

## สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ก
กิตติกรรมประกาศ .....	ข
สารบัญ .....	ค
สารบัญตาราง .....	จ
สารบัญรูปภาพ .....	ฉ
1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....	1
สมมุติฐานงานวิจัย .....	2
ขอบเขตของการวิจัย .....	2
ข้อตกลงเบื้องต้น .....	2
คำนิยามศัพท์เฉพาะ .....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	4
สตาร์และเวกเตอร์.....	4
ระบบแรงและแรงลัพธ์.....	7
สภาพสมดุล.....	21
การวิเคราะห์โครงสร้าง.....	28
ความเสียดทาน.....	34
งานเสมือน.....	39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	45
3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	47
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	47
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	48
วิธีการสร้างเครื่องมือ .....	48

## สารบัญ (ต่อ)

หัวเรื่อง	หน้า
ขั้นตอนดำเนินการวิจัย .....	49
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	50
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	51
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	51
ผลการวิจัย .....	52
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	58
ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	58
สรุปผลการวิจัย .....	58
อภิปรายผล .....	59
ข้อเสนอแนะ .....	60
บรรณานุกรม .....	61
ภาคผนวก .....	64
ภาคผนวก ก ใบงาน .....	65
ภาคผนวก ข แนวการสอนวิชาทฤษฎีวิศวกรรม .....	77
ประวัติย่อผู้วิจัย .....	82

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แผนการสอนเพิ่มทักษะกลศาสตร์วิศวกรรม.....	48
4.1 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรมในหน่วยต่างๆ..	51
4.2 แสดงคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน.....	52
4.3 แสดงคะแนนของรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรม (หลังมีการใช้โปรแกรมช่วยสอน).....	53
4.4 แสดงคะแนนหน่วยที่ 1 เรื่องสเกลาร์และเวกเตอร์.....	53
4.5 แสดงคะแนนหน่วยที่ 2 เรื่องระบบแรงและแรงลัพธ์.....	54
4.6 แสดงคะแนนหน่วยที่ 3 เรื่องสภาพสมดุล.....	54
4.7 แสดงคะแนนหน่วยที่ 4 เรื่องการวิเคราะห์โครงสร้าง.....	55
4.8 แสดงคะแนนหน่วยที่ 5 เรื่องความเสียดทาน.....	55
4.9 แสดงคะแนนหน่วยที่ 6 เรื่องงานเสมือน.....	56
4.10 แสดงคะแนน โดยรวมทุกหน่วย .....	56

## สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 การกระทำของแรงดึง.....	8
2.2 องค์ประกอบที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน .....	9
2.3 วิธีการหาองค์ประกอบของแรงในกรณีต่าง ๆ.....	10
2.4 แรงลัพธ์ในแต่ละแกน.....	10
2.5 โมเมนต์ของแรงการเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ.....	12
2.6 การเกิดโมเมนต์โดยแรงที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงกันข้าม.....	14
2.7 configurations ที่แตกต่างกันของแรงคู่ควบ.....	14
2.8 แรง $\vec{F}$ ที่กระทำ ณ จุดศูนย์กลาง .....	15
2.9 โมเมนต์ใน 3 มิติโดยใช้กฎมือขวา.....	16
2.10 ทิศทางของ $M_x$ , $M_y$ และ $M_z$ .....	18
2.11 Moment ( $M_\lambda$ ) ของ F รอบแกน $\lambda$ .....	18
2.12 แรง 3 มิติ เมื่อแรงกระทำ ณ จุดหรือตำแหน่งเดียวกัน.....	20
2.13 แรง 2 แรงที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม.....	20
2.14 เวกเตอร์ของแรงคู่.....	21
2.15 ชนิดของการประยุกต์ของแรงบนระบบใน 2 มิติ.....	22
2.16 ตัวอย่าง โครงสร้างอิสระทางกลศาสตร์ที่ถูกต้อง.....	23
2.17 สมดุลย์แบบต่างๆ ในระบบ 2 มิติ.....	24
2.18 ทิศทางตรงกันข้ามและอยู่ในแนวเดียวกัน.....	25
2.19 สภาวะสมดุลย์ภายใต้การกระทำของแรง 3 แรง.....	26
2.20 แสดงแรงปฏิกิริยาที่จุดหมุนและจุดเชื่อมต่อในระบบ 3 มิติ.....	27
2.21 โครงสร้างของ plane trusses.....	28
2.22 โครงสร้างตัวอย่าง.....	29

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.23 แรงกระทำบนจุดเชื่อมต่อของแต่ละชั้นในโครงสร้าง.....	30
2.24 แสดงโครงสร้างระนาบของสะพานและใช้หลักแบบจุดเชื่อมต่อ.....	30
2.25 เวกเตอร์ของแรงแต่ละจุด.....	31
2.26 ชั้นส่วนอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน .....	32
2.27 โครงสร้างที่ถูกตัด และแรงต่าง ๆ ที่กระทำบนโครงสร้าง.....	33
2.28 การกระจายของแรงไปในพื้นที่สัมผัส.....	34
2.29 แรงที่กระทำในแนวตั้ง.....	35
2.30 ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุใด ๆ.....	36
2.31 กรณีสี่ที่เป็นเส้น (Line).....	37
2.32 กรณีสี่ที่เป็นพื้นที่ (Areas).....	37
2.33 แรงคงที่ $F$ ที่กระทำบนวัตถุ.....	39
2.34 งานที่เกิดจากแรงคู่ควบ.....	40
2.35 ระบบที่เชื่อมต่อกับวัตถุแข็งเกร็ง.....	41
2.36 ชั้นส่วนสามารถยึดหดได้.....	42
2.37 ตำแหน่งเสมือนของสภาวะสมดุล.....	43