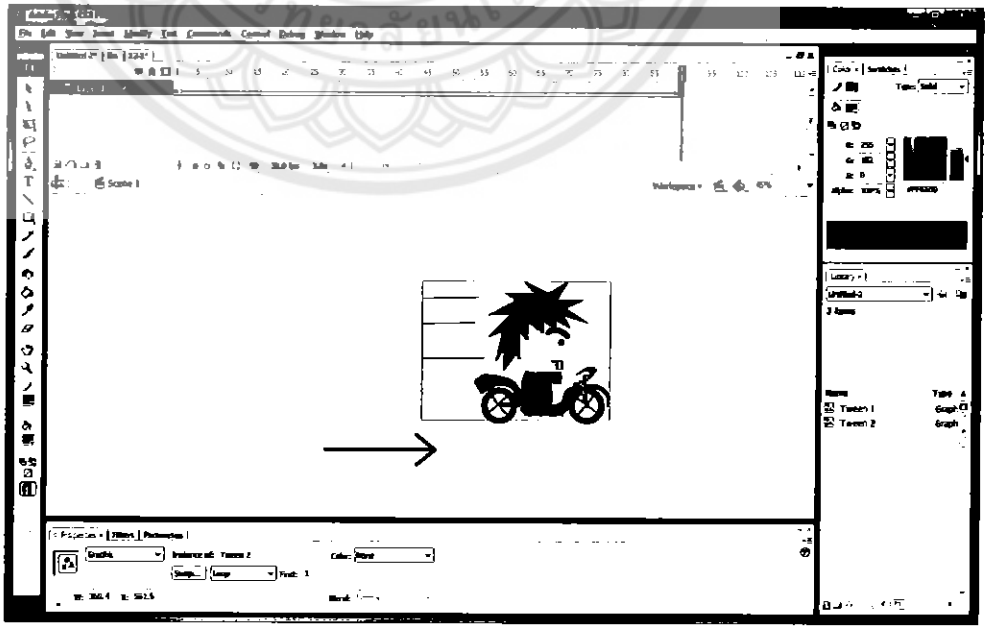
รูปที่ 3.9 การ Create Motion Tween ของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

10. เมื่อคลิก หัวข้อ Create Motion Tween แล้ว เฟรมที่ 1 ถึง 90 จะมีลูกศร และเป็นสีม่วง



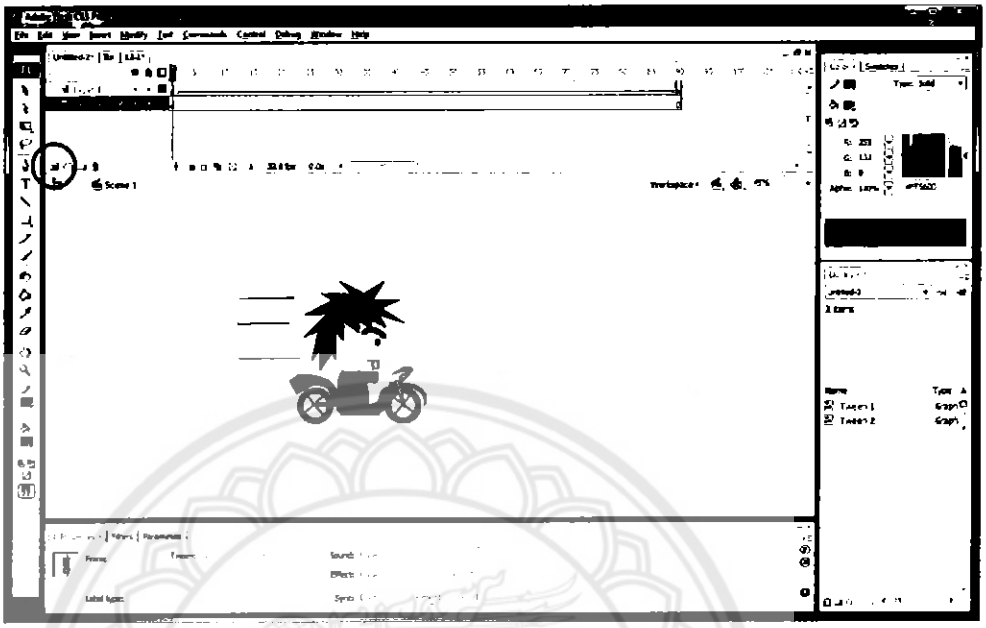
รูปที่ 3.10 หลังการ Create Motion Tween ของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

11. จากนั้นให้คลิกที่เฟรมที่ 90 แล้ว ลากตัวการ์ตูน จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดที่เราต้องการ จากนั้น ให้กด Ctrl+Enter เพื่อทำการเล่นแอนิเมชัน



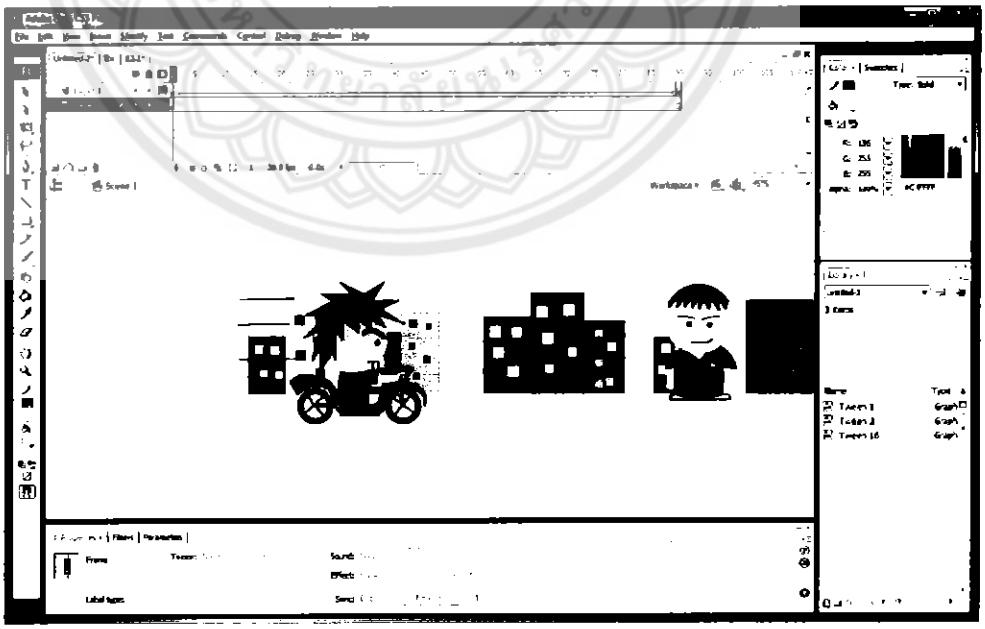
รูปที่ 3.11 การทำให้ตัวการ์ตูนเคลื่อนที่ของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

12. หลังจากทำการ์ตูนแอนิเมชันเคลื่อนที่ได้แล้ว หากต้องการ ฉากของแอนิเมชันให้ กด Insert Layer ขึ้นมา ซึ่ง Layer นั้นจะเปรียบเสมือน แผ่นใสที่สามารถวาดลงไปซ้อนกันได้



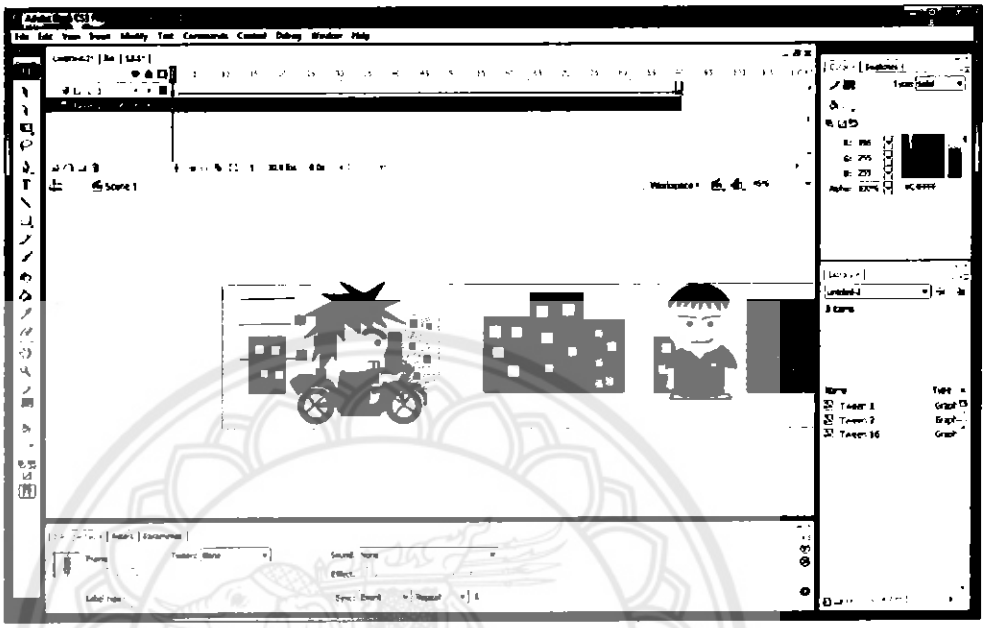
รูปที่ 3.12 การสร้างฉากหลังแอนิเมชันของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

13. วาดฉากลงไปบน Layer ที่ 2



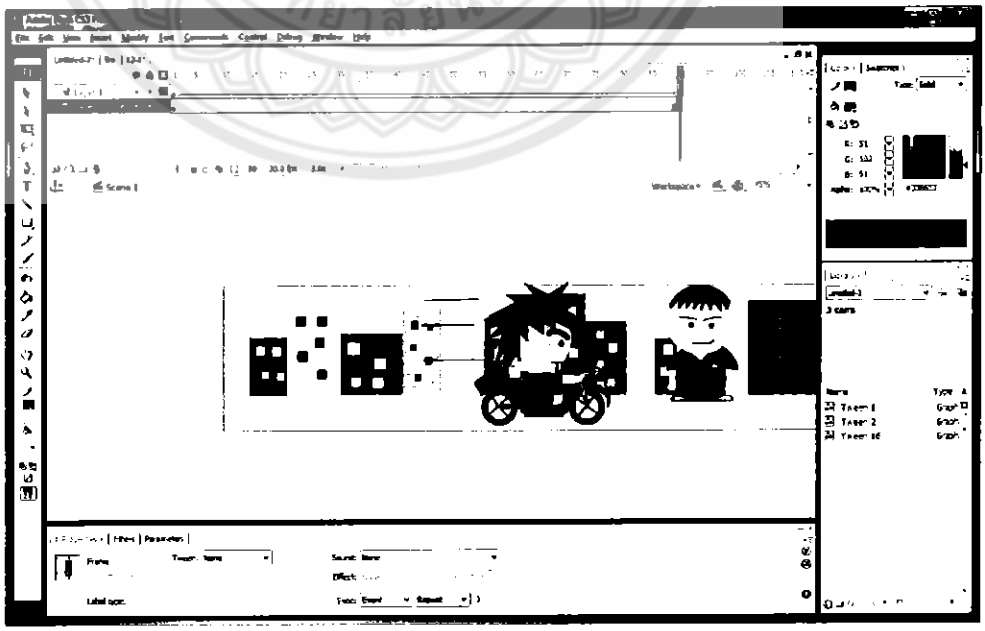
รูปที่ 3.13 การวาดฉากแอนิเมชันของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

14. เมื่อวาดฉากบน Layer ที่ 2 เสร็จแล้ว หากต้องการให้ฉากเคลื่อนไหว ให้กดดับเบิล คลิกที่เฟรมที่ 1 บน Layer 2 แล้วจะเกิดแถบดำขึ้น จากนั้นให้กด Ctrl+G เพื่อทำการรวมกลุ่มของ Layer 2



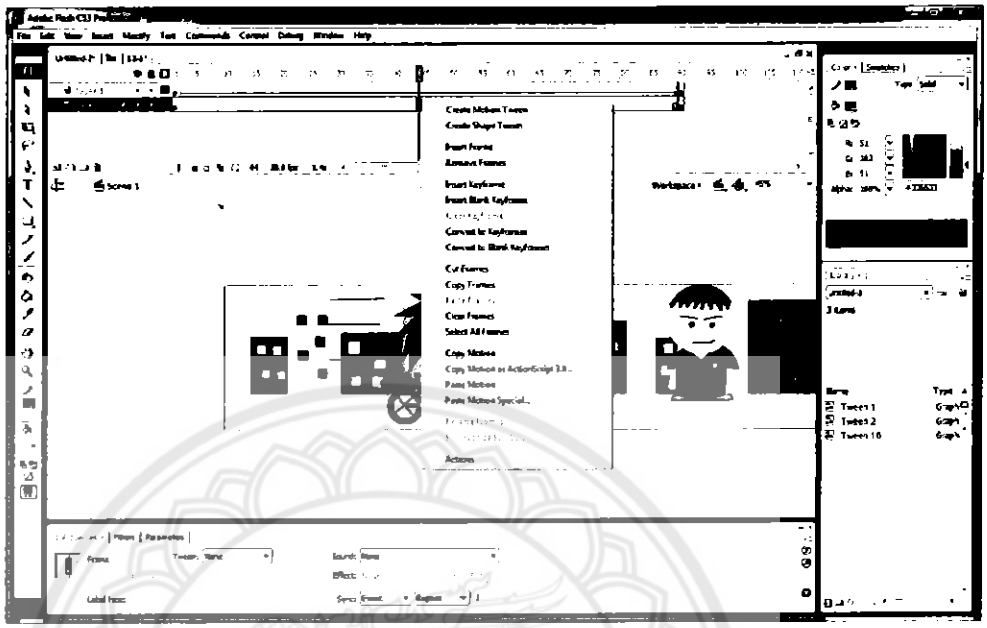
รูปที่ 3.14 การรวมกลุ่มของฉากหลังโปรแกรม Adobe Flash CS3®

15. ขั้นตอนต่อไปให้กดคลิกที่ เฟรมที่ 90 แล้วกด F6



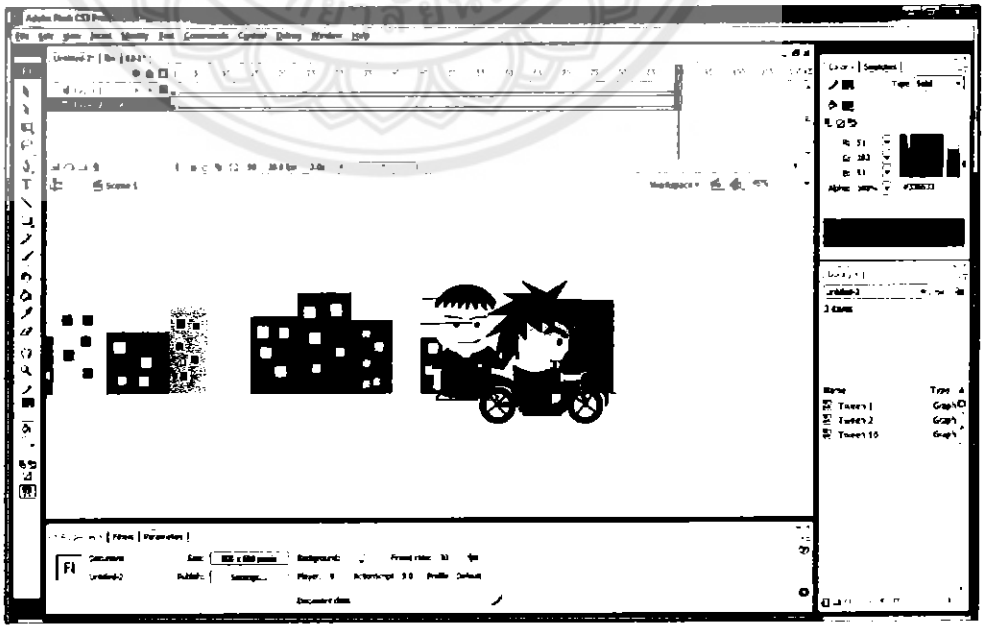
รูปที่ 3.15 การเตรียมการทำการเคลื่อนที่ของฉากหลังโปรแกรม Adobe Flash CS3®

16. จากนั้นให้กดคลิกขวาที่เฟรมที่อยู่ระหว่างเฟรมที่ 1 ถึง 90 แล้วเลือกหัวข้อ Create Motion Tween



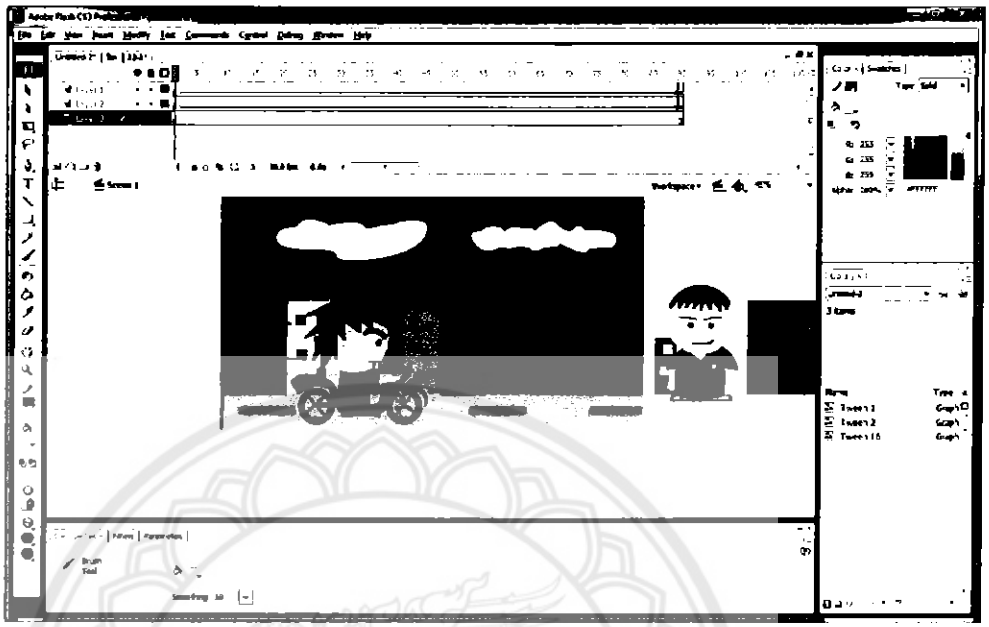
รูปที่ 3.16 การ Create Motion Tween ของฉากหลังโปรแกรม Adobe Flash CS3®

17. จากนั้นเลื่อนฉากไปยังจุดที่ต้องการให้ฉากเคลื่อนที่ไป แล้วกด Ctrl+Enter เพื่อทำการทดลองเล่นแอนิเมชัน



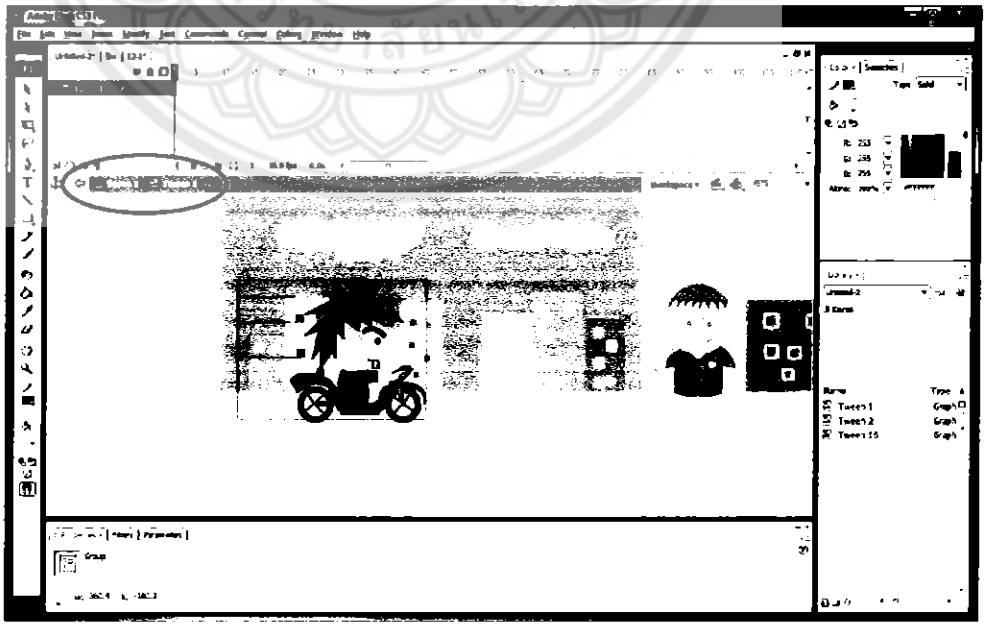
รูปที่ 3.17 แถบสีม่วงหลังการ Create Motion Tween ของฉากหลังโปรแกรม Adobe Flash CS3®

18. หากต้องการฉากที่ไม่มีการขยับ เช่น ท้องฟ้า ให้กด Insert Layer ที่ 3 ขึ้น แล้ววาดท้องฟ้า และ ก้อน เมฆ ลงไป



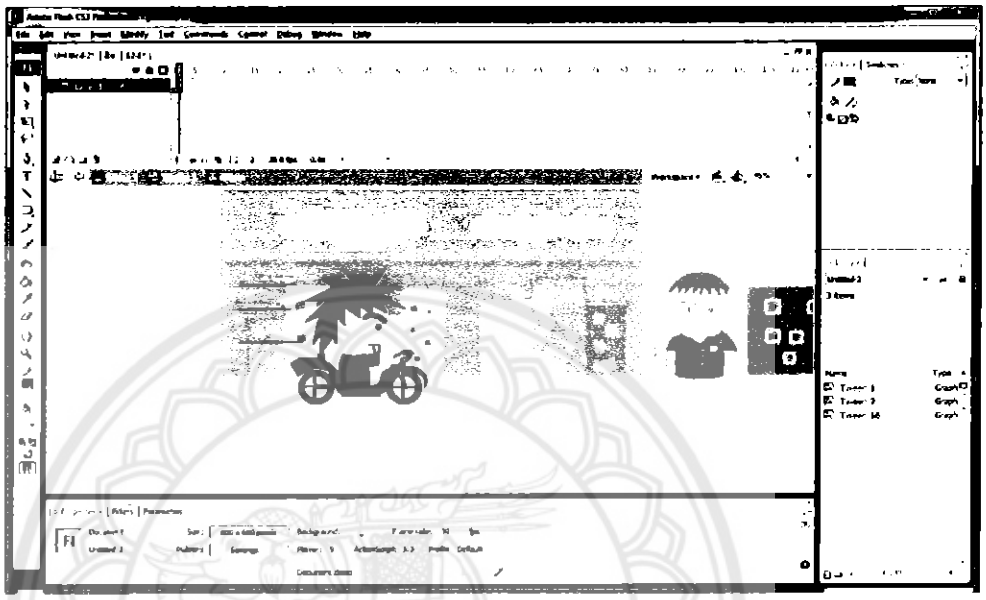
รูปที่ 3.18 การวาดฉากหลังที่ไม่ขยับของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

19. ในการใส่รายละเอียดของการเคลื่อนไหวของตัวการ์ตูนให้มากขึ้นนั้น ให้กดดับเบิลคลิกที่ ตัวการ์ตูนแล้วจะเข้ามาในส่วนของ Tween 1



รูปที่ 3.19 การใส่รายละเอียดการเคลื่อนไหวของตัวการ์ตูนของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

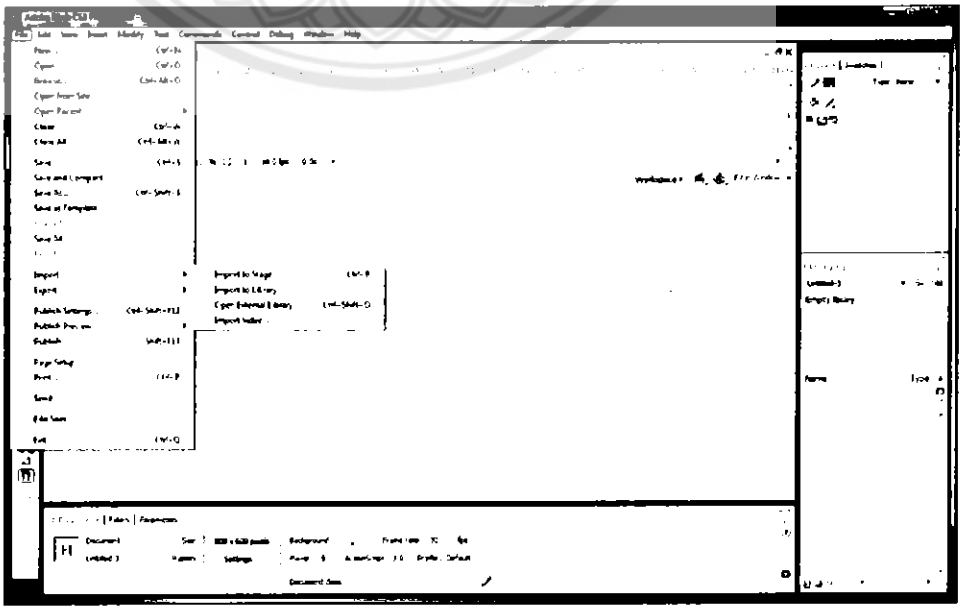
20. จากนั้นให้กด ดับเบิลคลิกที่ตัวการ์ตูนครั้ง เพื่อเขามาในส่วนของ Group จากนั้นให้คลิกที่ เฟรมที่ 2 แล้วกด F6 เพื่อสร้าง เฟรมที่ 2 ขึ้น และทำการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดของตัวการ์ตูนให้มีการเคลื่อนไหวต่อไป หลังจากเสร็จสิ้นการเปลี่ยนแปลงให้กดที่ Scene 1 แล้วกด Ctrl+Enter เพื่อทำการทดลองเล่นต่อไป



รูปที่ 3.20 การเปลี่ยนรายละเอียดของตัวการ์ตูนให้เคลื่อนไหวของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

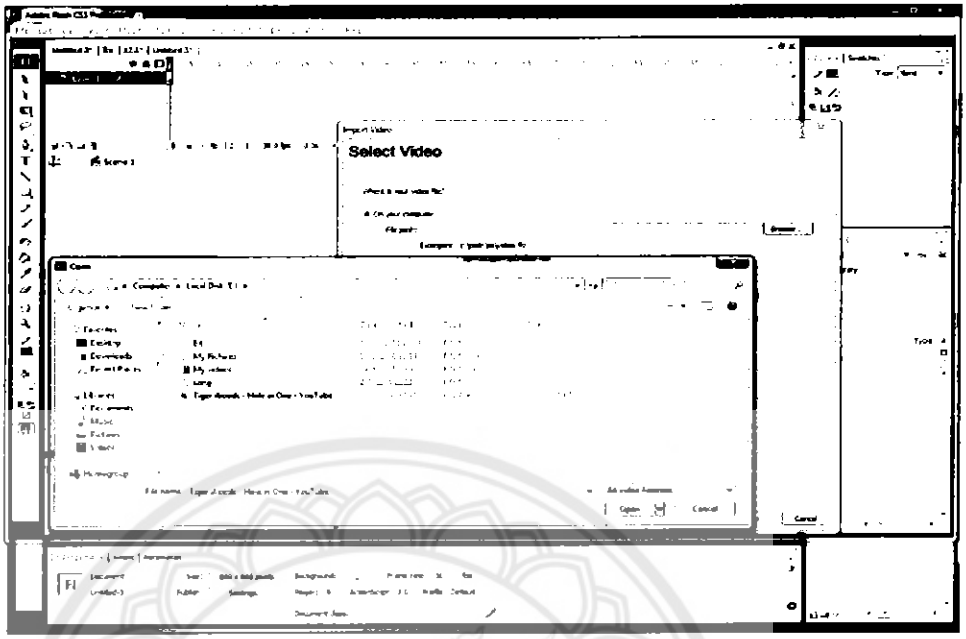
3.4.2 วิธีการนำไฟล์วิดีโอลงบน Adobe Flash CS3®

1. เข้าเมนู File แล้วไปที่หัวข้อ Import แล้วเลือก Import Video



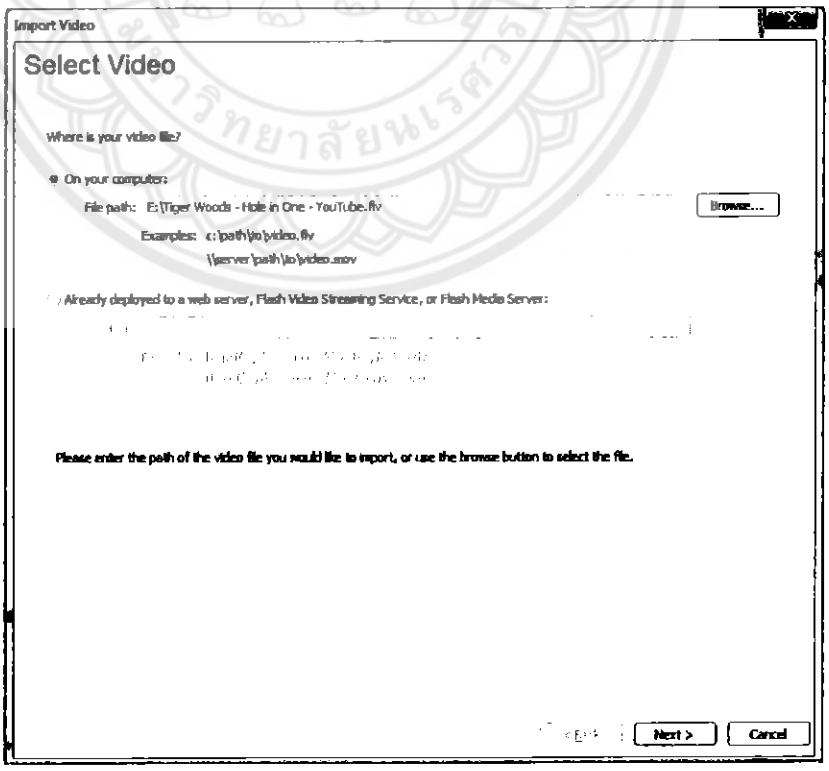
รูปที่ 3.21 การ Import ไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

2. หลังจากนั้นกดที่ ปุ่ม Browse... เพื่อทำการเลือกไฟล์วิดีโอแล้วกด Open



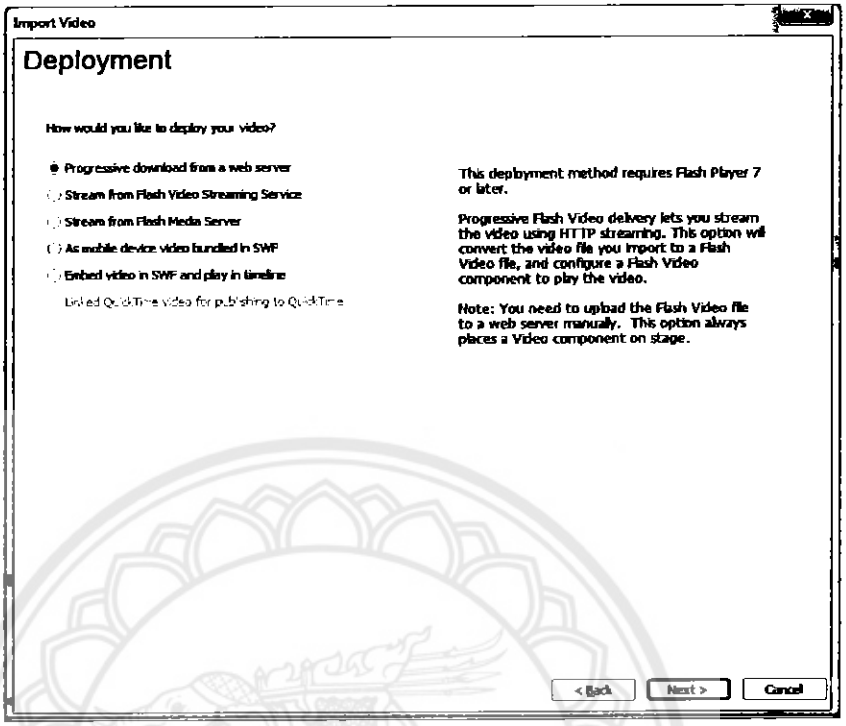
รูปที่ 3.22 การเลือกไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

3. กดปุ่ม Next เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



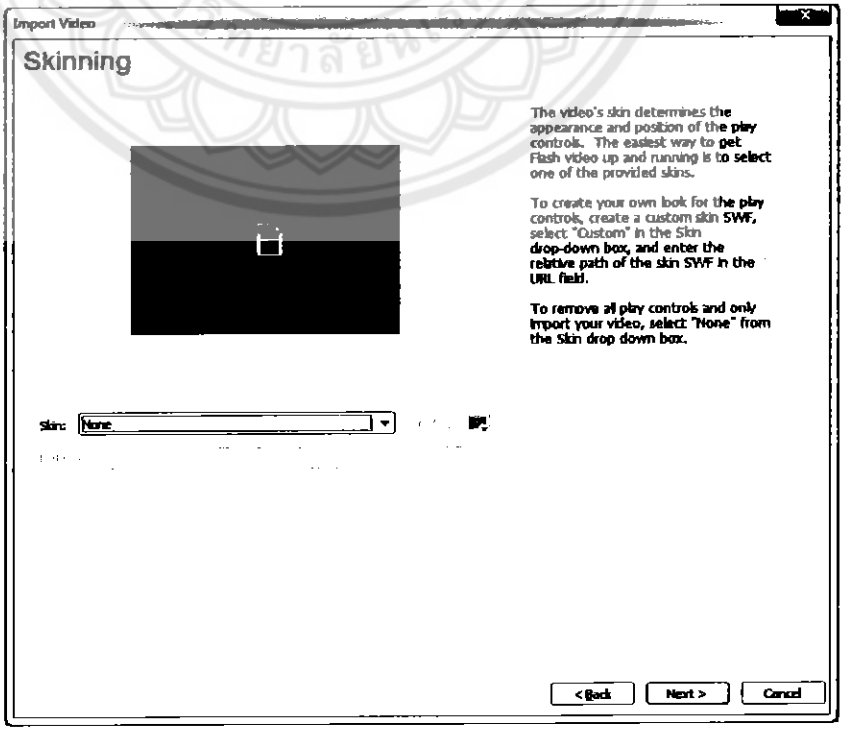
รูปที่ 3.23 ขั้นตอนรายละเอียดระหว่างลงไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

4. กดปุ่ม Next เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



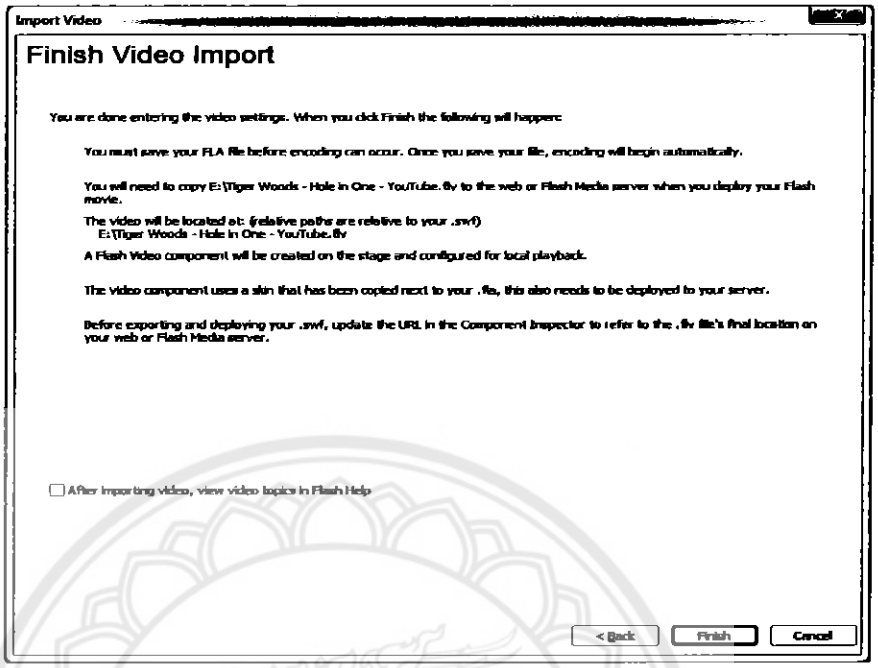
รูปที่ 3.24 ขั้นตอนรายละเอียดระหว่างลงไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

5. กดเปลี่ยนรูปแบบ Skin ตามต้องการ ในที่นี่เลือกแบบ None



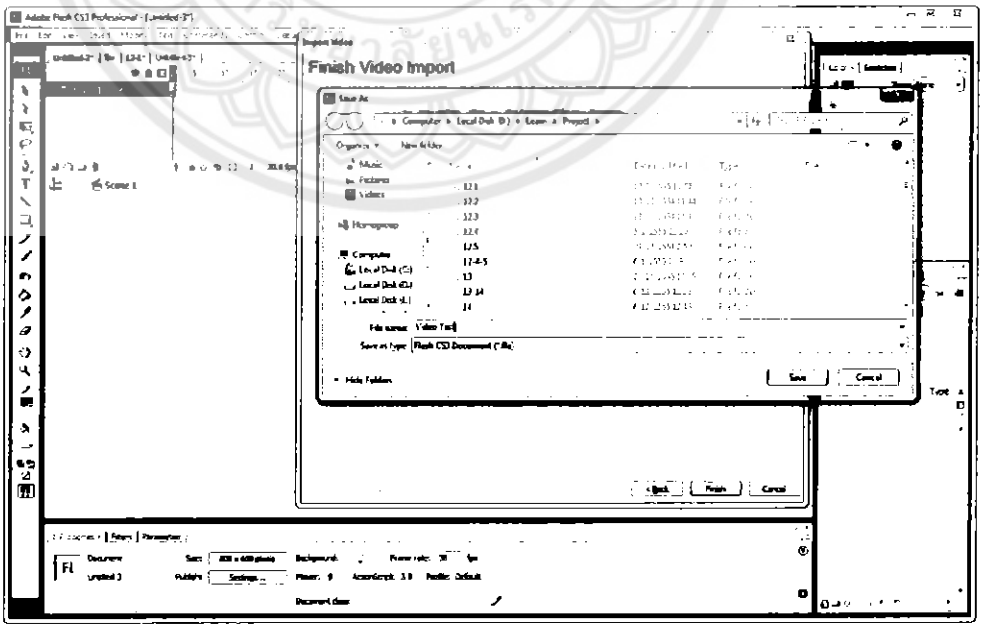
รูปที่ 3.25 รูปแบบ Skin ของไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

6. กดปุ่ม Finish เพื่อเสร็จสิ้นกระบวนการการลงไฟล์วิดีโอ



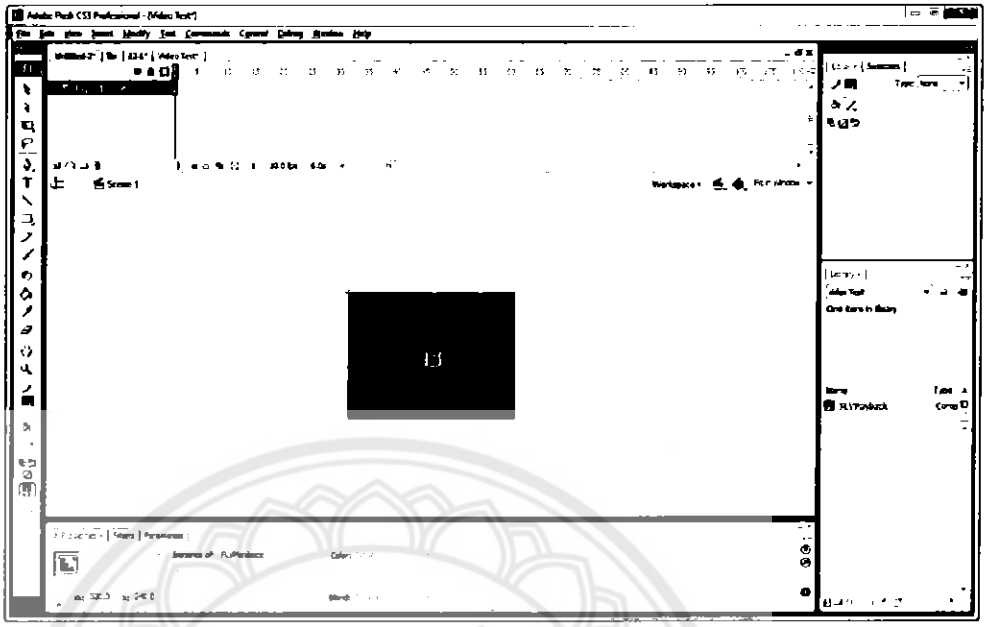
รูปที่ 3.26 เสร็จสิ้นรายละเอียดการลงไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

7. หลังจากกดปุ่ม Finish แล้วจะมีหน้าต่างให้กดบันทึกไฟล์ Flash ให้กด บันทึกตามขั้นตอน



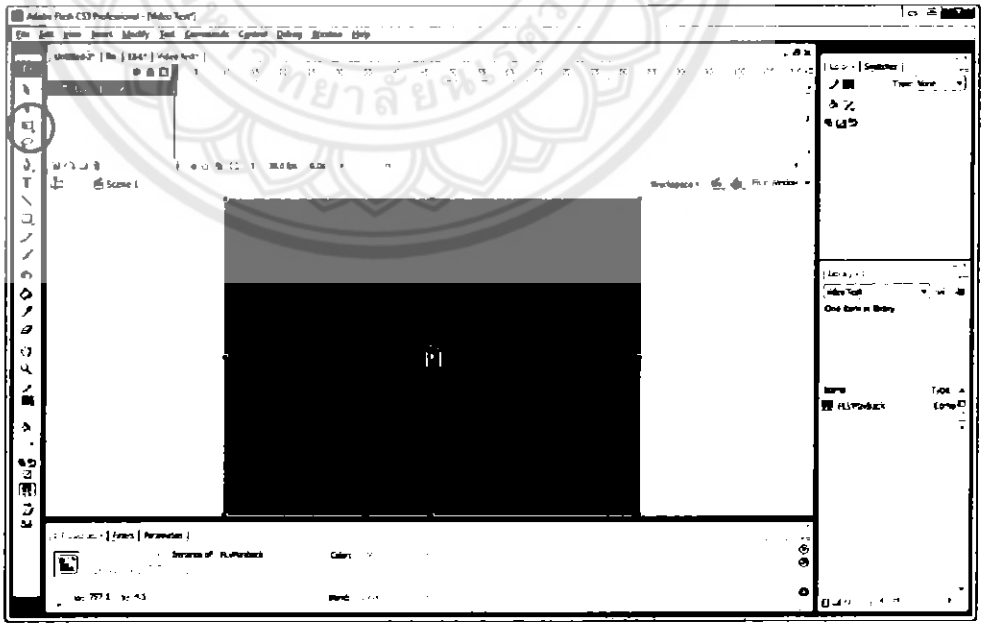
รูปที่ 3.27 การบันทึกไฟล์ Flash ระหว่างการลงไฟล์วิดีโอของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

8. เมื่อกดบันทึกเสร็จเรียบร้อย จะมีไฟล์วิดีโอปรากฏอยู่บนกระดาษดังรูป



รูปที่ 3.28 ไฟล์วิดีโอเมื่อนำลงโปรแกรม Adobe Flash CS3® แล้ว

9. หากต้องการให้วิดีโอมีขนาดใหญ่ขึ้น ให้ใช้เครื่องมือ Free Transform Tool เพื่อย่อหรือขยายวิดีโอบนโปรแกรม Adobe Flash CS3®



รูปที่ 3.29 การปรับขนาดไฟล์วิดีโอบนโปรแกรม Adobe Flash CS3®

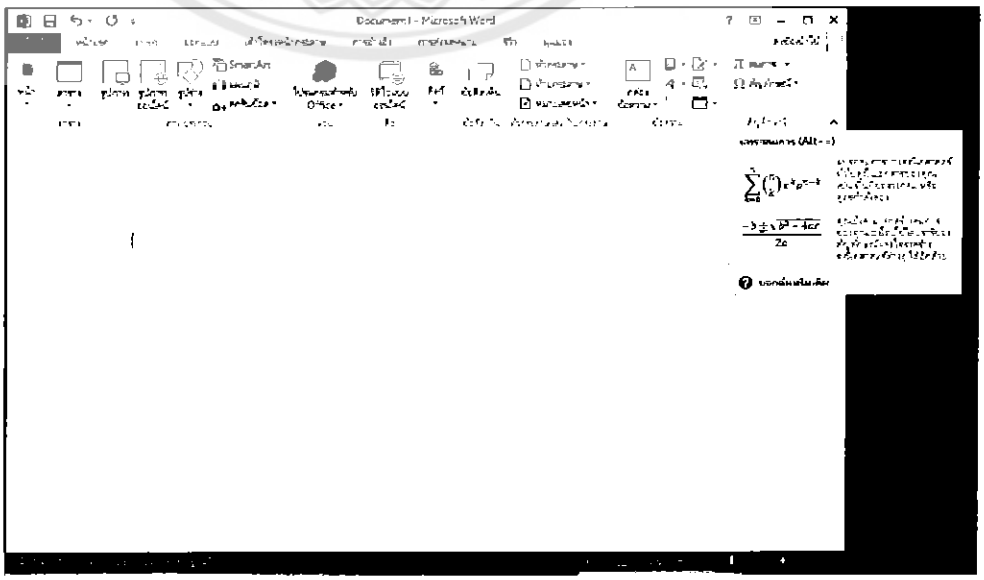
10. หลังที่ปรับแต่งขนาดของวิดีโอเรียบร้อยแล้วให้ดูว่า วิดีโอที่นำมาลงนั้นมีความยาวกี่วินาที จากนั้นคูณ 30 เข้าไป แล้วนำผลที่ได้ไปกดที่เฟรมตามจำนวนนั้นแล้วกด F6 ในที่นี้วิดีโอมีความยาว 15 วินาที จึงกดที่เฟรมที่ 450

รูปที่ 3.30 การปรับเวลาการเล่นวิดีโอให้พอดีกับ Frame Rate ของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

3.4.3 การสร้างสมการ

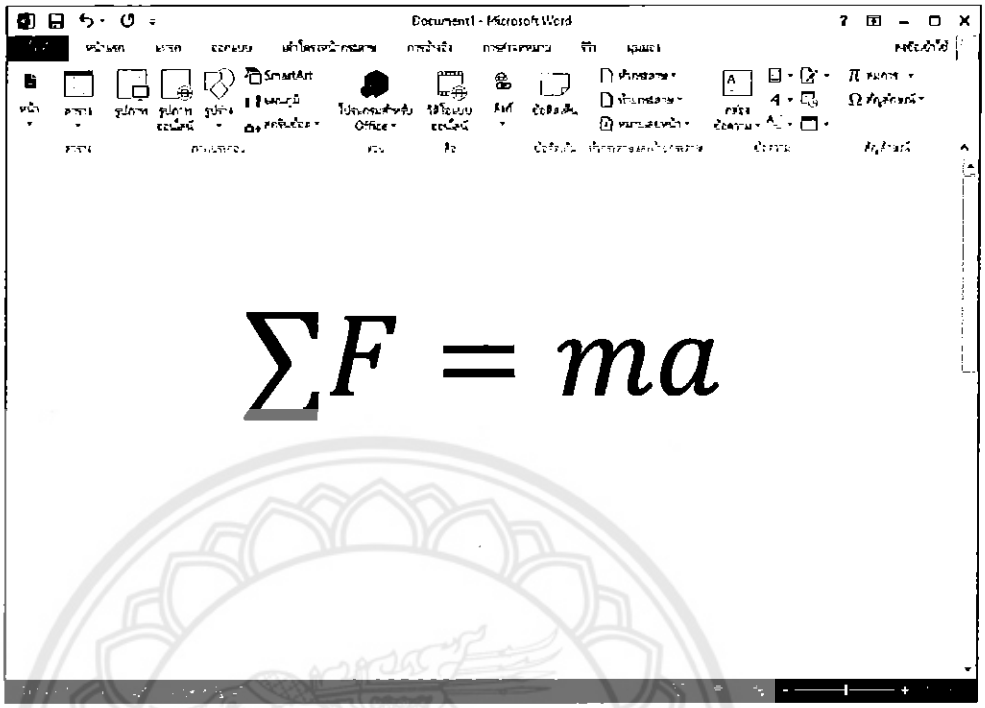
การสร้างสมการลงบน Adobe Flash CS3® นั้นทางผู้จัดที่จะ**ไม่ทำโดยตรง แต่จะใช้**โปรแกรม Microsoft Word เข้าช่วยโดยวิธีการมีดังนี้

1. ไปที่แถบ แทรก และกดที่ สมการ



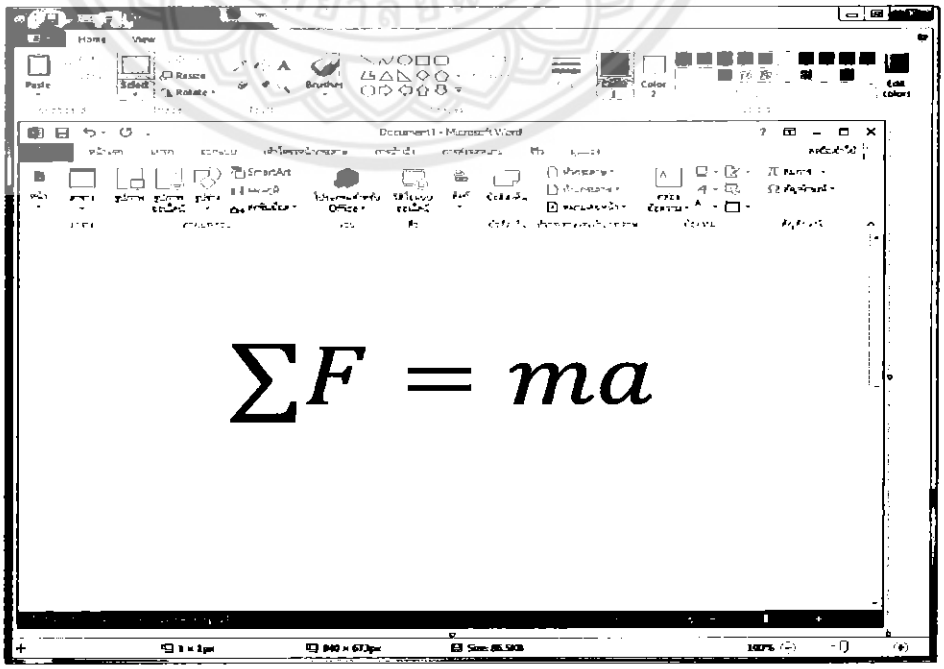
รูปที่ 3.31 การสร้างสมการโดยโปรแกรม Microsoft Word®

2. จากนั้นพิมพ์สมการที่ต้องการใช้ลงไปแล้วกดปุ่ม Print Screen บนคีย์บอร์ด



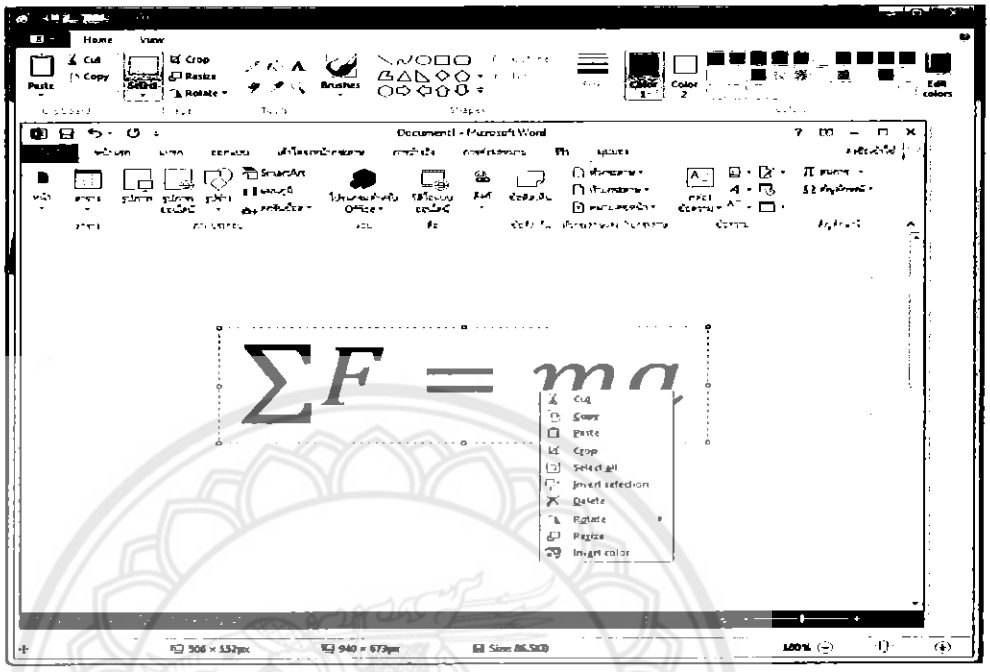
รูปที่ 3.32 การ Print Screen สมการจากโปรแกรม Microsoft Word®

3. แล้วเปิดโปรแกรม Paint ขึ้นมา แล้วกด Ctrl+V เพื่อนำภาพที่กด Print Screen เมื่อสักครู่มาวางบนโปรแกรม Paint



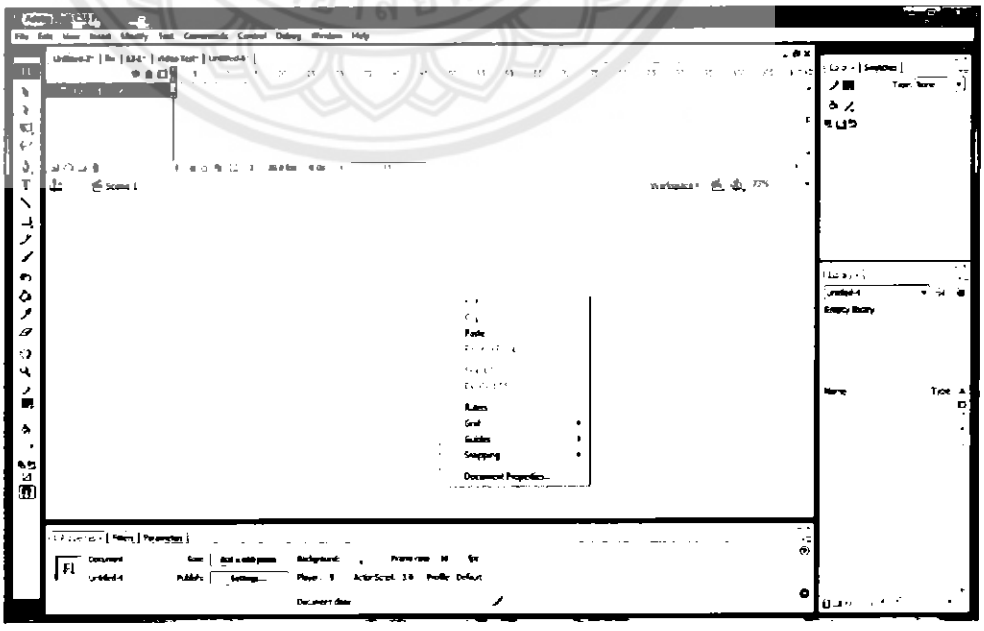
รูปที่ 3.33 การนำรูปที่ Print Screen ไปใช้โดยโปรแกรม Paint

4. จากนั้นใช้เครื่องมือ Select เพื่อตีกรอบและทำการกด Copy ในส่วนสมการที่ต้องการนำไปใช้



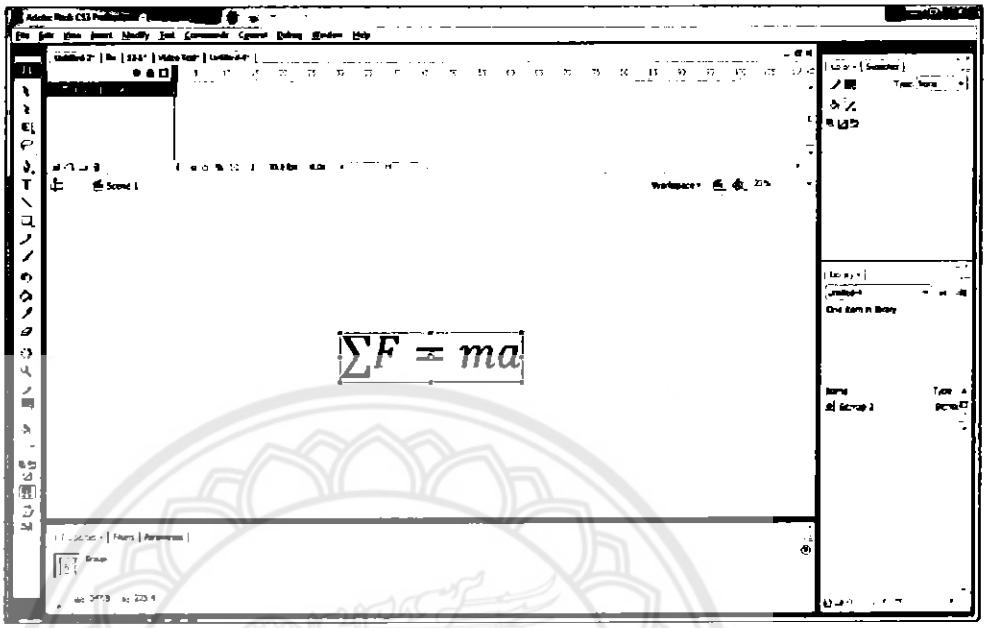
รูปที่ 3.34 การคัดลอกเฉพาะส่วนสมการโดยโปรแกรม Paint

5. เปิดโปรแกรม Adobe Flash CS3® ขึ้นมาเพื่อทำการวางสมการลงไป โดยการ กดคลิกขวาที่หน้ากระดาษแล้วใช้คำสั่ง Paste



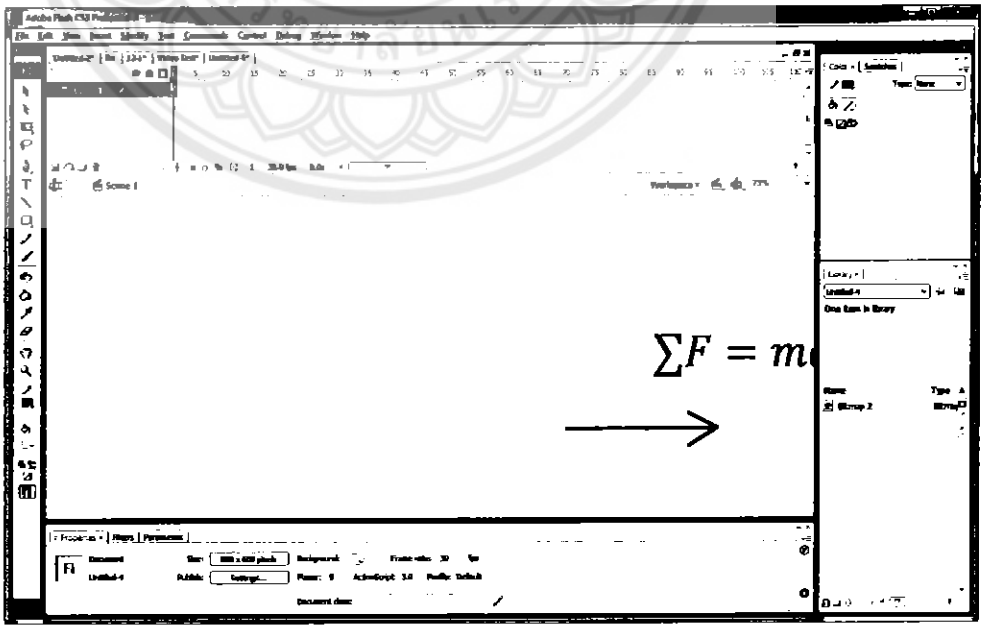
รูปที่ 3.35 การนำสมการส่วนที่คัดลอกไปวางลงในโปรแกรม Adobe Flash CS3®

6. หากสมการที่วางลงไปนั้นกลับหัว ให้ใช้เครื่องมือ Free Transform Tool ทำการกลับหัวให้สมการเป็นปกติ



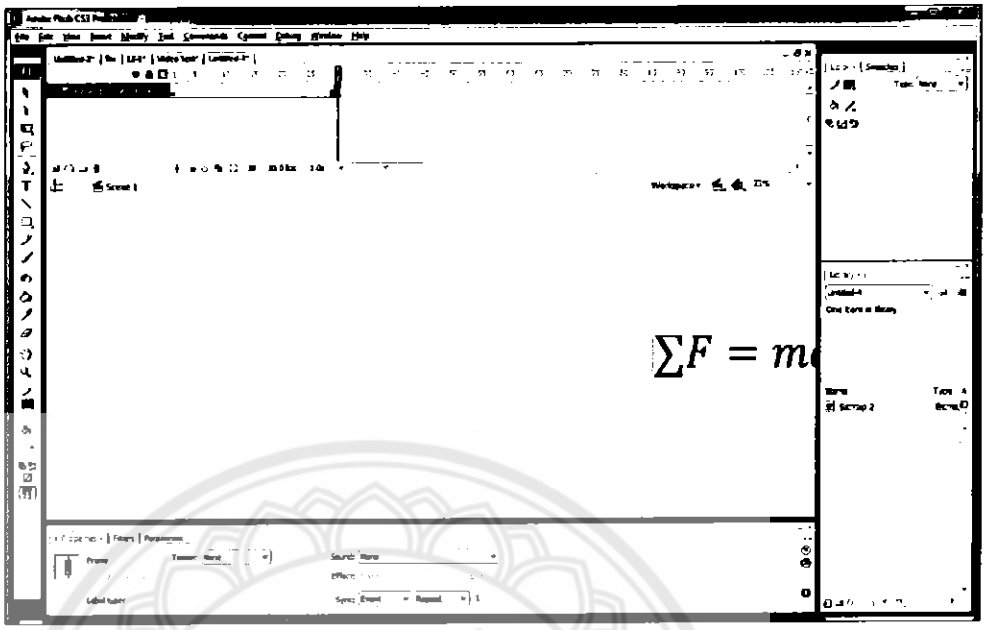
รูปที่ 3.36 วิธีการย่อ – ขยาย สมการในโปรแกรม Adobe Flash CS3®

7. เมื่อได้สมการลงบนกระดาษแล้ว หากต้องการให้สมการเลื่อนเข้ามาในกระดาษตอนแสดงแอนิเมชัน ให้ลากสมการออกไปจากกระดาษเสียก่อน



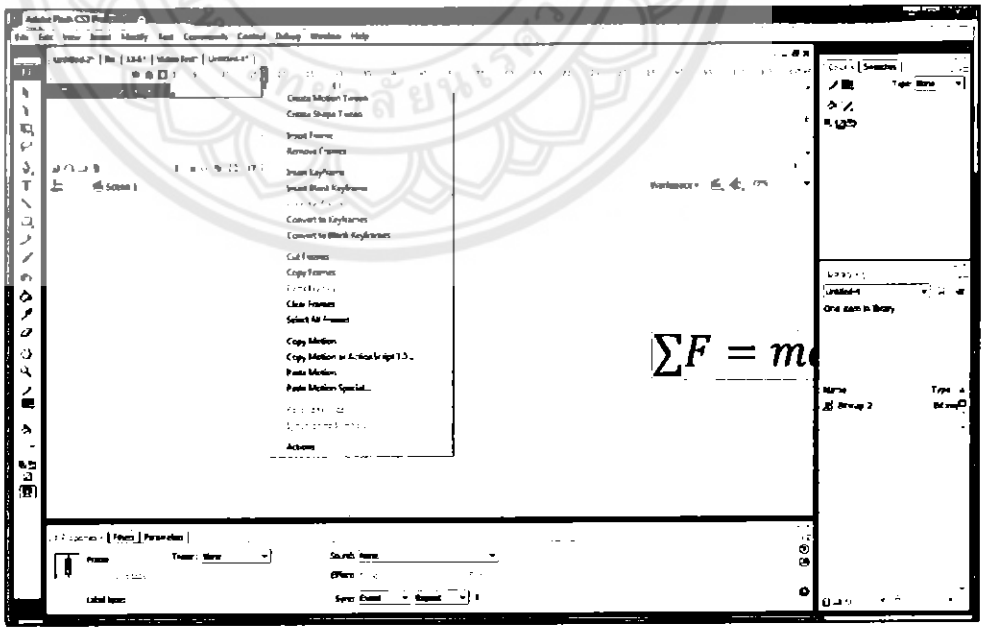
รูปที่ 3.37 การจัดเตรียมการสร้าง แอนิเมชันสำหรับสมการโดยโปรแกรม Adobe Flash CS3®

8. จากนั้นให้กดคลิกที่เฟรมที่ 30 แล้วกด F6



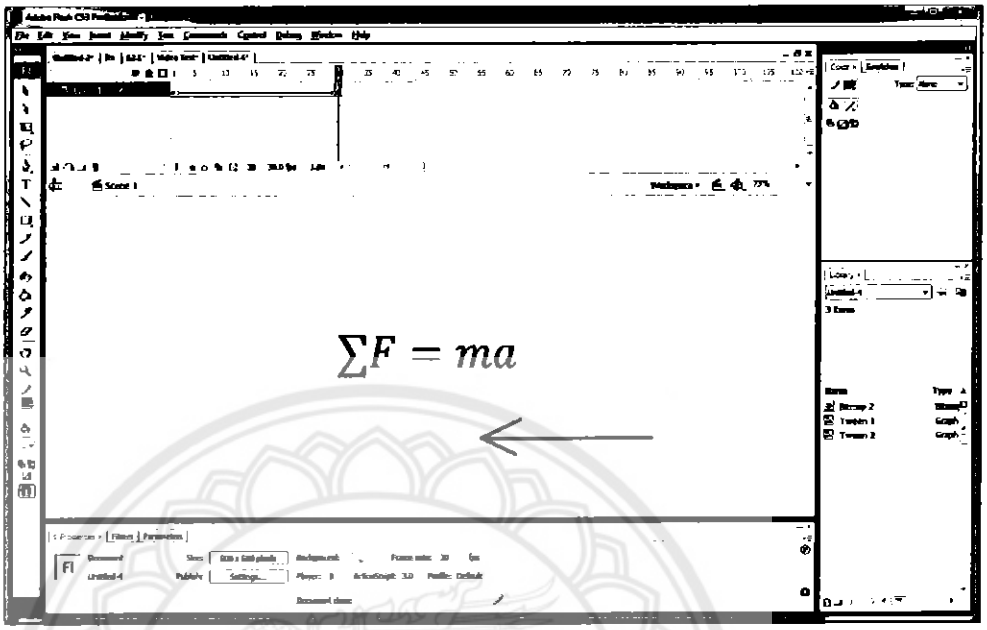
รูปที่ 3.38 การจัดเตรียมเฟรมสำหรับสร้างแอนิเมชันสำหรับสมการโดยโปรแกรม Adobe Flash CS3®

9. คลิกขวาบนเฟรมที่อยู่ระหว่างเฟรมที่ 1 ถึง 30 แล้วใช้คำสั่ง Create Motion Tween



รูปที่ 3.39 การ Create Motion Tween **ของสมการของโปรแกรม** Adobe Flash CS3®

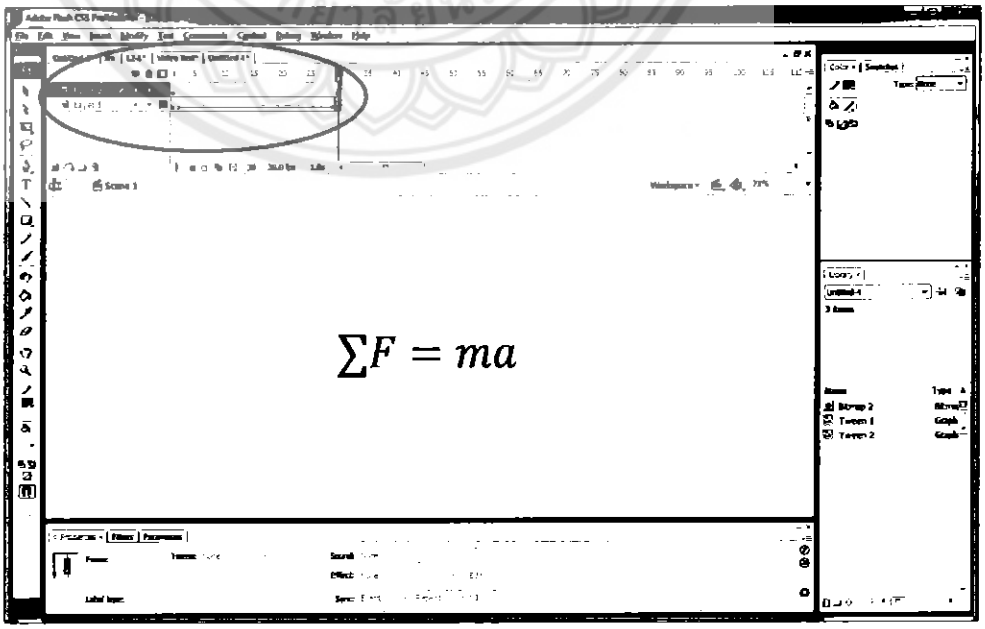
10. เมื่อกดใช้คำสั่ง Create Motion Tween แล้ว ให้คลิกที่เฟรมที่ 30 แล้วลากสมการมาอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการแสดง จากนั้นกด Ctrl+Enter เพื่อทดลองเล่น



รูปที่ 3.40 การระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของสมการของโปรแกรม Adobe Flash CS3®

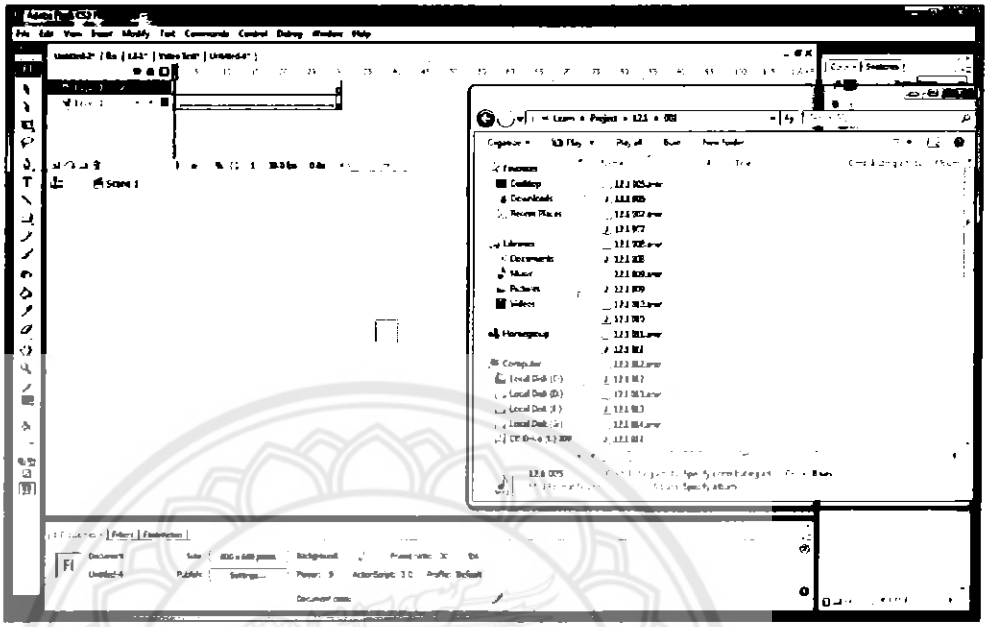
3.4.4 การใส่เสียงลงในโปรแกรม Adobe Flash CS3®

1. การใส่เสียงเริ่มจากกด Insert Layer ขึ้นมาอีก 1 layer



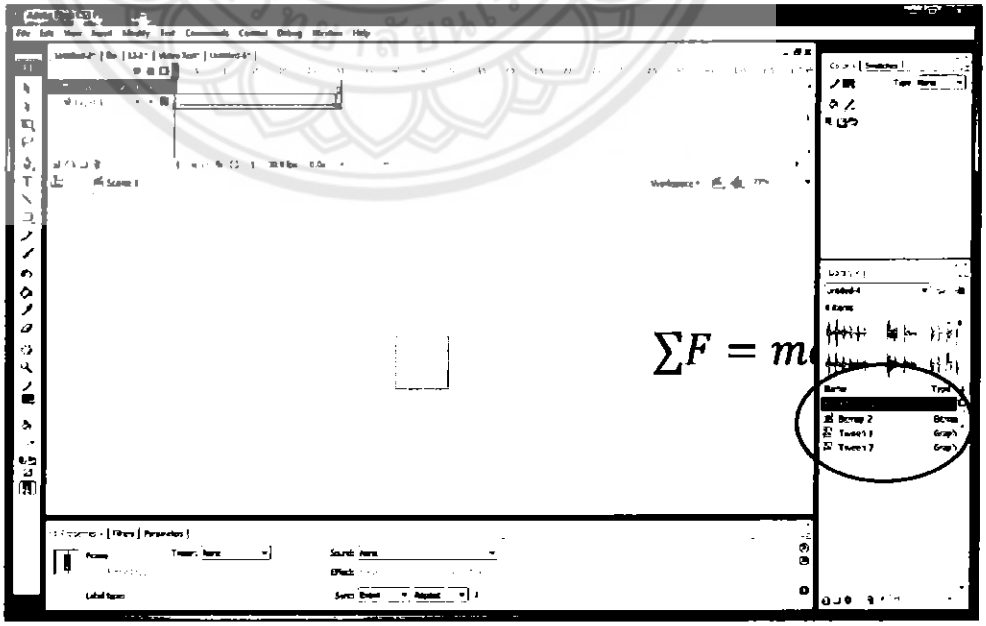
รูปที่ 3.41 การสร้าง Layer เพื่อใส่เสียงในโปรแกรม Adobe Flash CS3®

2. จากนั้นเปิดหน้าต่างโฟลเดอร์ที่มีไฟล์เสียงอยู่ แล้วนำเสียงที่ต้องการใส่ลงไปในโปรแกรม Adobe Flash CS3®



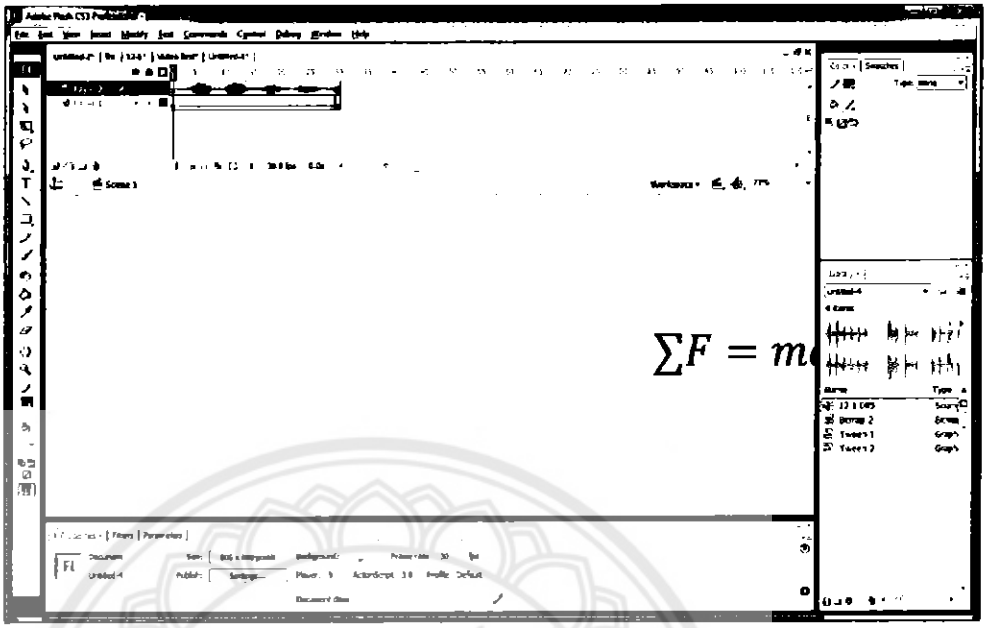
รูปที่ 3.42 การลงไฟล์เสียงในโปรแกรม Adobe Flash CS3®

3. เมื่อลากเสียงลงไปในโปแกรม Adobe Flash CS3® เรียบร้อย ไฟล์เสียงจะไปปรากฏอยู่ที่ช่วงสี่เหลี่ยมทางขวาล่าง จากนั้นให้ลากเสียงที่ต้องการใส่ลงไปในกระดาษ



รูปที่ 3.43 การใส่ไฟล์เสียงลงใน Layer ที่ต้องการในโปรแกรม Adobe Flash CS3®

4. หลังจากลากเสียงใส่ลงไปแล้ว จะปรากฏเส้นเสียงอยู่บน Layer 2 ดังภาพ

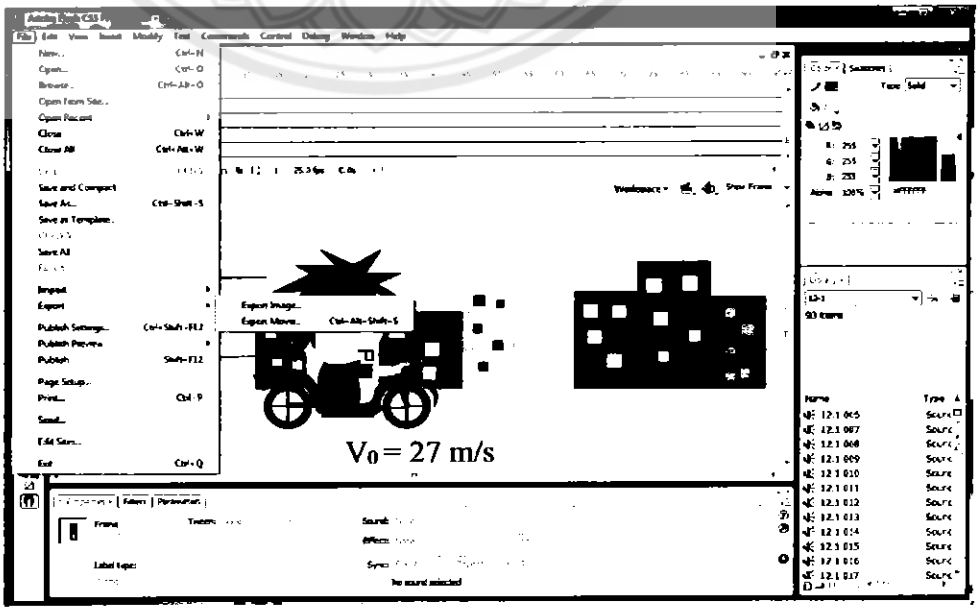


รูปที่ 3.44 แสดงเส้นเสียงที่อยู่ใน Layer 2 ในโปรแกรม Adobe Flash CS3®

3.4.5 การเตรียมพร้อมไฟล์วิดีโอก่อนที่จะนำไฟเผยแพร่

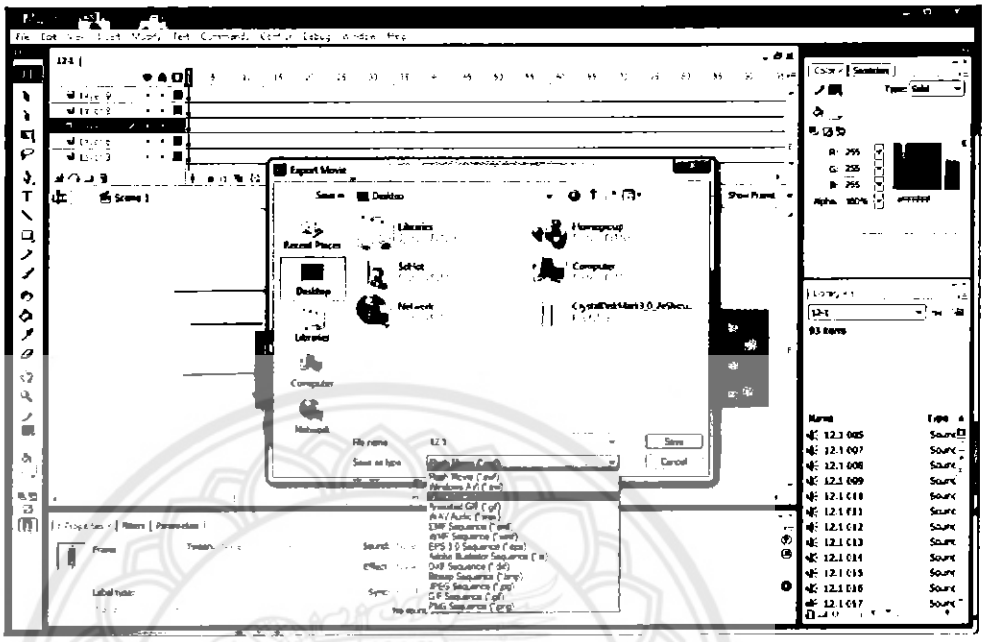
หลังจากที่ได้สร้าง แอนิเมชันและคำอธิบายเรียบร้อยแล้ว หากต้องการนำไปเผยแพร่ในที่ต่างๆ ให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

1. ไปที่เมนู File เลือกหัวข้อ Export และเลือก Export Movie...



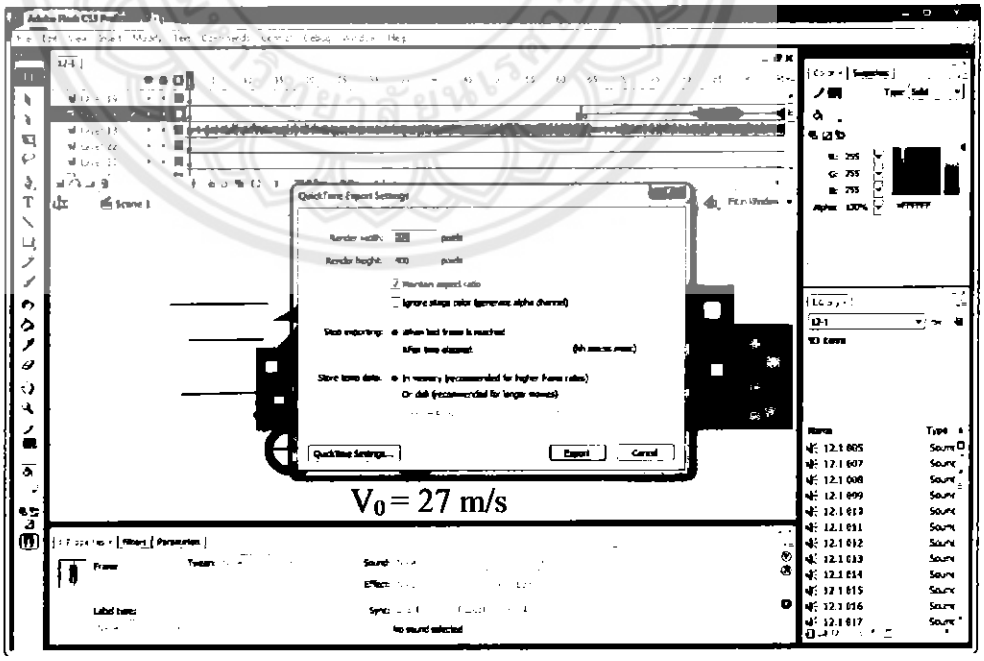
รูปที่ 3.45 การเลือกหัวข้อ Export ในโปรแกรม Adobe Flash CS3®

2. เลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการจะบันทึกไฟล์วิดีโอ และเลือก Save as type เป็น Quick Time (*.MOV) เพราะว่าไฟล์ .MOV จะเก็บรายละเอียดของแอนิเมชันได้ดี กด Save



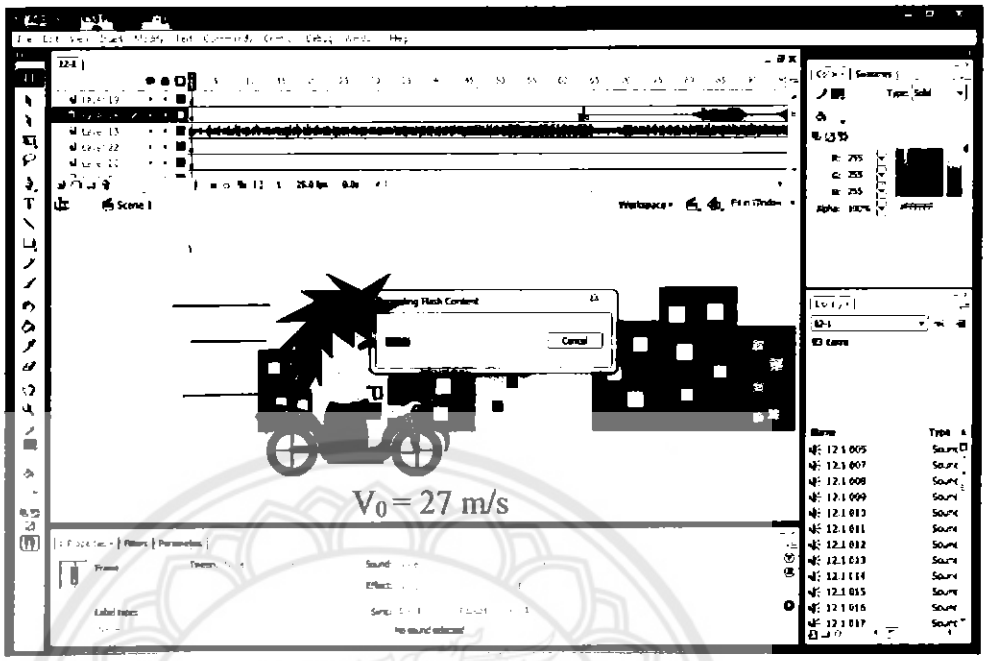
รูปที่ 3.46 การเลือกประเภทของไฟล์วิดีโอที่ต้องการบันทึก ในโปรแกรม Adobe Flash CS3®

3. กดปุ่ม Export เพื่อทำการนำไฟล์แอนิเมชันบน Adobe Flash CS3® ไปใช้



รูปที่ 3.47 รายละเอียดไฟล์ก่อนการ Export ในโปรแกรม Adobe Flash CS3®

4. รอขั้นตอนการ Export

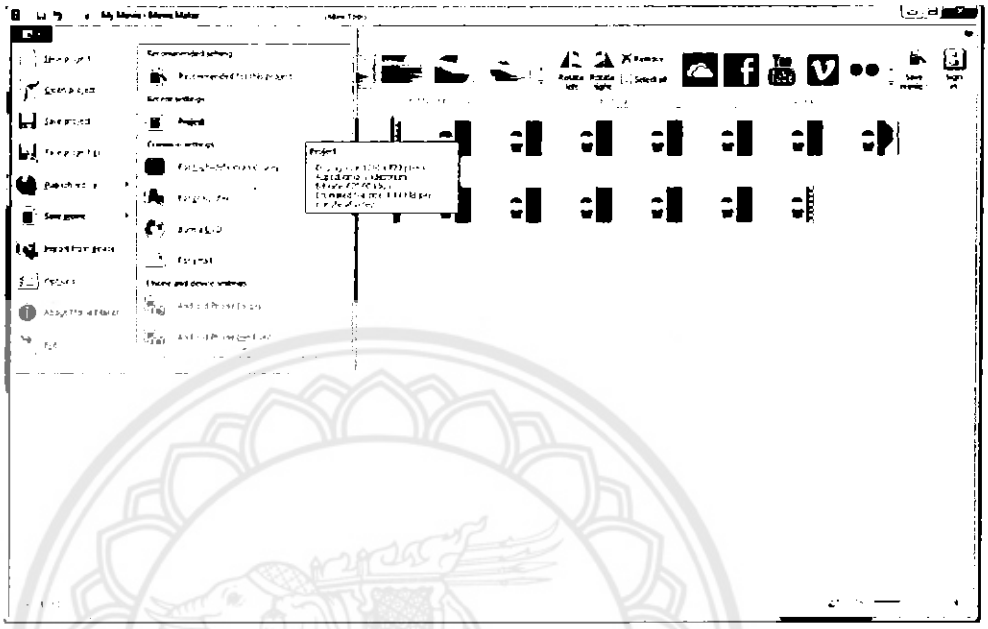


รูปที่ 3.48 ขั้นตอนระหว่างรอการ Export ในโปรแกรม Adobe Flash CS3®

5. เมื่อทำการ Export เสร็จแล้ว ให้เปิดโปรแกรม Windows Movie Maker® แล้วลากไฟล์ที่ Export เมื่อซักครู่ มาใส่ใน Windows Movie Maker โดยโปรแกรม Windows Movie Maker จะสามารถ เพิ่ม Title และ Credit ลงไปได้

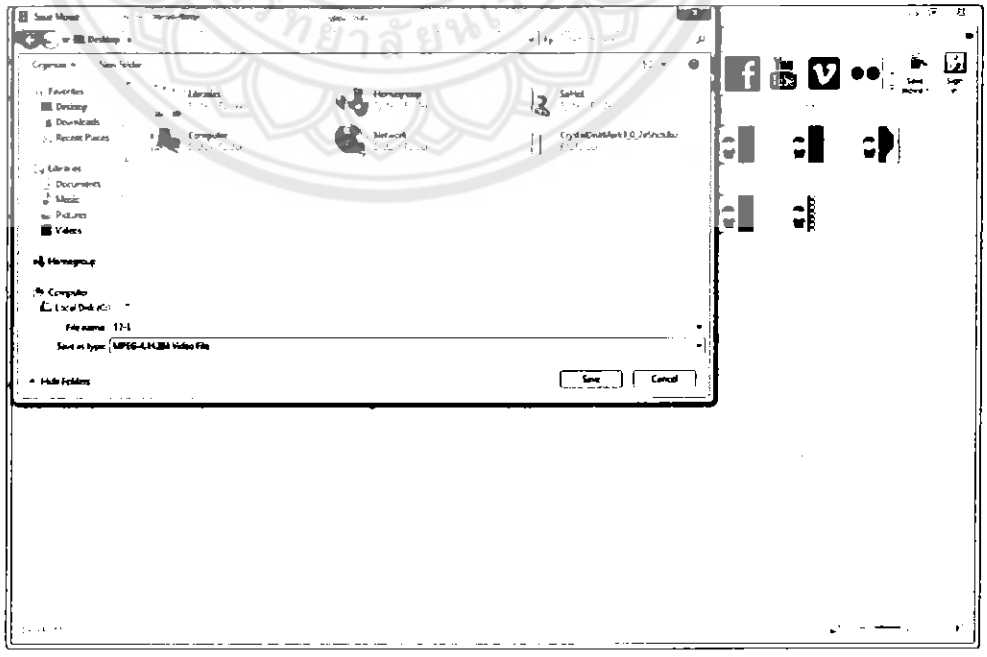
รูปที่ 3.49 การนำไฟล์หลังการ Export ลงในโปรแกรม Windows Movie Maker®

6. เมื่อเพิ่มในส่วนต่างๆที่ต้องการแล้ว ให้กดเมนู File เลือกหัวข้อ Save Movie หลังจากนั้นเลือกประเภทบันทึกไฟล์ ในนี้นี้จะบันทึกแบบ .mp4 เพราะว่าไฟล์จะมีขนาดไม่ใหญ่จนเกินไปและมีคุณภาพสูง



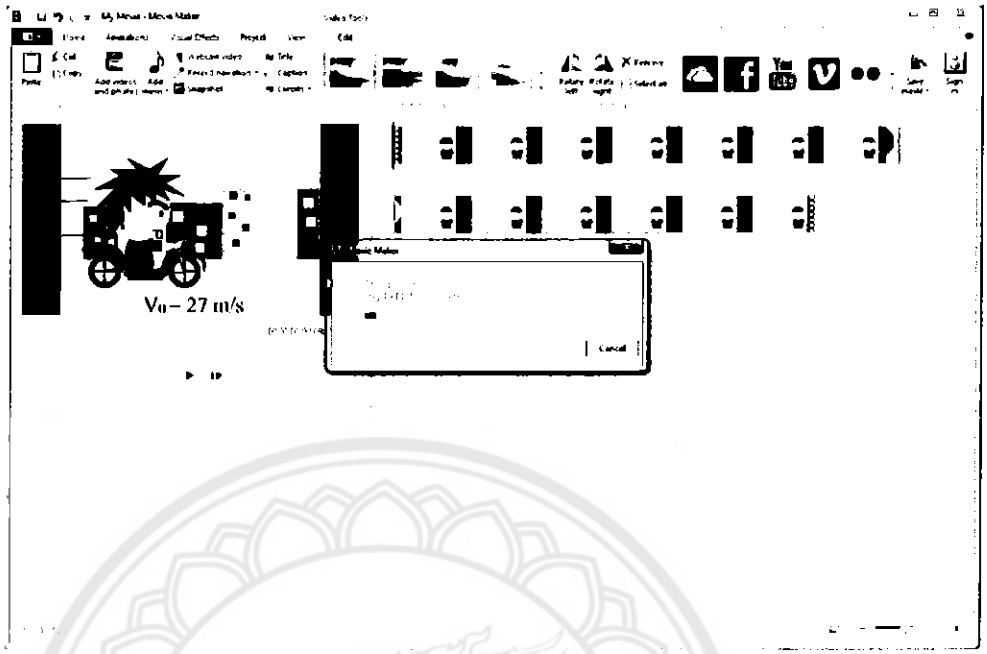
รูปที่ 3.50 การเลือกรูปแบบในการบันทึกไฟล์วิดีโอในโปรแกรม Windows Movie Maker®

7. จากนั้นเลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการบันทึก แล้ว กด Save



รูปที่ 3.51 การเลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการบันทึกไฟล์วิดีโอในโปรแกรม Windows Movie Maker®

8. รอการบันทึก เมื่อเสร็จสิ้นจะได้ไฟล์คลิปวิดีโอที่พร้อมทำการเผยแพร่ต่อไป



รูปที่ 3.52 ขั้นตอนการบันทึกไฟล์วิดีโอก่อนที่จะนำไฟเผยแพร่

บทที่ 4

สื่อผสม

การทำสื่อผสมนั้นทางผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรม Adobe Flash® ในการทำแอนิเมชันเพื่อสร้างเรื่องราวอธิบายโจทย์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจินตนาการถึงลักษณะของปัญหาและข้อกำหนดต่างๆ ได้ง่าย ซึ่งรูปแบบที่ใช้ในการสร้างเรื่องราวเพื่อประกอบการอธิบายปัญหานั้นใช้ 4 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบแอนนิเมชัน รูปแบบภาพนิ่ง รูปแบบวิดีโอและรูปแบบแอนนิเมชันผสมวิดีโอ

4.1 ลักษณะสื่อการสอน [3]

การสร้างสื่อการสอนอิเล็กทรอนิคส์เปรียบเสมือนกับการเขียนบทภาพยนตร์หรือละครและแล้วทำการกำกับการแสดง เพื่อให้ได้ภาพยนตร์ที่ดูแล้วเกิดความสนุก เพลิดเพลิน และชวนติดตามของผู้ชม สำหรับสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ที่ดีนั้นควรมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

4.1.1 มีคุณลักษณะของการสอน คือ ความมุ่งหมายสำหรับสอน ซึ่งตั้งใจออกแบบไว้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาหรือหลักการโดยง่าย และ เรียนด้วยความสนุกสนานเพลิดเพลิน

4.1.2 มีจอภาพที่ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ กับบทเรียน ไม่น้อยกว่า 75 % ของจอภาพทั้งหมดในบทเรียนนั้น

4.1.3 หากเป็นเนื้อหาทางเทคนิค หรือ วิทยาศาสตร์ ควรออกแบบให้มีการจำลองภาพให้เห็นเสมือนจริง หรือ การเคลื่อนไหวของกลไกการทำงาน อันจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ซึ่งตรงกับข้อเท็จจริงที่ว่า "หนึ่งภาพดีกว่าการเขียนคำอธิบาย หนึ่งพันคำ"

4.1.4 สนองหลักด้านจิตวิทยาของมนุษย์ คือมีการสอดแทรกหลักการ เรียนและเล่น ผสมผสานกันไป มีการให้ทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน หรือ การแข่งขัน ผนวกอยู่ด้วย

4.1.5 ใช้ประโยชน์และเครื่องมือจากระบบมัลติมีเดียอย่างเต็มที่ อันจะทำให้เป็นสื่อที่มีคุณภาพเหนือสื่อแบบธรรมดาอื่น ๆ ทั่วไป

ตารางที่ 4.1 สรุปคุณลักษณะสื่อการสอนที่จัดทำ

เรื่อง	ข้อมูลสรุป	ลักษณะของสื่ออิเล็กทรอนิกส์				
		4.1.1	4.1.2	4.1.3	4.1.4	4.1.5
สมการการเคลื่อนที่	1. การเคลื่อนที่เมื่อความเร่งติดลบ	/		/	/	
	2. การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง	/		/	/	
	3. การหาความเร่งและระยะทางจากสมการความเร็ว	/		/	/	
	4. การคำนวณโดยใช้กราฟ	/		/	/	

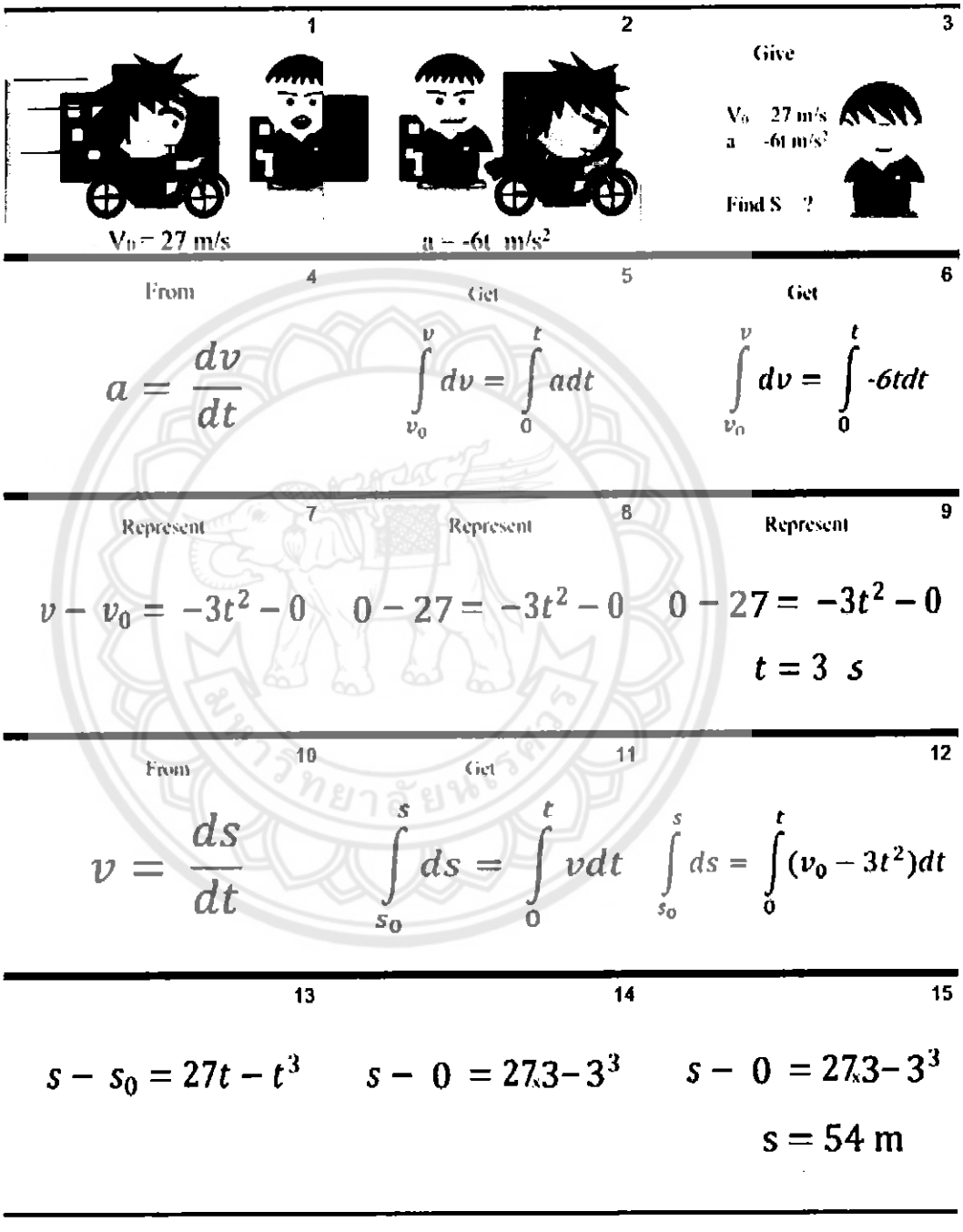
เรื่อง	ข้อมูลสรุป	ลักษณะของสื่ออิเล็กทรอนิกส์				
		4.1.1	4.1.2	4.1.3	4.1.4	4.1.5
	5. การคำนวณแบบสองแกน	/		/	/	
แรงและความเร่ง	1. การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง	/		/		
	2. การหมุน	/		/	/	/
	3. การหาแรงตึงเชือกและ θ ณ จุดสูงสุดโดยสมการแรงและความเร่ง	/		/	/	/
งานและพลังงาน	1. ความสัมพันธ์ของงานและพลังงาน	/		/	/	/
	2. กฎการอนุรักษ์พลังงาน	/		/	/	
อิมพัลส์และโมเมนตัม	1. การอนุรักษ์โมเมนตัม	/		/	/	
	2. การประยุกต์การใช้อิมพัลส์และการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	/		/	/	/

สรุปตารางคุณลักษณะของสื่อการสอนที่จัดทำว่า ยังขาดคุณลักษณะในส่วนของ การมีจอภาพที่ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ซึ่งในลักษณะของสื่อที่จัดทำขึ้นนั้น ไม่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการสอนได้ ในเรื่องสมการการเคลื่อนที่ เรื่องแรงและความเร่งในข้อ การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง เรื่องงานและพลังงานในข้อ กฎการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องอิมพัลส์และโมเมนตัมในข้อ การอนุรักษ์โมเมนตัม ยังขาดในส่วนของ การใช้ประโยชน์และเครื่องมือจากระบบมัลติมีเดียอย่างเต็มที่โดยไม่มีการใช้ภาพวิดีโอมาประกอบคำอธิบาย จึงอยากให้คณะผู้จัดทำรุ่นต่อไปได้เพิ่มเติมในส่วนนี้ด้วย

4.2 สื่อผสม

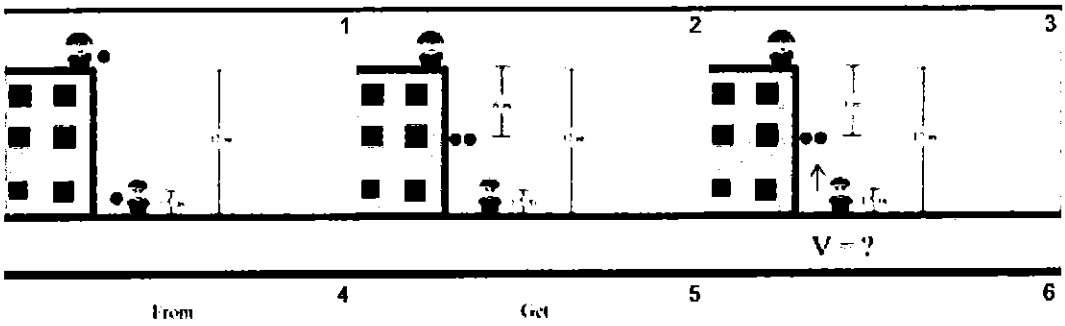
4.2.1 สื่อผสมรูปแบบแอนนิเมชัน

การเคลื่อนที่เมื่อความเร่งติดลบ



รูปที่ 4.1 การเคลื่อนที่เมื่อความเร่งติดลบ

การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง



$$v = \frac{ds}{dt} \qquad \int_{s_0}^{s} ds = \int_{0}^{t} (v_0 + at)dt \quad s - s_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

7 8 9

$$6 - 0 = 0 + \frac{1}{2}(9.81)t^2 \quad 6 - 0 = 0 + \frac{1}{2}(9.81)t^2 \qquad \int_{s_0}^{s} ds = \int_{0}^{t} (v_0 + at)dt$$

$$t = 1.1\ s$$

10 11 12

$$s - s_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad 6 - 1.5 = v_0(1.1) + \frac{1}{2}(-9.81)(1.1)^2 \qquad 6 - 1.5 = v_0(1.1) + \frac{1}{2}(-9.81)(1.1)^2$$

$$v_0 = 9.49\ m/s$$

รูปที่ 4.2 การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

การหาความเร่งและระยะทางจากสมการความเร็ว

1 2 3

Give

$v = 3t^2 + 2t\ ft/s$

$t = 3\ s$

Find a , s

4 5 6

From

$$a = \frac{dv}{dt} \qquad a = \frac{d(3t^2 + 2t)}{dt} \qquad a = 6t + 2$$

7 8 9

From

$$a = 6(3) + 2 \qquad a = 20\ ft/s^2 \qquad v = \frac{ds}{dt}$$

10 11 12

$$\int_{s_0}^{s} ds = \int_{0}^{t} v dt \qquad \int_{s_0}^{s} ds = \int_{0}^{t} (3t^2 + 2t)dt \qquad s - s_0 = (t^3 + t^2) + 0$$

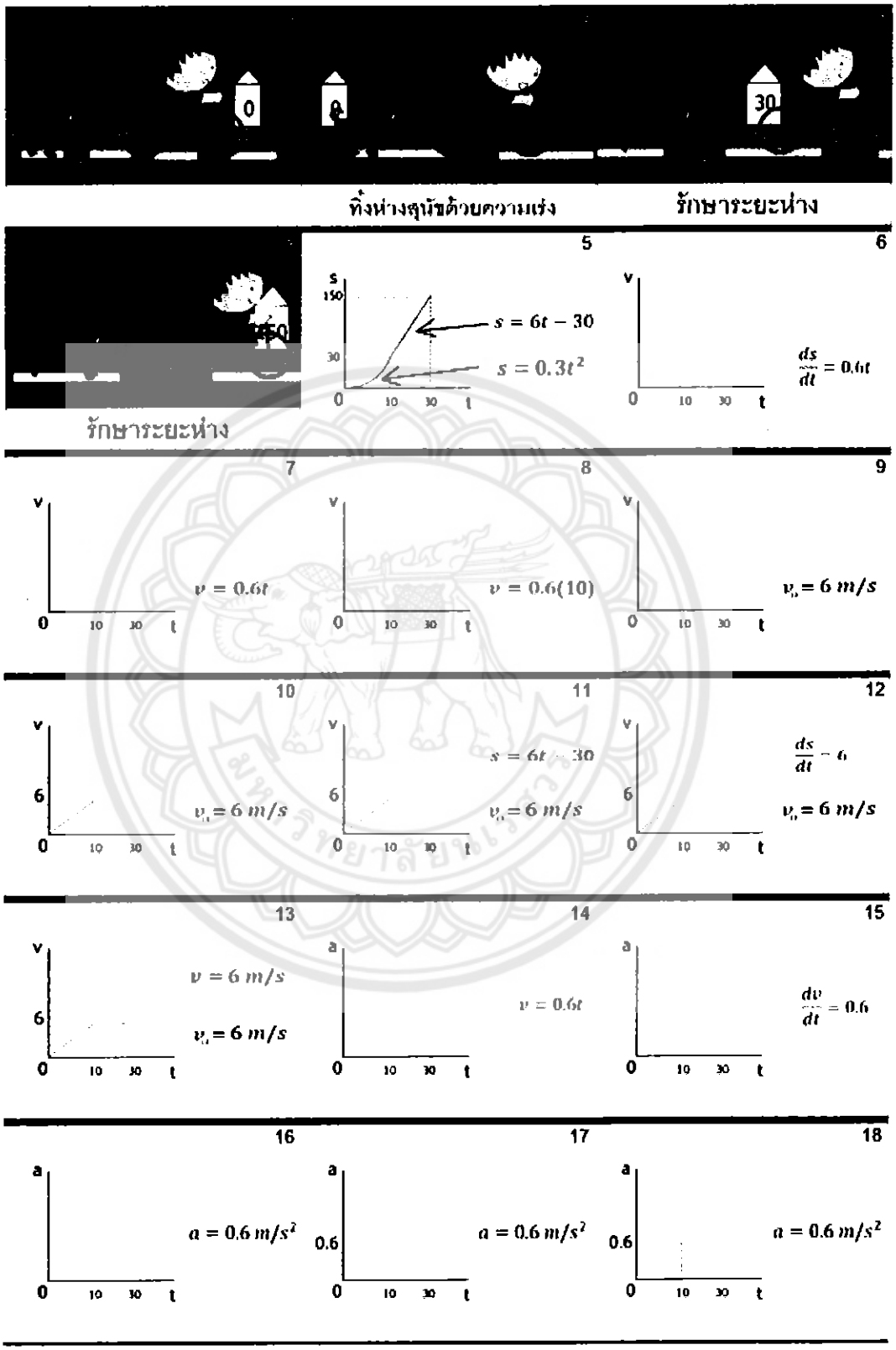
13 14

$$s - 0 = (3^3 + 3^2) + 0 \qquad s - 0 = (3^3 + 3^2) + 0$$

$$s = 36\ ft$$

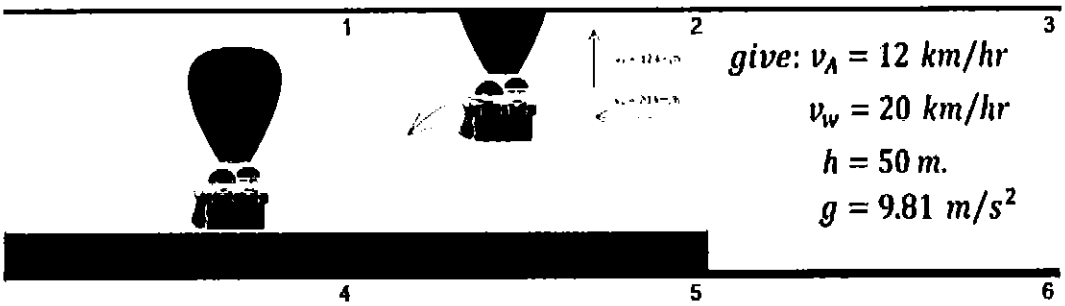
รูปที่ 4.3 การหาความเร่งและระยะทางจากสมการความเร็ว

การคำนวณโดยใช้กราฟ



รูปที่ 4.4 การคำนวณโดยใช้กราฟ

การคำนวณแบบสองแกน



$$\int_{v_{0y}}^{v_y} dv_y = \int_0^t a_y\,dt \qquad v_y = at + v_A \qquad v_y = -gt + v_A$$

7 8 9

$$\int_{s_{0y}}^{s_y} ds_y = \int_0^t (-gt + v_A)dt \qquad s_y - s_{0y} = -\frac{1}{2}gt^2 + v_A t$$

$s_{0y} = h$

$s_y = 0$

10 11 12

หา t

$$0 = -\frac{1}{2}gt^2 + v_A t + h$$

หา t

$$-\frac{1}{2}gt^2 + v_A t + h = 0$$

$$Ax^2 + Bx + C = 0$$

$$-\frac{1}{2}gt^2 + v_A t + h = 0$$

$$x = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

13 14 15

หา t

$$t = \frac{-v_A \pm \sqrt{v_A^2 - 4(-\frac{1}{2}g)(h)}}{2(-\frac{1}{2}g)}$$

หา t

$$t = \frac{v_A \pm \sqrt{v_A^2 - 2gh}}{g}$$

หา t

$$t = \frac{3.33 \pm \sqrt{(3.33)^2 + 2(9.81)(50)}}{(9.81)}$$

16 17 18

หา t

$$t = \frac{3.33 \pm 31.5}{(9.81)}$$

หา t

$$t = -2.87\ s, t = 3.55\ s$$

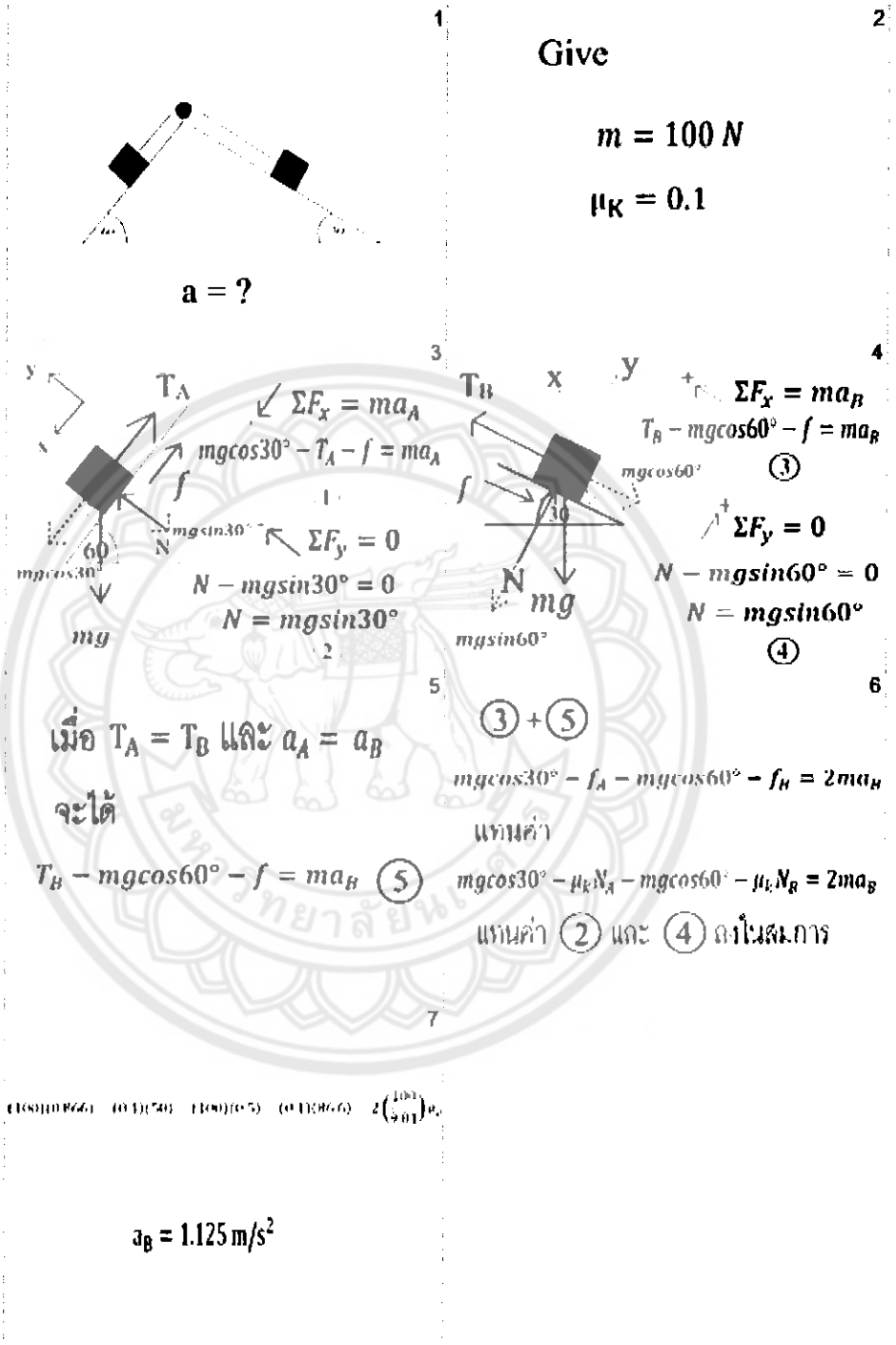
หา t

$$t = 3.55\ s$$

รูปที่ 4.5 การคำนวณแบบสองแกน

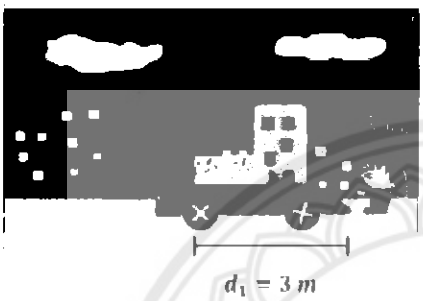
4.2.2 สื่อผสมรูปแบบภาพนิ่ง

การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง



รูปที่ 4.6 การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง

กฎการอนุรักษ์พลังงาน



4

Give

$v_1 = 40\ km/hr$

$v_1 = 11.11\ m/s$

$d_1 = 3\ m$

$v_2 = 80\ km/hr$

$v_2 = 22.22\ m/s$

5

$$T_1 + \Sigma U_{1-2} = T_2$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \int_{d_1}^{d_2} f\,ds = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + (\mu_k mgd_2 - \mu_k mgd_1) = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 - \mu_k mgd_1 = 0$$

6

$$\frac{1}{2}mv_1^2 - \mu_k mgd_1 = 0$$

$$\mu_k = \frac{v_1^2}{2gd_1}$$

$$\mu_k = \frac{11.11^2}{2(9.81)(3)}$$

$$\mu_k = 2.097$$

7

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \mu_k mgd_2 = 0$$

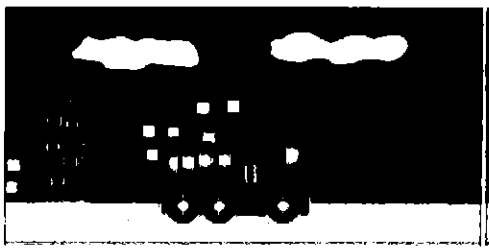
$$d_2 = \frac{v_2^2}{2\mu_k g}$$

$$d_2 = \frac{22.22^2}{2(2.097)(9.81)}$$

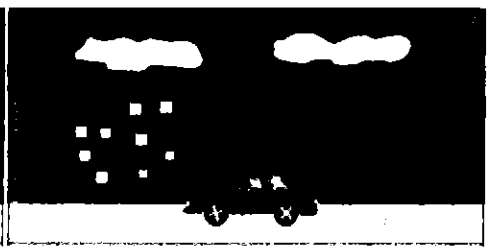
$$d_2 = 12\ m$$

รูปที่ 4.7 กฎการอนุรักษ์พลังงาน

การอนุรักษ์โมเมนตัม



$W_B = 75\ kN \qquad v = 2.5\ m/s$



$W_A = 15\ kN \qquad v = 2\ m/s$

$$(m_B v_B) - (m_A v_A) = (m_B + m_A)v$$

$$\left(\frac{W_B}{g}\right)v_B - \left(\frac{W_A}{g}\right)v_A = \left(\frac{W_B+W_A}{g}\right)v$$

$$v = \frac{W_B v_B - W_A v_A}{W_B + W_A}$$

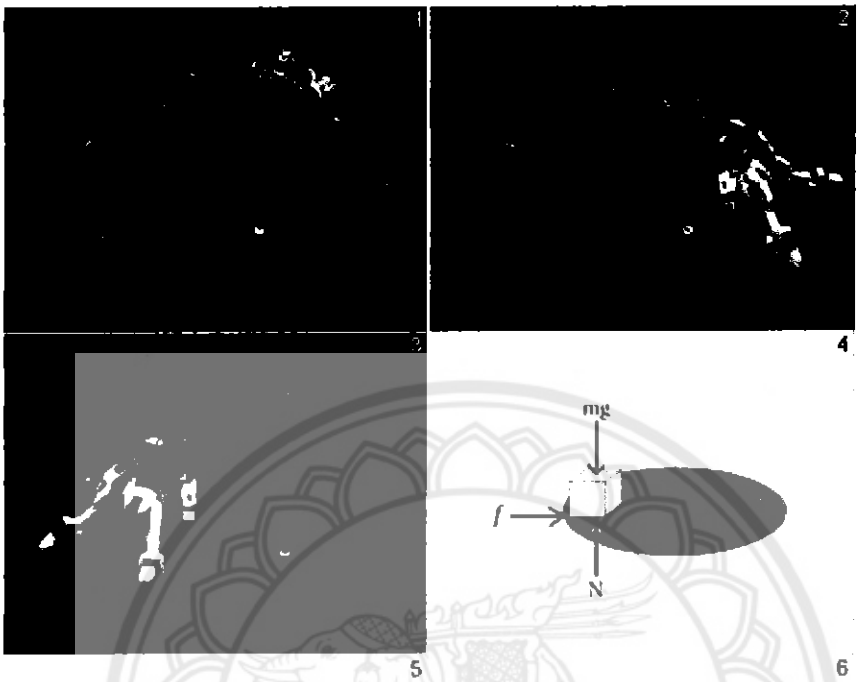
$$v = \frac{(75)(2.5)-(15)(2)}{75+15}$$

$$v = 1.75\ m/s \longrightarrow$$

รูปที่ 4.8 การอนุรักษ์โมเมนตัม

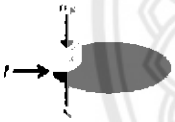
4.2.3 สื่อผสมรูปแบบวิดีโอ

การหมุน



1 2 3 4 5

6



m = 15 kg

r = 5m

μ = 0.2

$v_{max} = ?$

7

$$\sum F_n = ma_n$$

8

$$f = m\frac{v^2}{r}$$

$$f = m\frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{fr}{m}} = \sqrt{\frac{\mu Nr}{m}}$$

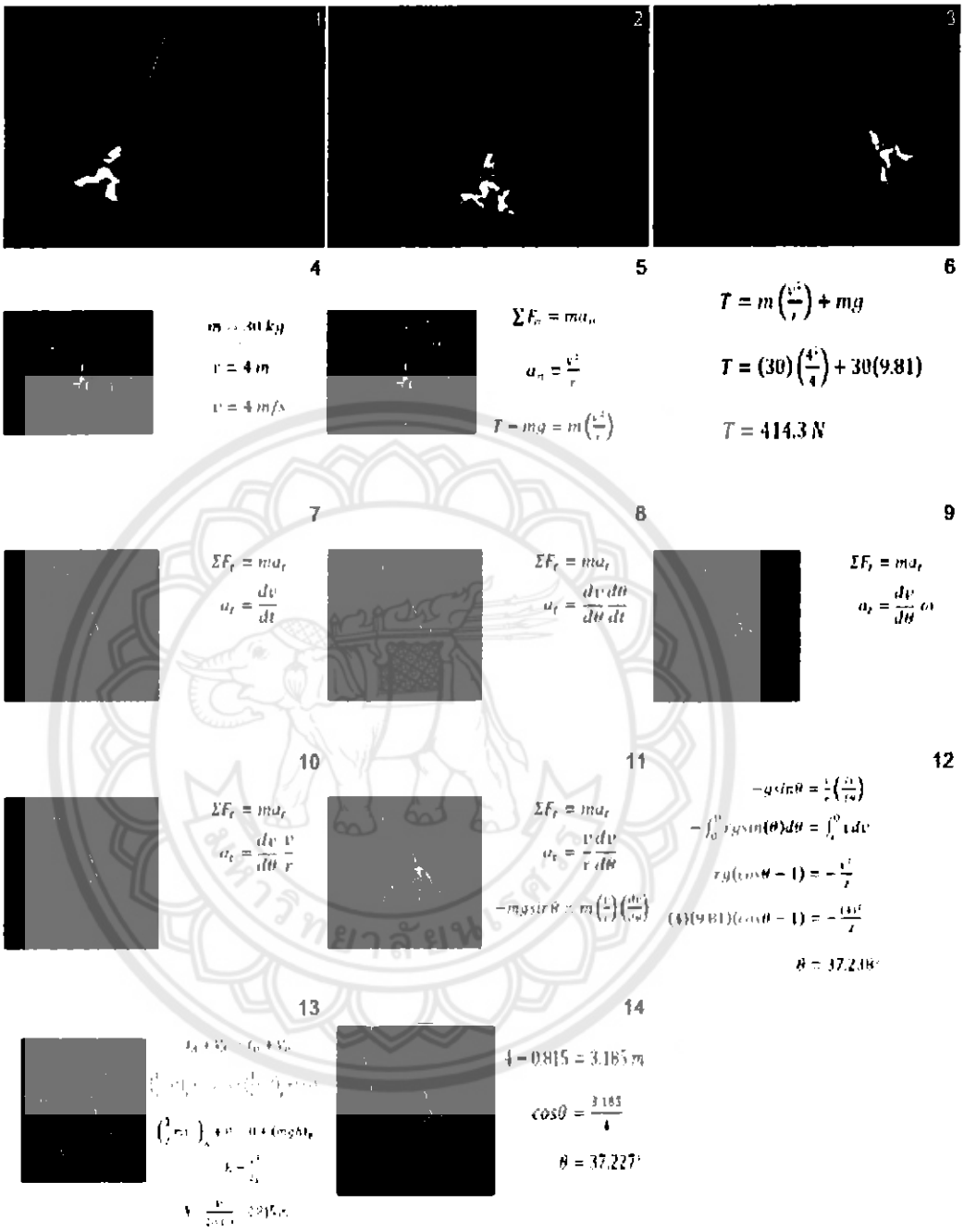
9

$$v = \sqrt{\frac{(0.2)(15 \times 9.81)(5)}{15}}$$

$$v_{max} = 3.132\ m/s$$

รูปที่ 4.9 การหมุน

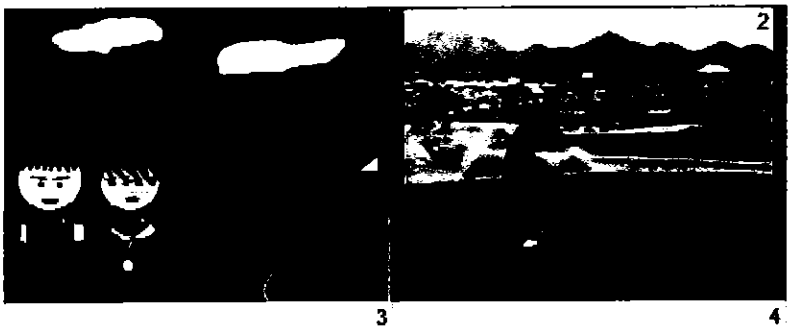
การหาแรงตึงเชือกและมุม θ ณ จุดสูงสุด

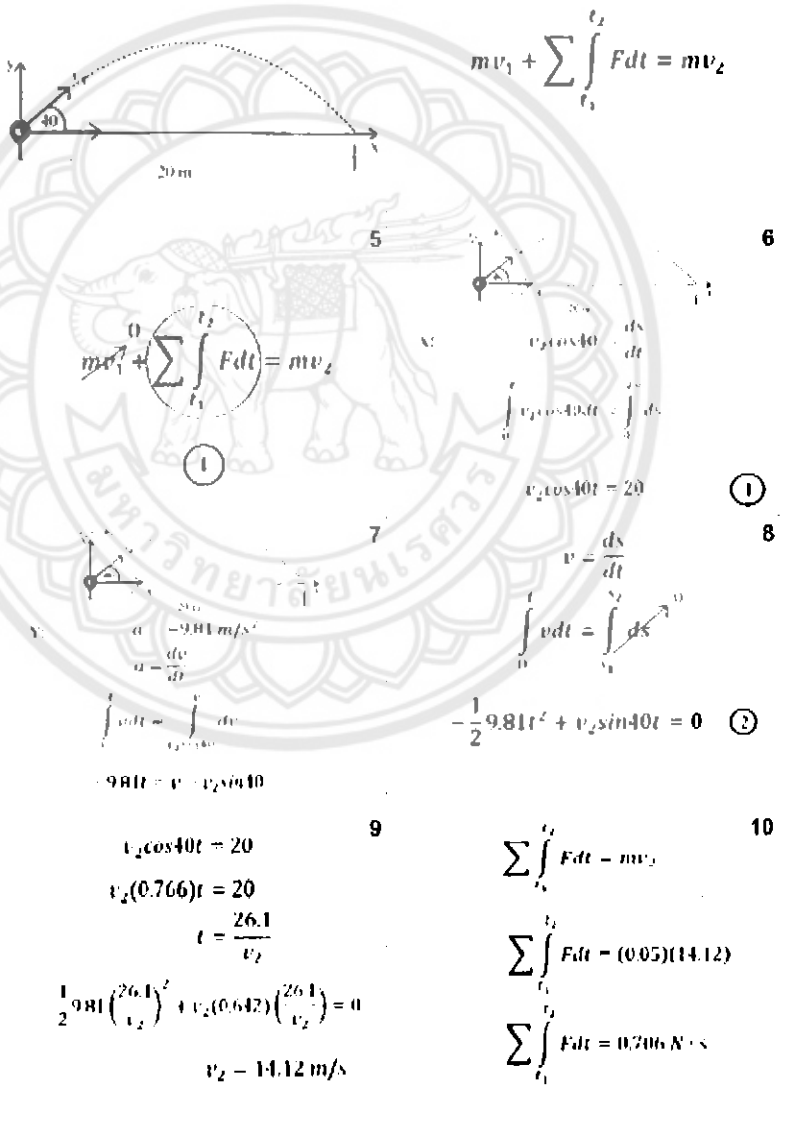


รูปที่ 4.10 การหาแรงตึงเชือกและมุม θ ณ จุดสูงสุด

4.2.4 สื่อผสมรูปแบบแอนนิเมชันผสมวิดีโอ

การประยุกต์ใช้อิมพัลส์และการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์



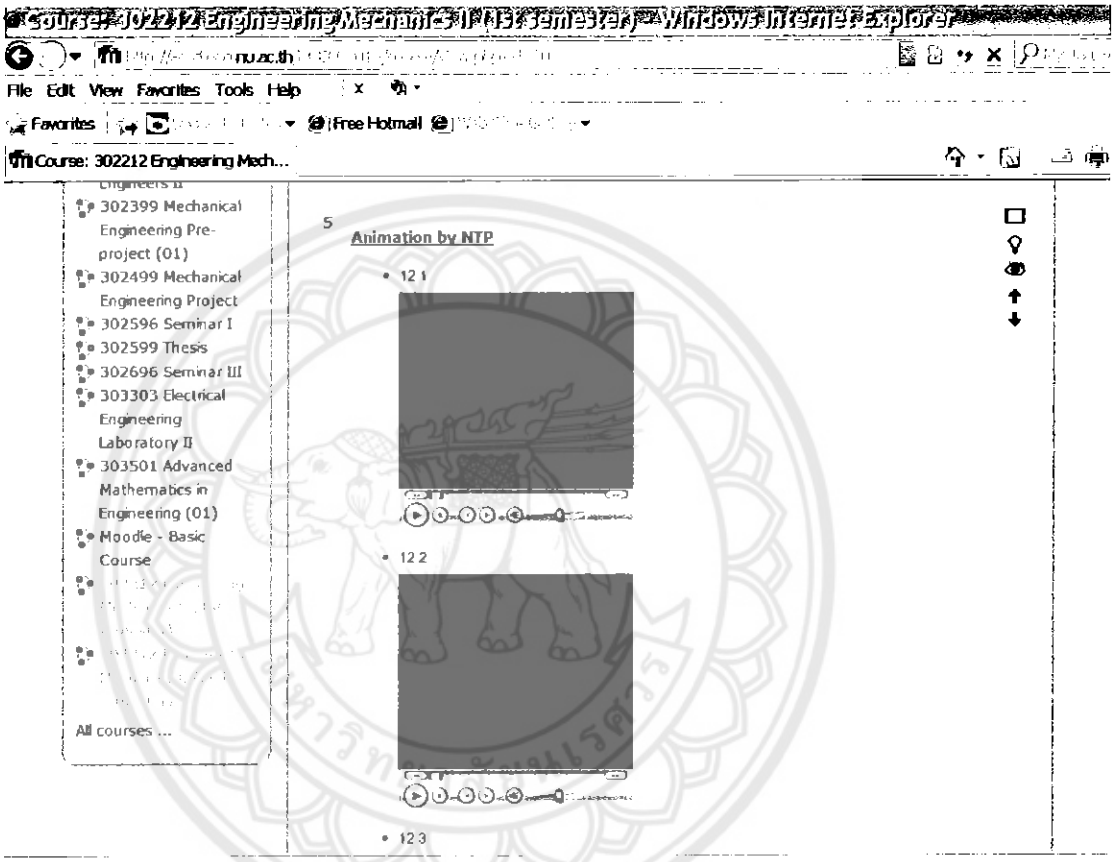


รูปที่ 4.11 การประยุกต์ใช้อิมพัลส์และการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์

4.3 ช่องทางการเผยแพร่

หลังจากทำสื่อผสม ได้นำสื่อที่จัดทำทั้งหมดมาเผยแพร่ ซึ่งช่องทางการเผยแพร่มีทั้งหมด 3 ช่องทาง ดังต่อไปนี้

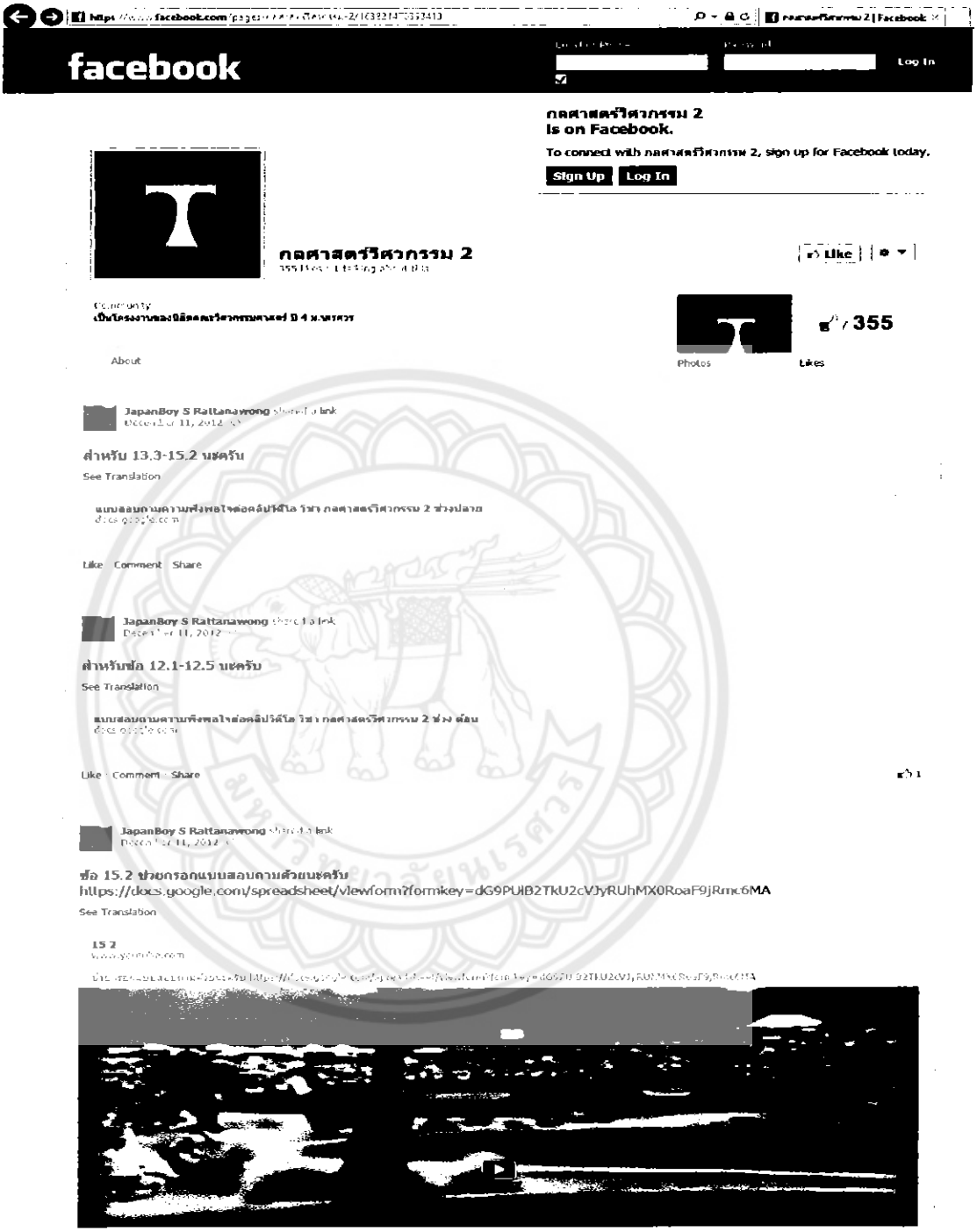
4.3.1 เว็บไซต์ Moodle



รูปที่ 4.12 เว็บไซต์ moodle

สามารถเข้าไปชมสื่อผสมได้ที่เว็บไซต์ Moodle ตามที่ปรากฏบนรูปที่ 4.5 ซึ่งใน Moodle จะอนุญาตเฉพาะ นิสิตที่ลงทะเบียนเรียนในวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 เท่านั้น ซึ่งข้อดีของเว็บไซต์ Moodle นั้นคือ สามารถจำกัดการเข้าชมและบันทึกสถิติผู้เข้าชมเฉพาะกลุ่มผู้เรียนในวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 ได้

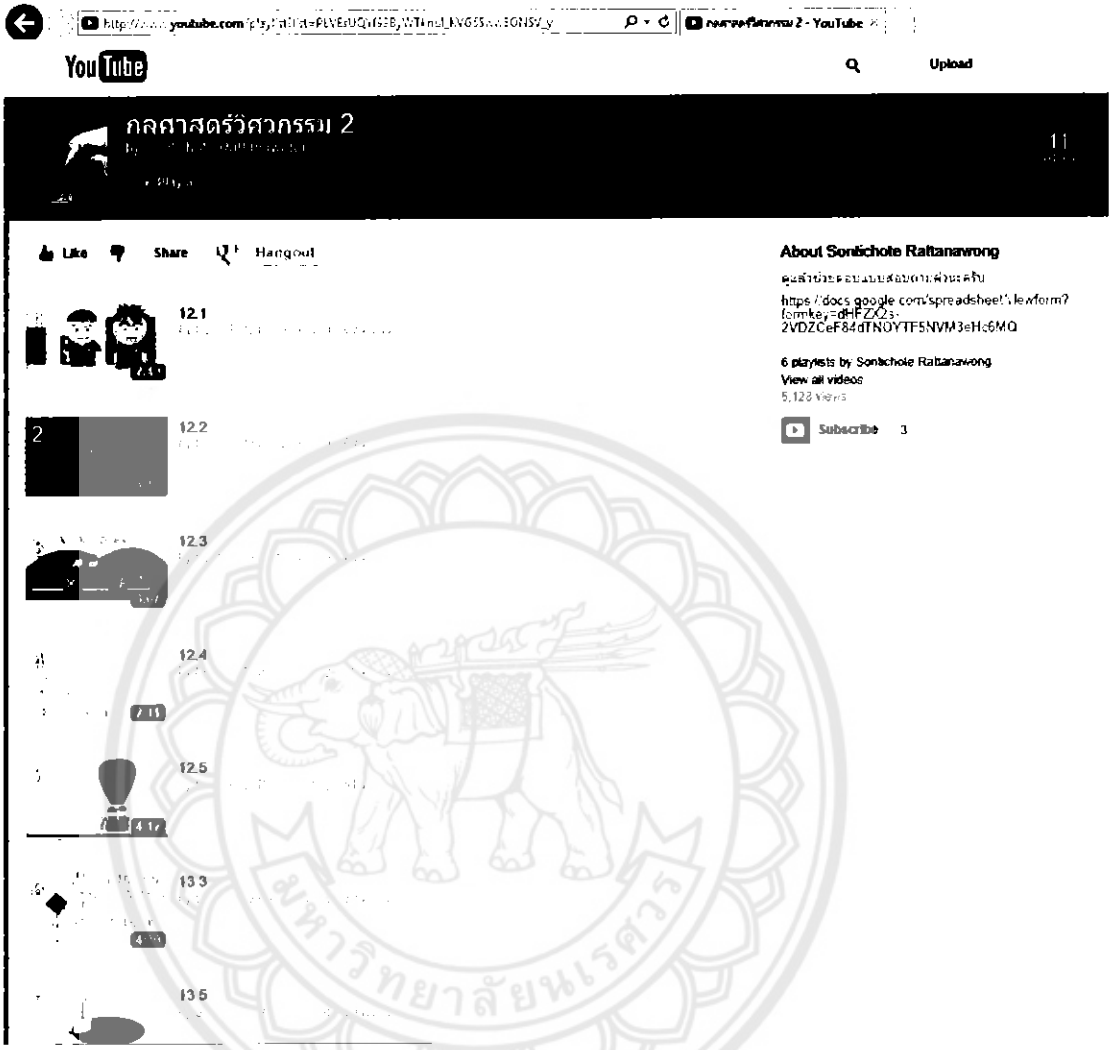
4.3.2 facebook



รูปที่ 4.13 facebook fanpage กลศาสตร์วิศวกรรม 2

ในการเข้าชมสื่อผสมผ่านทางเว็บไซต์ facebook สามารถเข้าชมได้โดยการเข้าไปที่เพจ กลศาสตร์วิศวกรรม 2 ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 4.6 ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถเข้าชมได้โดยไม่จำกัดเฉพาะผู้ที่ลงทะเบียนเรียนวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 เท่านั้นแต่ต้องเข้ามากด ถูกใจ ก่อนจึงจะสามารถเข้าชมได้ ซึ่งข้อดีข้อเว็บไซต์ facebook คือ เป็นสาธารณะ ไม่จำกัดการเข้าชม และเป็นโซเชียลเน็ตเวิร์ค

4.3.3 Youtube



รูปที่ 4.14 Youtube Playlist กลศาสตร์วิศวกรรม 2

ในการเข้าชมสื่อผสมผ่านทางเว็บไซต์ Youtube สามารถเข้าชมได้โดยการพิมพ์คำว่า “Playlist กลศาสตร์วิศวกรรม 2” ที่ช่องค้นหา แล้วผู้ที่สนใจจะเห็น Playlist ของสื่อผสมทั้งหมดที่ได้จัดทำขึ้นดังรูปที่ 4.7 ซึ่งข้อดีของเว็บไซต์ Youtube คือ เป็นสาธารณะ และทุกคนสามารถเข้าถึงได้

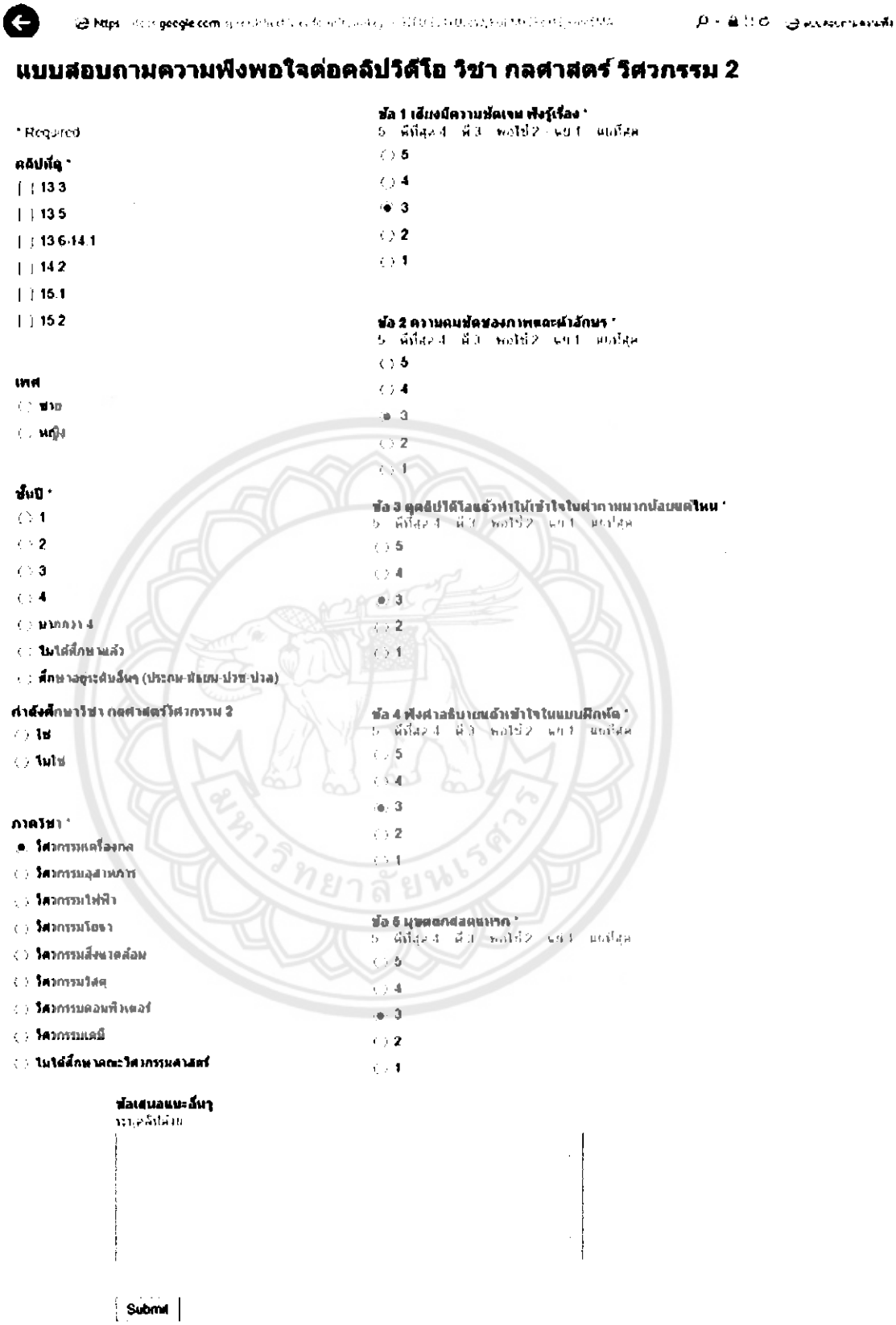
บทที่ 5

แบบสอบถามความพึงพอใจ

ในการทำสื่อผสมในครั้งนี้ คณะผู้จัดทำได้นำแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานของสื่อผสมโดยใช้ google.doc เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ในด้านต่างๆ ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามทั้งนิสิตและบุคคลทั่วไป สามารถเข้ามาตอบแบบสอบถามได้ที่ https://www.facebook.com /pages/กลศาสตร์วิศวกรรม-2/163821470393413 โดยคณะผู้จัดทำจะแบ่งแบบสอบถามออกเป็นสองช่วง โดยช่วงที่ 1 จะครอบคลุมเนื้อหาในเรื่อง สมการการเคลื่อนที่ ซึ่งเปิดให้เข้ามาตอบแบบสอบถามระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม ถึงวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 และในช่วงที่ 2 ครอบคลุมเนื้อหาในเรื่อง แรงและความเร่ง งานและพลังงาน และ อิมพัลส์และโมเมนตัม ซึ่งแบบสอบถามในช่วงที่ 2 นั้นได้เปิดให้ตอบแบบสอบถามระหว่างวันที่ 1 กันยายน ถึงวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2555

5.1 แบบสอบถาม

ในแบบสอบถามที่จัดทำขึ้นนั้น จะสอบถามความเห็นเกี่ยวกับสื่อการสอนในเรื่องความชัดเจนของเสียง ความคมชัดของภาพและตัวอักษร ดูคลิปวิดีโอแล้วทำให้เข้าใจในคำถาม ฟังคำอธิบายแล้วเข้าใจในแบบฝึกหัด มุขเพื่อดึงดูดความสนใจ ซึ่งจะมีรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 5.1



แบบสอบถามความพึงพอใจต่อคลิปวิดีโอ วิชา กลศาสตร์ วิศวกรรม 2

* Required

คลิปที่ดู *
[ ] 13.3
[ ] 13.5
[ ] 13.6-14.1
[ ] 14.2
[ ] 15.1
[ ] 15.2

เพศ
( ) ชาย
( ) หญิง

ชั้นปี *
( ) 1
( ) 2
( ) 3
( ) 4
( ) มากกว่า 4
( ) ไม่ได้ศึกษาแล้ว
( ) ศึกษาอยู่ระดับอื่นๆ (ประถม-มัธยม-ปวช-ปวส)

ท่านกำลังศึกษาวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2
( ) ใช่
( ) ไม่ใช่

ภาควิชา *
(•) วิศวกรรมเครื่องกล
( ) วิศวกรรมอุตสาหการ
( ) วิศวกรรมไฟฟ้า
( ) วิศวกรรมโยธา
( ) วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
( ) วิศวกรรมวัสดุ
( ) วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
( ) วิศวกรรมเคมี
( ) ไม่ได้ศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์

ข้อ 1 เสียงมีความชัดเจน ฟังรู้เรื่อง *
5 มีที่สุด 4 มี 3 พอใช้ 2 แย่ 1 แย่ที่สุด
( ) 5
( ) 4
(•) 3
( ) 2
( ) 1

ข้อ 2 ความคมชัดของภาพและตัวอักษร *
5 มีที่สุด 4 มี 3 พอใช้ 2 แย่ 1 แย่ที่สุด
( ) 5
( ) 4
(•) 3
( ) 2
( ) 1

ข้อ 3 คุณคิดว่าได้โฟกัสทำให้เข้าใจในส่วนยากน้อยแค่ไหน *
5 มีที่สุด 4 มี 3 พอใช้ 2 แย่ 1 แย่ที่สุด
( ) 5
( ) 4
(•) 3
( ) 2
( ) 1

ข้อ 4 ฟังคำอธิบายแล้วเข้าใจในแบบฝึกหัด *
5 มีที่สุด 4 มี 3 พอใช้ 2 แย่ 1 แย่ที่สุด
( ) 5
( ) 4
(•) 3
( ) 2
( ) 1

ข้อ 5 บุคลิกสอดแทรก *
5 มีที่สุด 4 มี 3 พอใช้ 2 แย่ 1 แย่ที่สุด
( ) 5
( ) 4
(•) 3
( ) 2
( ) 1

ข้อเสนอแนะอื่นๆ
ระบุหรือไม่ก็ได้

Submit

รูปที่ 5.1 แบบสอบถาม

5.2 ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อผสม วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 ช่วงที่ 1 (1 พฤษภาคม - 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2555)

5.2.1 ข้อมูลสถิติผู้เข้ากรอกแบบสอบถามในช่วงที่ 1

จำนวนคนที่เข้าชมสื่อผสมในช่วงที่ 1 จำนวน 37 คน โดยแบ่งออกเป็นเพศชาย 26 คน เพศหญิง 11 คน ซึ่งในบทที่ 12 นั้นจะแบ่งเป็น 5 คลิปวิดีโอ ซึ่งมีผู้เข้าชมดังนี้

ตาราง 5.1 จำนวนผู้เข้าชมในแต่ละคลิป ช่วงที่ 1

คลิป	จำนวนผู้เข้าชม
1.การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเมื่อความเร่งติดลบ	30
2.การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง	28
3.การหาความเร่งและระยะทางด้วยสมการความเร็ว	28
4.การคำนวณโดยใช้กราฟ	8
5.การคำนวณแบบสองแกน	9

ตาราง 5.2 ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม ช่วงที่ 1

ระดับชั้นการศึกษา	จำนวนผู้เข้าชม
ชั้นปีที่ 1	1
ชั้นปีที่ 2	13
ชั้นปีที่ 3	6
ชั้นปีที่ 4	6
มากกว่าชั้นปีที่ 4	5
ไม่ได้ศึกษาแล้ว	4
ศึกษาอยู่ในระดับอื่นๆ (ประถม-มัธยม-ปวช-ปวส)	1
ไม่ระบุ	1

ตาราง 5.3 จำนวนผู้ที่กำลังศึกษาวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 ช่วงที่ 1

สถานะของผู้กรอกแบบสอบถาม	จำนวนผู้เข้าชม
ศึกษาอยู่	12
ไม่ได้ศึกษาอยู่	22
ไม่ระบุ	3

ตาราง 5.4 จำนวนผู้ที่ศึกษาอยู่ในสาขาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ช่วงที่ 1

สาขาวิชาที่ศึกษา	จำนวนผู้เข้าชม
วิศวกรรมเครื่องกล	17
วิศวกรรมอุตสาหการ	10
วิศวกรรมไฟฟ้า	ไม่มีผู้เข้าชม
วิศวกรรมโยธา	1
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	1
วิศวกรรมวัสดุ	5
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	ไม่มีผู้เข้าชม
วิศวกรรมเคมี	ไม่มีผู้เข้าชม
ไม่ได้ศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์	3

ตาราง 5.5 ความพึงพอใจของผู้เข้าชมคลิป ช่วงที่ 1 (คะแนนเต็ม 5)

หัวข้อการประเมิน	คะแนน	คิดเป็นเปอร์เซ็น	อยู่ในเกณฑ์
เสียงมีความชัดเจนฟังรู้เรื่อง	4.000	80.00%	ดี
ความคมชัดของภาพและตัวอักษร	4.135	82.70%	ดี
ดูคลิปวิดีโอแล้วทำให้เข้าใจในคำถาม	3.838	76.76%	ดีพอใช้
ฟังคำอธิบายแล้วเข้าใจในแบบฝึกหัด	3.618	72.36%	ดีพอใช้
มุขเพื่อดึงดูดความสนใจ	3.667	73.34%	ดีพอใช้

5.2.2 สรุปข้อเสนอแนะของผู้กรอกแบบสอบถาม

ในบางช่วงที่มีปัญหาทางเทคนิคเช่น เสียงซ้อนกัน เสียงไม่ชัด พูดเสียงเหน่อ เป็นต้น ตัวการ์ตูนยังดูไม่น่าสนใจเท่าที่ควร มุขที่ใส่ลงไปในคลิปวิดีโอนั้นไม่ดึงดูดเท่าที่ควร และแบบฝึกหัดไม่มีความซับซ้อนมากนัก

จากข้อเสนอแนะที่ได้ในช่วงที่ 1 นั้น ทางคณะผู้จัดทำได้นำข้อผิดพลาดทางด้านเทคนิคต่างๆไปปรับปรุงแก้ไข และ ได้เพิ่มการทำสื่อแบบมีวิดีโอเข้าไป เพื่อให้ดูน่าสนใจยิ่งขึ้น ทั้งนี้ คณะผู้จัดทำยังได้คัดเลือกแบบฝึกหัดให้มีความซับซ้อนขึ้นอีกด้วย

5.3 ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อผสม วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 ช่วงที่ 2 (1 กันยายน – 31 ตุลาคม พ.ศ. 2555)

5.3.1 ข้อมูลสถิติผู้เข้ากรอกแบบสอบถามใน ช่วงที่ 2

จำนวนคนที่เข้าชมสื่อผสมในช่วงที่ 2 จำนวน 72 คน โดยแบ่งออกเป็นเพศชาย 35 คน เพศหญิง 37 คน บทที่ 13 ถึง 15 นั้นจะแบ่งเป็น 6 คลิปวิดีโอ ซึ่งจะมีผู้เข้าชมดังนี้

ตาราง 5.6 จำนวนผู้เข้าชมในแต่ละคลิป ช่วงที่ 2

คลิป	จำนวนผู้เข้าชม
1.แรงและความเร่ง ข้อที่ 1	28
2.แรงและความเร่ง ข้อที่ 2	29
3.แรงและความเร่ง ข้อที่ 3	21
4.งานและพลังงาน ข้อที่ 1	25
5.อิมพัลส์และโมเมนตัม ข้อที่ 1	38
6.อิมพัลส์และโมเมนตัม ข้อที่ 2	25

ตาราง 5.7 ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม ช่วงที่ 2

ระดับชั้นการศึกษา	จำนวนผู้เข้าชม
ชั้นปีที่ 1	6
ชั้นปีที่ 2	3
ชั้นปีที่ 3	14
ชั้นปีที่ 4	12
มากกว่าชั้นปีที่ 4	9
ไม่ได้ศึกษาแล้ว	26
ศึกษาอยู่ในระดับอื่นๆ (ประถม-มัธยม-ปวช-ปวส)	2

ตาราง 5.8 จำนวนผู้ที่กำลังศึกษาวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 ช่วงที่ 2

สถานะของผู้กรอกแบบสอบถาม	จำนวนผู้เข้าชม
ศึกษาอยู่	6
ไม่ได้ศึกษาอยู่	62
ไม่ระบุ	4

ตาราง 5.9 จำนวนผู้ที่ศึกษาอยู่ในสาขาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ช่วงที่ 2

สาขาวิชาที่ศึกษา	จำนวนผู้เข้าชม
วิศวกรรมเครื่องกล	34
วิศวกรรมอุตสาหการ	3
วิศวกรรมไฟฟ้า	5
วิศวกรรมโยธา	1
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	ไม่มีผู้เข้าชม
วิศวกรรมวัสดุ	1
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	1
วิศวกรรมเคมี	1
ไม่ได้ศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์	26

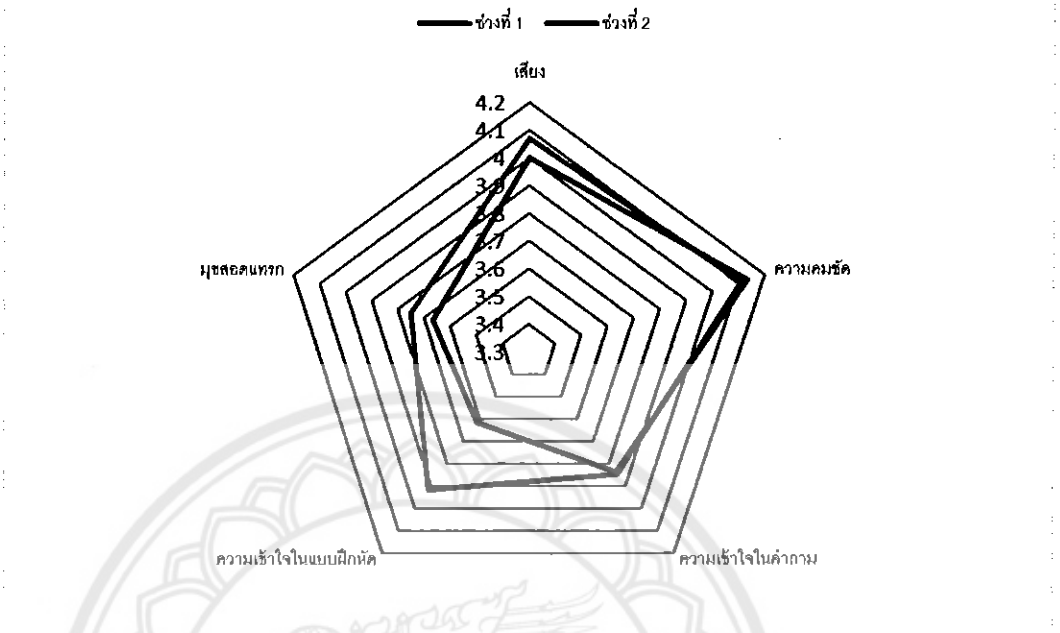
ตาราง 5.10 ความพึงพอใจของผู้เข้าชมคลิป ช่วงที่ 2 (คะแนนเต็ม 5)

หัวข้อการประเมิน	คะแนน	คิดเป็นเปอร์เซ็น	อยู่ในเกณฑ์
เสียงมีความชัดเจนฟังรู้เรื่อง	4.069	81.38%	ดี
ความคมชัดของภาพและตัวอักษร	4.111	82.22%	ดี
ดูคลิปวิดีโอแล้วทำให้เข้าใจในคำถาม	3.874	76.94%	ดีพอใช้
ฟังคำอธิบายแล้วเข้าใจในแบบฝึกหัด	3.917	78.34%	ดีพอใช้
เพื่อดึงดูดความสนใจ	3.750	75.00%	ดีพอใช่

5.3.2 สรุปข้อเสนอแนะของผู้กรอกแบบสอบถาม

ผู้กรอกแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความเห็นไปในทางที่ดี เช่น มีความเข้าใจในแบบฝึกหัดได้ง่ายขึ้น เสียงมีความชัดเจนมากขึ้น แต่ก็ยังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงอยู่เล็กน้อย เช่น รูปแบบการนำเสนอในบางคลิปที่อาจจะดูไม่น่าสนใจเท่าที่ควร และ มุขตลกสอดแทรกที่ไม่ค่อยตลก เป็นต้น

5.4 เปรียบเทียบความพึงพอใจ



รูปที่ 5.2 กราฟเปรียบเทียบทั้ง 2 ช่วง

จากข้อเสนอแนะในช่วงที่ 1 ทางคณะผู้จัดทำได้ปรับปรุงแก้ไขส่วนต่างๆ**ให้ดีขึ้น โดยเห็นได้ชัด**จากกราฟเปรียบเทียบ ซึ่งเส้นสีส้มจะเป็นคะแนนความพึงพอใจในช่วงที่ 2 มีขนาด**ใหญ่กว่าเส้นสีฟ้าของช่วงที่** 1 อย่างชัดเจนในเกือบทุกๆด้าน

สรุป กราฟเปรียบเทียบ

1. เสียง ดีขึ้นเล็กน้อยจากช่วงที่ 1
2. ความคมชัด ทั้งสองช่วงอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน
3. ความเข้าใจในคำถาม ทั้งสองช่วงอยู่ในระดับเดียวกัน
4. **ความเข้าใจในแบบฝึกหัด ช่วงที่ 2 ดีขึ้นกว่าช่วงต้นอย่างเห็นได้ชัด**
5. **มุขสอดแทรก ดีขึ้นเล็กน้อยจากช่วงที่ 1**

5.5 สรุปผลการตอบแบบสอบถาม

เปรียบเทียบระหว่างช่วงที่ 1 กับ ช่วงที่ 2 พบว่า ผู้เข้าชมมีความเข้าใจในแบบฝึกหัดมากขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เข้ามาชมสามารถศึกษาในวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 ได้ดียิ่งขึ้น แต่ยังต้องปรับปรุงเรื่องเสียงพูดเสียงเหน่อมาก ผู้จัดทำรุ่นต่อไปควรจะปรับปรุงในส่วนนี้ด้วย เพื่อให้สื่อผสมมีความสมบูรณ์ และดียิ่งขึ้น

บทที่ 6

สรุปโครงงานการพัฒนาสื่อผสม

จากสถิติการลงทะเบียนเรียนรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 (302212,Engineering Mechanic II) ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างปี 2549 - 2554 พบว่า มีนิสิตที่มีผลการเรียนต่ำกว่า C ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ และเรียนไม่จบรายวิชาหรือทำการถอนรายวิชาถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาเหตุอาจเป็นเพราะนิสิตทำความเข้าใจในแบบฝึกหัดได้ยากจึงจัดทำสื่อผสมเพื่อช่วยอธิบายแบบฝึกหัดในแบบเรียนวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 ในรูปแบบสื่อผสม เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตามอัธยาศัยของนิสิต และใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาและเสริมประสบการณ์ในรูปแบบของสื่อผสม ซึ่งจะทำให้นิสิตเห็นภาพและเข้าใจในบทเรียนและแบบฝึกหัดมากขึ้น

ในการทำสื่อการสอนนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงโดยช่วงที่ 1 นั้นจะมีเนื้อหาในเรื่องของสมการการเคลื่อนที่ ซึ่งมีทั้งหมด 5 ข้อ จากนั้นนำแบบฝึกหัดทั้ง 5 ข้อมาทำเฉลยโดยหลังจากทำเฉลยเสร็จได้นำข้อมูลทั้งหมดมาจัดทำสื่อผสมโดยใช้โปรแกรม Adobe Flash CS3® และ Windows Movie-Maker® ซึ่งสื่อผสมได้ถูกอัพโหลดลงใน Moodle และ Youtube จากนั้นนำลิงค์ไปเผยแพร่บน facebook เพื่อเป็นช่องทางในการเข้าชมและแสดงความคิดเห็น และสรุปผลแบบสอบถามในช่วงที่ 1 หลังจากผู้ชมได้ทำการตอบแบบสอบถามและเสนอแนะข้อคิดเห็นแล้ว ทางผู้จัดทำได้นำข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามในช่วงที่ 1 มาปรับปรุงในช่วงที่ 2 ซึ่งในช่วงที่ 2 นั้นมีเนื้อหาในเรื่อง แรงและความเร่ง งานและพลังงาน อิมพัลส์และโมเมนตัม ซึ่งมีทั้งหมด 7 ข้อ และได้ทำการให้ผู้ชมตอบแบบสอบถามในช่วงที่ 2 และนำผลจากทั้ง 2 ช่วงมาเปรียบเทียบกัน

จากตารางสรุปลักษณะสื่อการสอน (ตารางที่ 4.1) ยังขาดในส่วนของจอภาพที่ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ซึ่งอาจจะเพิ่มในส่วนของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสื่อการสอน และจากผลการเปรียบเทียบทั้ง 2 ช่วงนั้นสรุปได้ว่าผู้เข้าชมมีความเข้าใจในแบบฝึกหัดมากขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เข้ามาชมสามารถศึกษาในวิชา กลศาสตร์วิศวกร-รม 2 ได้ดียิ่งขึ้น และถ้ามีข้อมูลสถิตินิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 2 หลังจากได้ใช้สื่อผสม สามารถสรุปได้ว่าการใช้สื่อผสมนั้น มีผลทำให้นิสิตมีความเข้าใจมากน้อยเท่าไร

บรรณานุกรม

1. Hibbeler R.C. (2007),Engineering Mechanics Dynamics. 11th Ed in SI Unit, Prentice Hall, ISBN-10 : 0-13-203809-9

2. Gagne. วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://th.wikipedia.org /wiki/ทฤษฎีการเรียนรู้ (วันที่ค้นข้อมูล : 13 พฤษจิกายน 2554).

3. นนทวัฒน์ จันทร์เจริญ วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.learners .in.th /blogs/posts/260099 (วันที่ค้นข้อมูล : 8 กุมภาพันธ์ 2556).

ภาคผนวก

ก. ข้อมูลแบบสอบถาม

ช่วงที่ 1

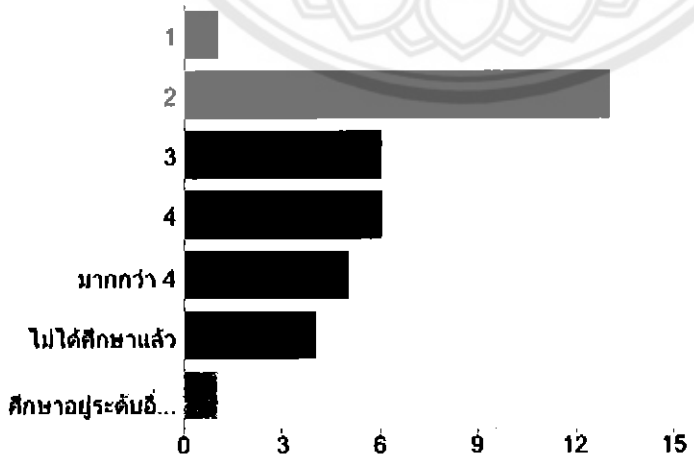
คลิปที่ดู

12.1	30	81%
12.2	28	76%
12.3	24	65%
12.4	8	22%
12.5	9	24%

เพศ

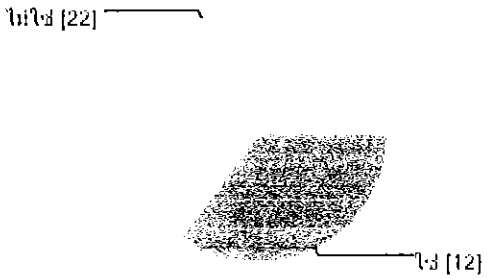
ชาย	26	68%
หญิง	11	29%

ชั้นปี



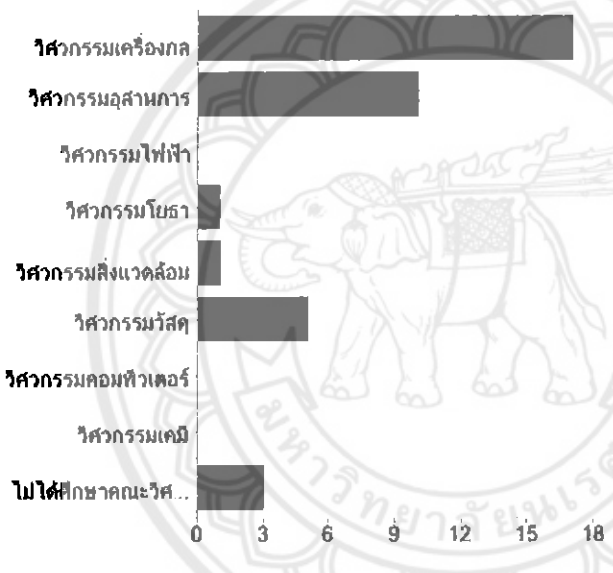
1	1	3%
2	13	34%
3	6	16%
4	6	16%
มากกว่า 4	5	13%
ไม่ได้ศึกษาแล้ว	4	11%
ศึกษาอยู่ระดับอื่นๆ	1	3%

กำลังศึกษาวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 อยู่ในเทอมนี้



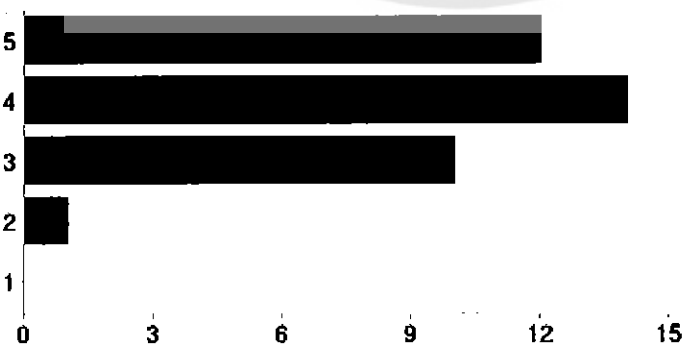
ใช่	12	32%
ไม่ใช่	22	58%

ภาควิชา



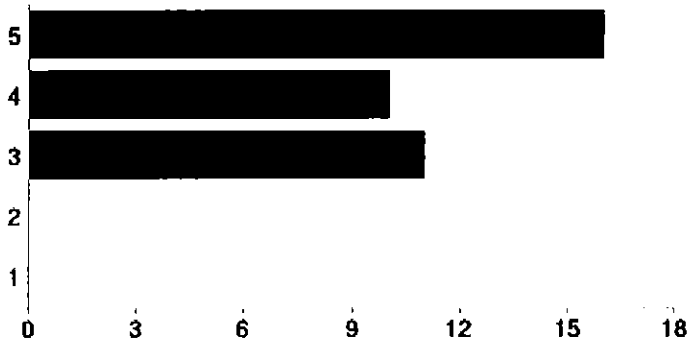
วิศวกรรมเครื่องกล	17	45%
วิศวกรรมอุสาหการ	10	26%
วิศวกรรมไฟฟ้า	0	0%
วิศวกรรมโยธา	1	3%
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	1	3%
วิศวกรรมวัสดุ	5	13%
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	0	0%
วิศวกรรมเคมี	0	0%
ไม่ได้ศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์	3	8%

ข้อ 1 เสียงมีความชัดเจน ฟังรู้เรื่อง



5	12	32%
4	14	37%
3	10	26%
2	1	3%
1	0	0%

ข้อ 2 ความคมชัดของภาพและตัวอักษร

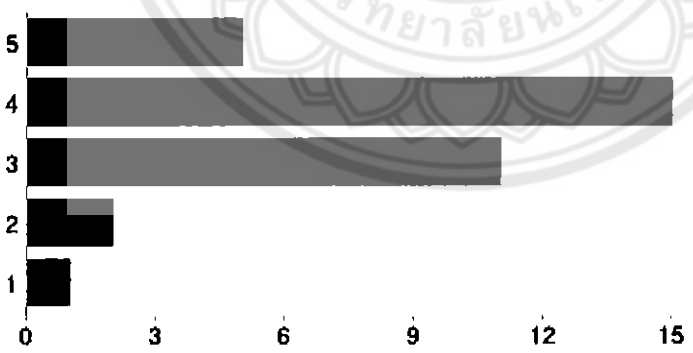


5	16	42%
4	10	26%
3	11	29%
2	0	0%
1	0	0%

ข้อ 3 ดูคลิปวิดีโอแล้วทำให้เข้าใจในคำถามมากน้อยแค่ไหน

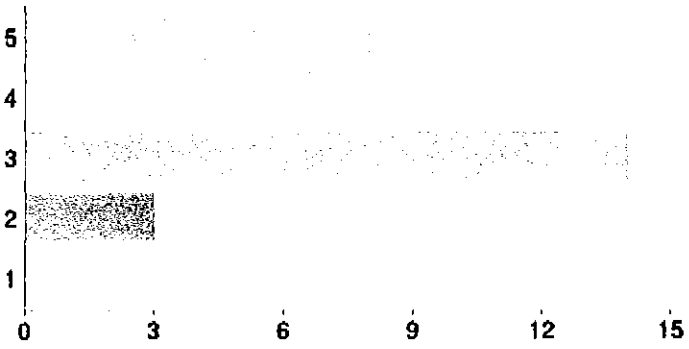
5	9	24%
4	14	37%
3	13	34%
2	1	3%
1	0	0%

ข้อ 4 ฟังคำอธิบายแล้วเข้าใจในแบบฝึกหัด



5	5	13%
4	15	39%
3	11	29%
2	2	5%
1	1	3%

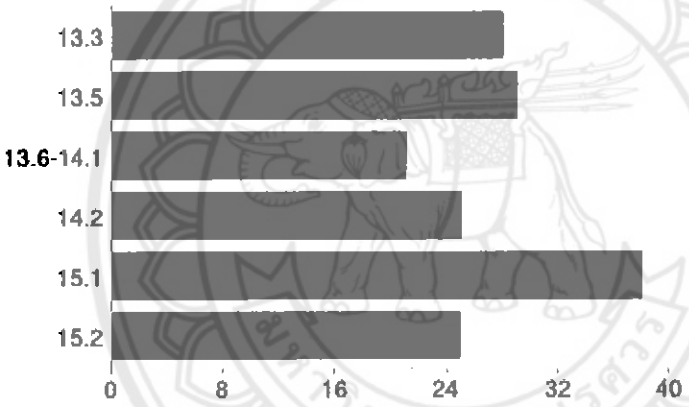
ข้อ 5 มุขตลกสอดแทรก



5	8	21%
4	11	29%
3	14	37%
2	3	8%
1	0	0%

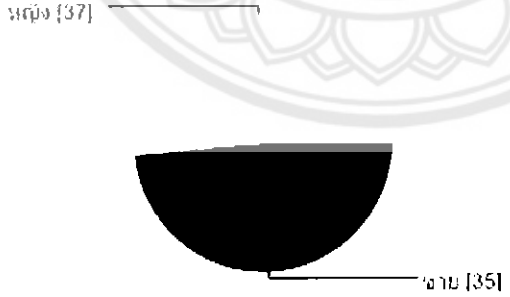
ช่วงที่ 2

คลิปที่ดู



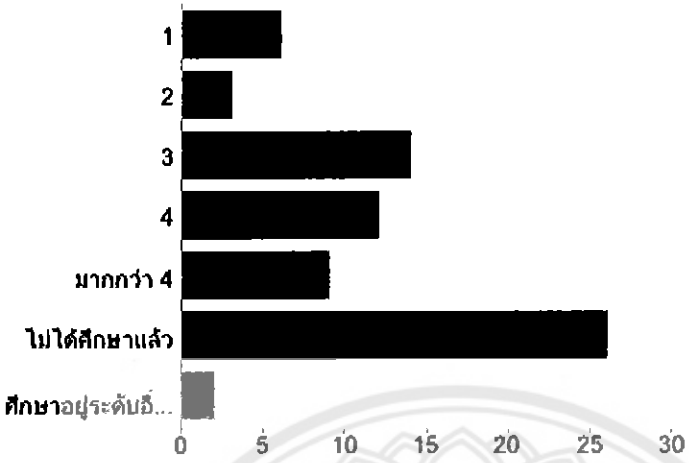
13.3	28	39%
13.5	29	40%
13.6-14.1	21	29%
14.2	25	35%
15.1	38	53%
15.2	25	35%

เพศ



ชาย	35	49%
หญิง	37	51%

ชั้นปี

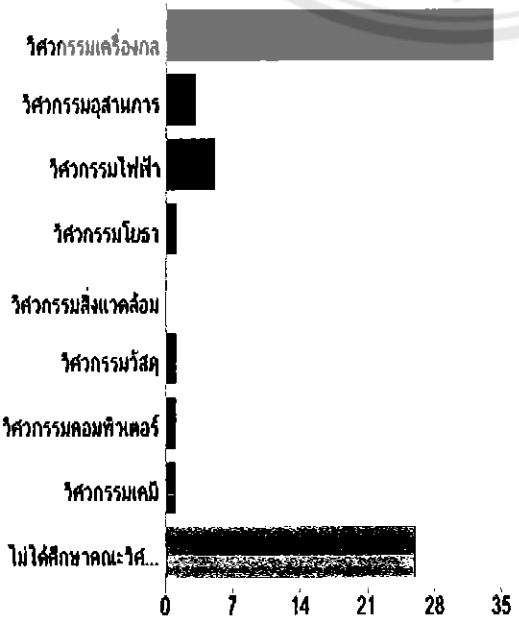


1	6	8%
2	3	4%
3	14	19%
4	12	17%
มากกว่า 4	9	13%
ไม่ได้ศึกษาแล้ว	26	36%
ศึกษาอยู่ระดับอื่นๆ	2	3%

กำลังศึกษาวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 อยู่ในเทอมนี้

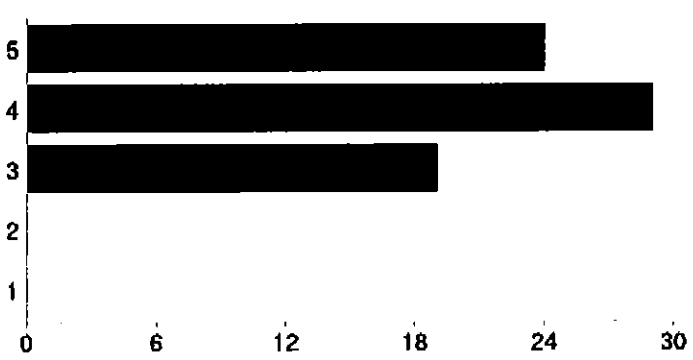
ใช่	6	8%
ไม่ใช่	62	86%

ภาควิชา



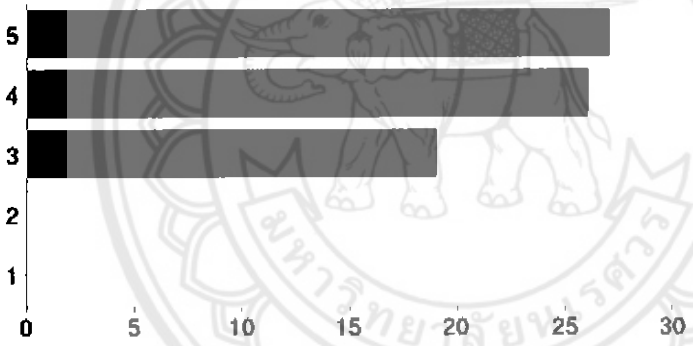
วิศวกรรมเครื่องกล	34	47%
วิศวกรรมอุสาหการ	3	4%
วิศวกรรมไฟฟ้า	5	7%
วิศวกรรมโยธา	1	1%
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	0	0%
วิศวกรรมวัสดุ	1	1%
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	1	1%
วิศวกรรมเคมี	1	1%
ไม่ได้ศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์	26	36%

ข้อ 1 เสียงมีความชัดเจน ฟังรู้เรื่อง



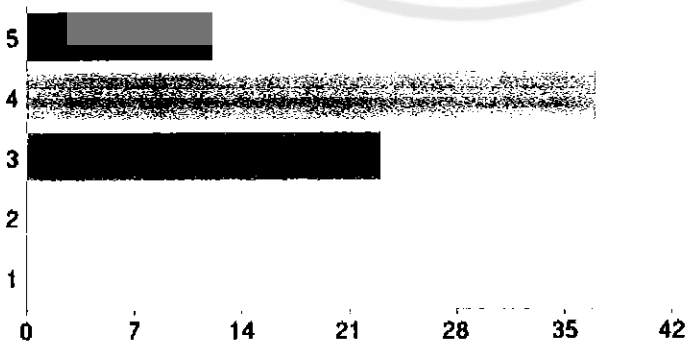
5	24	33%
4	29	40%
3	19	26%
2	0	0%
1	0	0%

ข้อ 2 ความคมชัดของภาพและตัวอักษร



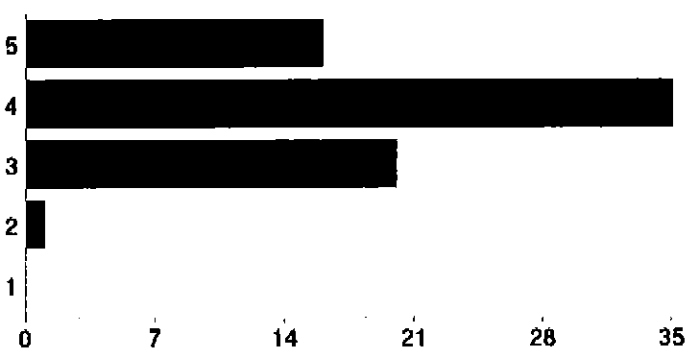
5	27	38%
4	26	36%
3	19	26%
2	0	0%
1	0	0%

ข้อ 3 ดูคลิปวิดีโอแล้วทำให้เข้าใจในคำถามมากน้อยแค่ไหน



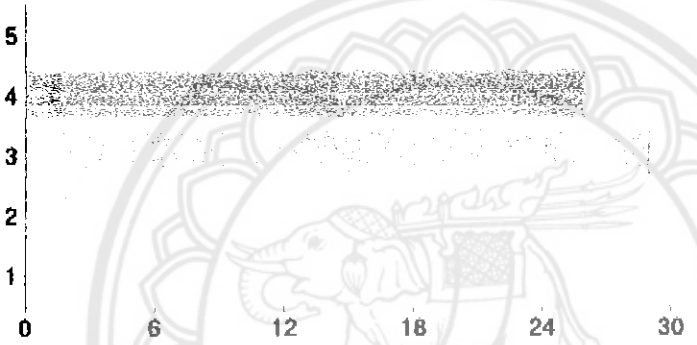
5	12	17%
4	37	51%
3	23	32%
2	0	0%
1	0	0%

ข้อ 4 ฟังคำอธิบายแล้วเข้าใจในแบบฝึกหัด



5	16	22%
4	35	49%
3	20	28%
2	1	1%
1	0	0%

ข้อ 5 มุขตลกสอดแทรก



5	15	21%
4	26	36%
3	29	40%
2	2	3%
1	0	0%

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน