



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

รายวิชา สังกาลังรถยนต์

โดย

นายไกรสร คงคา

สาขาวิชาช่างยนต์

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ



หลักสูตรรายวิชา

ชื่อวิชา สังกาลังรณนํท ทฤษฎี 2 ปฏิบัติ 0 หนวยกิต 2

☒ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ☐ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สาขาวิชา ช่างยนต์

สาขางาน ยานยนต์

จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจหลักการคำนวณเกี่ยวกับกลศาสตร์เครื่องกล
2. สามารถคำนวณหาค่าที่ต้องใช้ในเครื่องกล
3. มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา มีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้ สืบค้นเกี่ยวกับวิชากลศาสตร์เครื่องกล

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักกลศาสตร์และการประยุกต์ในงานเครื่องกล
2. คำนวณการสมดุล และการเคลื่อนที่
3. คำนวณงานและพลังงาน
4. คำนวณสมบัติของของไหลและเทอร์โมไดนามิกส์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา เกี่ยวกับระบบแรง การสมดุล การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง ความเสียหาย ความเร็ว งานและพลังงาน ความเค้นและความเครียดของวัสดุ สมบัติของของไหลเบื้องต้น สมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์เบื้องต้น และการประยุกต์ใช้ในงานเครื่องกล

หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	สัปดาห์ที่
1	หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์ 1.1. ความรู้พื้นฐานทางกลศาสตร์วิศวกรรม 1.2 ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ 1.3 กฎของนิวตัน (Newton's laws) 1.4 กฎของความโน้มถ่วง 1.5 ระบบหน่วยและคำอุปสรรค	6	1 - 2
2	ระบบแรง 2.1 การบวกและลบเวกเตอร์ 2.2 ผลคูณสเกลาร์และผลคูณเวกเตอร์ 2.3 การแก้ปัญหของเวกเตอร์ (Resolution of Vector) 2.4 ระบบของแรง 2 มิติ 2.5 ระบบของแรง 3 มิติ	9	3 - 5
3	โมเมนต์และแรงคู่ควบ 3.1 คำจำกัดความของโมเมนต์ 3.2 ทฤษฎีของโมเมนต์หรือทฤษฎีวาริยอง 3.3 การรวมโมเมนต์ของแรง 3.4 โมเมนต์ของแรงคู่ควบ 3.5 โมเมนต์ของแรง 3 มิติ	6	6 - 7
4	สมดุล 4.1 คำจำกัดความของสมดุล 4.2 การเขียนผังวัตถุอิสระ 4.3 สมดุลในระบบ 2 มิติ 4.4 สมดุลในระบบ 3 มิติ	6	8 - 9

หน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	สัปดาห์ที่
5	โครงสร้าง 5.1 คำจำกัดความของโครงสร้าง 5.2 ชนิดของโครงสร้าง 5.3 โครงสร้างข้อหมุน 5.4 โครงสร้างข้อหมุน 3 มิติ 5.5 โครงกรอบและชิ้นส่วนเครื่องจักรกล	9	10 - 12
6	แรงกระจาย 6.1 คำจำกัดความของแรงกระจาย 6.2 ประเภทของแรงกระจาย 6.3 จุดศูนย์กลางถ่วง 6.4 จุดศูนย์กลางมวล 6.5 จุดเซนทรอยด์ 6.6 จุดศูนย์กลางมวลและจุดเซนทรอยด์ของวัตถุผสม 6.7 จุดศูนย์กลางมวลและจุดเซนทรอยด์ของรูปผสม	6	13 - 14
7	โมเมนต์ความเฉื่อย 7.1 คำจำกัดความของโมเมนต์ความเฉื่อย 7.2 โมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงมาตรฐาน 7.3 การย้ายโมเมนต์ 7.4 รัศมีไจเรชัน 7.5 โมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงผสม	6	15 - 16
8	แรงเสียดทาน 8.1 นิยามและประเภทของแรงเสียดทาน 8.2 คุณสมบัติของแรงเสียดทาน 8.3 สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานและมุมของแรงเสียดทาน	3	17
	สอบปลายภาค	3	18

ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

ชื่อหน่วย พฤติกรรม	พุทธิพิสัย (40%)						ทักษะพิสัย (30%)	จิตพิสัย (30%)	รวม	ลำดับความสำคัญ	จำนวนชั่วโมง
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การคิดสร้างสรรค์					
1. หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	3	3	1				3	4	14	3	6
2. ระบบแรง	2	1	2	2			5	4	16	1	9
3. โมเมนต์และแรงคู่ควบ	1	1	1	1			5	4	13	4	6
4. สมดุล	2	1	1	1			3	4	12	5	6
5. โครงสร้าง	2	1	1	2			5	4	15	2	9
6. แรงกระจาย	1	1	1	1			3	4	11	6	6
7. โมเมนต์ความเฉื่อย	1	1	1	1			3	3	10	7	6
8. แรงเสียดทาน	1	1	1				3	3	9	8	3
รวม	16	12	11	10					100		
สอบปลายภาค											3
รวมทั้งสิ้น	40						30	30	100	-	36
ลำดับความสำคัญ	1						2	3			

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การแบ่งคะแนนและเกณฑ์การผ่านการประเมินผลการเรียนรู้ร้อยละ 50

หน่วยที่	ด้านความรู้ (พุทธิพิสัย)	ด้านทักษะ (ทักษะพิสัย)	ด้านพฤติกรรม (จิตพิสัย)	รวม	ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม
1	7	3	4	14	7
2	7	5	4	16	8
3	4	5	4	13	6.5
4	5	3	4	12	6
5	6	5	4	15	7.5
6	4	3	4	11	5.5
7	4	3	3	10	5
8	3	3	3	9	4.5
รวมทั้งรายวิชา	40	30	30	100	50

การวัดผล

- ด้านความรู้	1) ทดสอบหลังเรียนประจำหน่วย	20 คะแนน
	2) วัดผลสัมฤทธิ์ (ทฤษฎี)	20 คะแนน
	รวม	<u>40</u> คะแนน
- ด้านทักษะ	1) แบบฝึกหัด	20 คะแนน
	2) วัดผลสัมฤทธิ์	10 คะแนน
	รวม	<u>30</u> คะแนน
- ด้านพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในการปฏิบัติงาน		รวม <u>30</u> คะแนน
รวมทั้งหมด		<u>100</u> คะแนน

คะแนนระหว่างภาค/ปลายภาค

ระหว่างภาค	1) ทดสอบหลังเรียน	10 คะแนน
	2) ใบงาน	30 คะแนน
	3) พฤติกรรมที่พึงประสงค์	<u>30</u> คะแนน

รวม

70 คะแนน

สอบประมวลผลความรู้ 1) วัดผลสัมฤทธิ์ (ทฤษฎี)

30 คะแนน

รวม

30 คะแนน

การประเมินการเรียนรู้

การวัดผลประเมินผลนำคะแนนแต่ละหน่วยการเรียนรู้รวมกัน คิดเป็นร้อยละตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนผลการประเมินร้อยละ 80 ขึ้นไป	ระดับผลการเรียน 4.0
คะแนนผลการประเมินร้อยละ 75-79	ระดับผลการเรียน 3.5
คะแนนผลการประเมินร้อยละ 70-74	ระดับผลการเรียน 3.0
คะแนนผลการประเมินร้อยละ 65-69	ระดับผลการเรียน 2.5
คะแนนผลการประเมินร้อยละ 60-64	ระดับผลการเรียน 2.0
คะแนนผลการประเมินร้อยละ 55-59	ระดับผลการเรียน 1.5
คะแนนผลการประเมินร้อยละ 50-54	ระดับผลการเรียน 1.0
คะแนนผลการประเมินต่ำกว่าร้อยละ 50	ระดับผลการเรียน 0

หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะประจำหน่วย

ชื่อหน่วย	สมรรถนะ		
	ความรู้	ทักษะ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
หน่วยที่ 1 หลักการเบื้องต้นทาง กลศาสตร์	แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นทาง กลศาสตร์	วิเคราะห์เกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นทาง กลศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง	แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วย ความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตาม หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
หน่วยที่ 2 ระบบแรง	แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบแรง	คำนวณเกี่ยวกับระบบแรงได้อย่าง ถูกต้อง	แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วย ความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตาม หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
หน่วยที่ 3 โมเมนต์และแรงคู่ควบ	แสดงความรู้เกี่ยวกับโมเมนต์และแรงคู่ควบ	คำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์และแรงคู่ควบ ได้อย่างถูกต้อง	แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วย ความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตาม หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะประจำหน่วย

ชื่อหน่วย	สมรรถนะ		
	ความรู้	ทักษะ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
หน่วยที่ 4 สมดุล	แสดงความรู้เกี่ยวกับสมดุล	คำนวณเกี่ยวกับสมดุลได้อย่างถูกต้อง	แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
หน่วยที่ 5 โครงสร้าง	แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง	คำนวณเกี่ยวกับโครงสร้างได้อย่างถูกต้อง	แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
หน่วยที่ 6 แรงกระจาย	แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงกระจาย	คำนวณเกี่ยวกับแรงกระจายได้อย่างถูกต้อง	แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะประจำหน่วย

ชื่อหน่วย	สมรรถนะ		
	ความรู้	ทักษะ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์

หน่วยที่ 7 โมเมนต์เฉื่อย	แสดงความรู้เกี่ยวกับโมเมนต์เฉื่อย	คำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์เฉื่อยได้อย่างถูกต้อง	แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
หน่วยที่ 8 แรงเสียดทาน	แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงเสียดทาน	คำนวณเกี่ยวกับแรงเสียดทานได้อย่างถูกต้อง	แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีต รอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สาระสำคัญ

กลศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับที่สนใจและผู้ที่กำลังจะศึกษาในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เพราะกลศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาอื่นๆ หรือเพื่อศึกษาในขั้นต่อไป เนื่องจากกลศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์

2.2 วิเคราะห์เกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

2.3 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 ผู้เรียนสามารถอธิบายคำจำกัดความของกลศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

3.1.2 ผู้เรียนสามารถบอกประเภทของวิชากลศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

3.1.3 ผู้เรียนบอกนิยามและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 วิเคราะห์เกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

1.1.ความรู้พื้นฐานทางกลศาสตร์วิศวกรรม

กลศาสตร์ (Mechanics) เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งซึ่งเป็นไปทางฟิสิกส์ อันกล่าวถึงการเคลื่อนที่ (Movemen) หรือหยุดนิ่ง (Mtionles) ภายใต้แรงที่มากระทำ นับเป็นวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่สำคัญ

กลศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ที่ว่าด้วยการกระทำของแรงต่อเทหวัตถุ รวมไปถึงแรงที่เกิดขึ้นจากเทหวัตถุด้วย (แรงที่กระทำกับวัตถุ)

สำหรับคำว่าวัตถุ (Material) มีสถานะ 3 ลักษณะ

1. ของแข็ง (Solid)
2. ของเหลว (Liquid)
3. ก๊าซ (Gas)

ในกรณีที่วัตถุมีสถานะทั้งของเหลวและก๊าซ จะเรียกวัดุดนั้นว่ามีสถานะเป็นของไหล(Fluid)

ประเภทของกลศาสตร์ (Tyne of Mechanics)

โดยทั่วไปแล้ว กลศาสตร์สามารถจำแนกได้ตามลักษณะการกระทำของแรงที่มีต่อวัตถุเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. สถิตศาสตร์ (Statics) ประกอบด้วยการศึกษาถึงสภาพวัตถุที่หยุดนิ่ง หรืออยู่ในสภาวะสมดุล ภายใต้แรงที่มากระทำ

2. พลศาสตร์(Dynamcs)ประกอบด้วยการศึกษาถึงสภาพวัตถุที่เคลื่อนที่และความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นๆ

- จลนพลศาสตร์(Kineic) ว่าด้วยการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ต้องคำนึงแรงภายนอกที่มากระทำให้เกิดการเคลื่อนที่

- จลนศาสตร์(Kinematics) ว่าด้วยการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยไม่ได้คำนึงถึงแรงที่เป็นต้นเหตุของการเคลื่อนที่

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
---	---	---------------

	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

1.2 ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์

ปริมาณที่ใช้ในวิชาสถิติศาสตร์มีสองชนิด คือ ปริมาณสเกลาร์ และ ปริมาณเวกเตอร์

ปริมาณสเกลาร์ (Scalar) คือปริมาณที่คำนึงถึงเฉพาะ ขนาด เช่น เวลา ปริมาตร ความหนาแน่น อัตราเร็ว (speed) พลังงาน และมวลสาร เป็นต้น

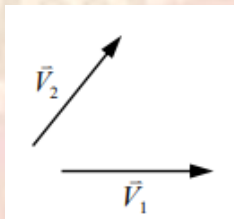
ปริมาณเวกเตอร์ คือปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น น้ำหนัก โมเมนตัม การขจัดความเร็ว (Velocity) ความเร่ง โดยการรวมกันของปริมาณเวกเตอร์ต้องเป็นไปตามกฎของสี่เหลี่ยมด้านขนาน และกฎรูปสามเหลี่ยมของแรง

เวกเตอร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

เวกเตอร์อิสระ (Free vector) เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดและทิศทางแน่นอน แต่ตำแหน่งที่กระทำจะเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างอิสระในอวกาศ

เวกเตอร์เลื่อนไถล (Sliding vector) เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดและทิศทางแน่นอน แต่ตำแหน่งที่กระทำจะเปลี่ยนไปได้เฉพาะในแนวที่กระทำเพียงแนวเดียวเท่านั้น

เวกเตอร์ตรึง (Fixed vector) เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดทิศทางและจุดกระทำที่แน่นอน โดยทั่วไปสัญลักษณ์ที่ใช้แทนปริมาณเวกเตอร์ จะนิยมเขียนเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรงที่มีหัวลูกศรวางอยู่บนตัวอักษร



รูปที่ 1 สัญลักษณ์เวกเตอร์

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 1

		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

1.3 กฎของนิวตัน (Newton's laws)

กฎข้อที่ 1 กฎของความเฉื่อย (Inertia)

“วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่งอยู่กับที่ วัตถุที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่จะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ วัตถุที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำเช่นกัน”

$$\sum F = 0$$

กฎข้อที่ 2 กฎของแรง (Force)

“ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ”

ถ้าให้มวลสารเท่ากับ m จะเขียนสมการได้ว่า

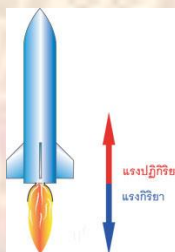
$$F = ma$$

โดยที่ F = แรงลัพธ์ที่กระทำต่ออนุภาค

a = ผลลัพธ์ของความเร่งสมบูรณ์ของอนุภาคนั้น

กฎข้อที่ 3 กฎของแรงปฏิกิริยา (Action = Reaction)

“แรงที่วัตถุหนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สอง ย่อมเท่ากับ แรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง แต่ทิศทางตรงข้ามกัน”



รูปที่ 2 แรงกิริยา = แรงปฏิกิริยา

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 3

		จำนวนชั่วโมง 3
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ) ตัวอย่างที่ 1 กล้องมีมวล 3 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ก็มีแรงขนาด 10 นิวตัน กระทำในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ จงคำนวณว่าหลังจากนี้ 3 วินาที กล้องนี้จะเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางกี่เมตร วิธีทำ $m = 3 \text{ kg}$, $u = 5 \text{ m/s}$, $F = 10 \text{ N}$, $t = 3\text{s}$, $s = ?$ $\Sigma F = ma$ $10 \text{ N} = (3 \text{ kg})(a)$ $\frac{10}{3} = 3.33$ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ $s = (5)(3)t + \frac{1}{2}(3.33)(3)^2$ $s = 15 + 14.985$ $s = 29.985$		
ตัวอย่างที่ 2 วัตถุ A มวล 40 กิโลกรัม วางนิ่งบนพื้น มีแรงมากระทำนาน 15 วินาที จนมีค่าความเร็วเป็น 30 เมตรต่อวินาที จงหาแรงกระทำต่อวัตถุเป็นกี่นิวตัน วิธีทำ $v = u + at$ $30 = 0 + a(15)$ $30 = 15a$ $a = 2$ $\Sigma F = ma$ $F = 40 \times 2$ $F = 80 \text{ N}$		
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อผู้เรียน
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

.....

.....

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

.....

.....

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
- ใบมอบหมายงาน เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยที่

1

สอนครั้งที่

1

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัด เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 1
		ชั่วโมงรวม 3
แบบฝึกหัดที่1 เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์		จำนวนชั่วโมง 3

1. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างกลศาสตร์ภาคสถิตยศาสตร์ (Statics) และภาคพลศาสตร์

2. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์

3. จงเติมอักษร S แทนปริมาณ Scalar และ V แทนปริมาณ Vector

.....น้ำหนัก	พื้นที่
.....ความหนาแน่น	ความยาว
.....การจัด	แรง
.....ความเร่ง	3 ชั่วโมง
.....โมเมนต์	ความเร็ว

4. จงบอกนิยามและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ครั้งที่.....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ - เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สารสำคัญ

กลศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับที่สนใจและผู้ที่กำลังจะศึกษาในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เพราะกลศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาอื่นๆ หรือเพื่อศึกษาในขั้นต่อไป เนื่องจากกลศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- 2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์
- 2.2 วิเคราะห์เกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง
- 2.3 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

- 3.1.1 ผู้เรียนบอกนิยามและกฎของความโน้มถ่วงได้อย่างถูกต้อง
- 3.1.2 ผู้เรียนสามารถอธิบายระบบหน่วยและคำอุปสรรคได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

- 3.2.1 วิเคราะห์เกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

1.4 กฎของความโน้มถ่วง (Law of Gravitation)

ในวิชาสถิติศาสตร์และ พลศาสตร์จะมีการคำนวณหาค่าของน้ำหนัก (Weight) ของวัตถุอยู่เสมอ ซึ่งน้ำหนักของวัตถุก็เกิดจากแรงโน้มถ่วง (Gravitational force) กระทำกับวัตถุนั้นเอง เพราะฉะนั้นการคำนวณหาน้ำหนักจึงขึ้นกับความโน้มถ่วงที่มีรากฐานสูตรของนิวตัน ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

เมื่อ F คือ แรงดึงดูดซึ่งกันและกันของสองอนุภาค

G คือ ค่าคงที่ของความโน้มถ่วงจากการทดลองของพบว่า $K = 6,673(10^{-11}) \text{ m}^3(\text{kg}.\text{s}^2)$

$m_1 m_2$ คือ มวลสารของสองอนุภาค

R คือ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของสอง อนุภาค

แรงดึงดูดที่โลกมากระทำต่อวัตถุคือ น้ำหนัก (Weight) ของวัตถุนั้น ซึ่งเกิดขึ้นเสมอไม่ว่าวัตถุหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ เนื่องจากการดึงดูดนี้ก็คือแรง ดังนั้นน้ำหนักของวัตถุจึงมีหน่วยเป็นนิวตัน(N) ในหน่วยเอสไอ โดยหน่วยของมวลจะเป็นกิโลกรัม (kg) ซึ่งคนทั่วไปมักจะใช้เป็นค่าของน้ำหนักอยู่เสมอ ฉะนั้นถ้าหากพบว่ามีการใช้ น้ำหนักเป็นกิโลกรัมในความหมายทางวิชาการที่แท้จริงแล้วจะหมายถึงค่าของมวล ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการสับสนจึงควรใช้หน่วยของแรงเป็นนิวตัน

สำหรับวัตถุมวลสาร m ที่อยู่บนโลกจะหาค่าน้ำหนักได้จากสมการ

$$W = mg$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักมีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

m คือ มวลมีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่มีค่าประมาณ 9.806 65 เมตร/วินาที



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์

หน่วยที่

1

สอนครั้งที่

2

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

เมื่อกำหนดให้ เป็นความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก จะได้ว่า

$$F = mg = K \frac{m_e m}{r^2}$$

นั่นคือ $g = K \frac{m_e}{r^2}$

เมื่อ K คือ ค่าคงที่ความโน้มถ่วงมีค่าประมาณ $6.673 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$

m คือ มวลของวัตถุ

m_e คือ มวลของโลก มีค่า $5.976 \times 10^{24} \text{ kg}$

r คือ รัศมีของโลก มีค่าประมาณ $6\,375\,000 \text{ m}$

เมื่อแทนค่าในสูตรก็จะได้ว่า

$$g = \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 5.976 \times 10^{24}}{(6\,375\,000)^2}$$

หรือ $g = 9.81$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์

หน่วยที่

1

สอนครั้งที่

2

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

1.5 ระบบหน่วยและคำอุปสรรค

หน่วย (Units)

ในปัจจุบันหน่วยที่นิยมใช้เป็นหน่วยเดียวกัน คือหน่วยเอสไอ(SI Units) ซึ่งย่อ มาจากคำว่า System International d' Units หรือเป็นภาษาอังกฤษว่า International System of Units

ปริมาณ (Quantity)	สัญลักษณ์ (Symbol)	หน่วยเอสไอ , สัญลักษณ์ (SI Units, Symbol)
ความยาว	L	Meter , m
เวลา	T	Second , s
มวล	M	Kilogram , kg
แรง	F	Newton , N

*แรง 1 นิวตัน คือแรงที่ทำให้มวล 1 กิโลกรัม มีความเร่ง 1 เมตร/วินาที²

จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

$$F = ma$$

$$1 \text{ N} = (1\text{kg}) \times (1 \text{ m/s}^2)$$

ดังนั้น $N = \text{kg m/s}^2$

ดังนั้น จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

$$F = ma$$

$$\begin{aligned} (1 \text{ lbf}) &= (1 \text{ lbm}) \times (32.1740 \text{ ft/s}^2) \\ &= (0.453 \text{ 592 37 kg}) \times (9.806 \text{ 65 m/s}^2) \\ &= 4.4482 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{หรือ } 1 \text{ N} = 0.224 \text{ 81 lbf}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์

หน่วยที่

1

สอนครั้งที่

2

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

คำอุปสรรคในหน่วยไอเอสไอ

ตัวประกอบที่ใช้คูณ (Multiplication Factor)	อุปสรรค (Prefix)	สัญลักษณ์ (Symbol)
10^{12}	terra	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	H
10	deka	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p

กฎที่ใช้เขียนปริมาณในระบบเมตริก

1. ใช้คำอุปสรรคเพื่อให้ตัวเลขมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 1000
2. ควรหลีกเลี่ยงการใช้คำอุปสรรค hector , deca , deci และ centi นอกจากจะเป็นตัวเลขที่แน่นอนของพื้นที่หรือปริมาตรซึ่งถ้าไม่ใช่คำอุปสรรคที่กล่าวมาจะทำให้ตัวเลขไม่น่าดู
3. สำหรับตัวเลขเศษส่วนให้ใช้คำอุปสรรคเฉพาะตัวเลขเศษ (numerator) ยกเว้นหน่วยกิโลกรัมให้ใช้ตัวเลขส่วนได้ เช่น kN/m ไม่ให้ใช้คำว่า N/mm และเช่น J/kg ไม่ให้ใช้คำว่า mJ/g
4. ห้ามใช้คำอุปสรรคซ้อนกัน เช่น GN แต่ไม่ให้ใช้ kMN
5. ใช้จุด(dot)แทนการคูณของหน่วยเช่น N. m
6. เลขยกกำลังที่เขียนบนหน่วยใดจะเป็นตัวชี้กำลังของหน่วยนั้น ทั้งหน่วย เช่น mm²
7. การเขียนกลุ่มตัวเลขของจำนวนใดๆ จะเว้นช่องว่างทุก ๆ ตัวเลข3 หลักโดยนับจากจุดทศนิยมไปทางซ้ายและขวาจะไม่ใช้เครื่องหมายจุลภาค(comma) เช่น 5 264 738. 1ถ้าเป็นตัวเลข4 หลัก อาจไม่ต้องเว้นช่องว่างก็ได้เช่น 0.1542

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง		หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 2
			ชั่วโมงรวม 3
			จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์
- ใบมอบหมายงาน เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัด เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์	สอนครั้งที่ 2
		ชั่วโมงรวม 3
แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์		จำนวนชั่วโมง 3

[illegible]

3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ

- เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สาระสำคัญ

แรง คือ ปริมาณเวกเตอร์ที่พยายามจะกระทำ กับวัตถุให้วัตถุมีการเปลี่ยนแปลง หรือมีการเคลื่อนที่ เช่น เดิมวัตถุหนึ่งหยุดนิ่งอยู่กับที่ แต่เมื่อมีแรงมากระทำมากพอ วัตถุนั้นก็จะมีการเคลื่อนที่ เป็นต้น

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- 2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบแรง
- 2.2 วิเคราะห์เกี่ยวกับระบบแรงได้อย่างถูกต้อง
- 2.3 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

- 3.1.1 ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงวิธีการบวกและลบเวกเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
- 3.1.2 ผู้เรียนสามารถคำนวณหาผลคูณสเกลาร์และผลคูณเวกเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

- 3.2.1 ผู้เรียนสามารถโจทย์แก้ปัญหาของเวกเตอร์ โดยใช้กฎของซายน์และกฎของโคซายน์ได้

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

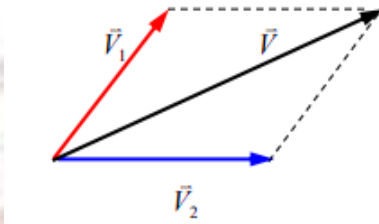
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

2.1 การบวกและลบเวกเตอร์

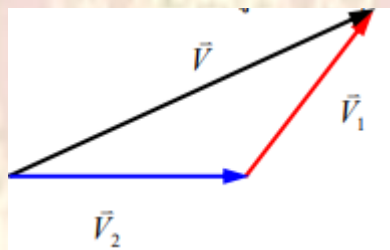
การบวกเวกเตอร์

1. การบวกเวกเตอร์โดยใช้กฎสี่เหลี่ยมด้านขนาน (Parallelogram law) ซึ่งสามารถทำได้โดยการหาของเวกเตอร์ทั้งสองตาม



รูปที่ 1 แสดงการรวมเวกเตอร์ $\vec{V}_1$ และ $\vec{V}_2$ โดยใช้กฎสี่เหลี่ยมด้านขนาน

2. การบวกเวกเตอร์โดยใช้กฎสามเหลี่ยม (Triangle law) สามารถทำได้โดยการต่อเวกเตอร์หรือ การเอาหางเวกเตอร์ตัวที่2 ต่อกับหัวเวกเตอร์ตัวที่1จะได้เวกเตอร์ผลลัพธ์ที่มีขนาดและทิศทาง เท่ากับ เส้นที่ลากมาปิดเวกเตอร์ทั้งสอง



รูปที่ 2 แสดงการรวมเวกเตอร์ $\vec{V}_1$ และ $\vec{V}_2$ โดยใช้กฎสามเหลี่ยม



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

3

ชั่วโมงรวม

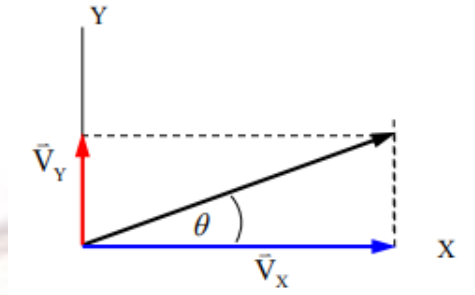
3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ถ้าเวกเตอร์ทั้งสองทำมุมฉากต่อกันและมีทิศทางตามแนวแกน X และ Y ดังในรูป



รูปที่ 3 $\vec{V}_x$ และ $\vec{V}_y$ ตั้งฉากต่อกัน

จะได้ว่า $\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y$

และ $\theta = \tan^{-1} \frac{V_y}{V_x}$

ถ้า $\vec{i}$ และ $\vec{j}$ เป็นเวกเตอร์หนึ่งหน่วย (Unit vector) ในแนวแกน X และ Y ตามลำดับ

จะได้ว่า $\vec{V}_x = \vec{i} V_x$

$\vec{V}_y = \vec{j} V_y$

ดังนั้น $\vec{V} = \vec{i} V_x + \vec{j} V_y$

ขนาดของเวกเตอร์รวมหาได้จาก

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2$$

หรือ $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$

เมื่อ V คือ ขนาดของเวกเตอร์รวม

V_x คือ ขนาดของเวกเตอร์ตามแนวแกน X

V_y คือ ขนาดของเวกเตอร์ตามแนวแกน Y



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

3

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

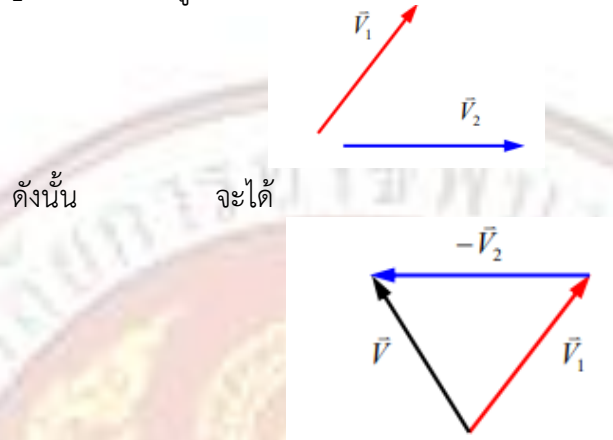
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

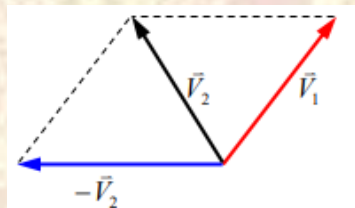
การลบเวกเตอร์

การลบเวกเตอร์จะทำได้โดยการใช้กฎสามเหลี่ยมซึ่งก็คือการนำเอาหางต่อหัวและการใช้กฎสี่เหลี่ยมด้านขนาน (หางต่อหาง) เหมือนกันกับการบวกเวกเตอร์แต่ทิศทางของ $\vec{V}_2$ จะตรงกันข้าม

เมื่อ $\vec{V}_1$ และ $\vec{V}_2$ มีลักษณะดังรูป



รูปที่ 4 การลบเวกเตอร์โดยใช้กฎของสามเหลี่ยม



รูปที่ 5 การลบเวกเตอร์โดยใช้กฎสี่เหลี่ยมด้านขนาน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

2.2 ผลคูณสเกลาร์และผลคูณเวกเตอร์

ผลคูณสเกลาร์(Dot product, A.B)

คือผลคูณระหว่างขนาดของเวกเตอร์หนึ่ง (A)กับขนาดของอีกเวกเตอร์หนึ่ง (B) (คิดเครื่องหมายของเวกเตอร์ด้วย) เมื่อคูณกันแล้วจะได้ปริมาณสเกลาร์ออกมา 1 ค่า เช่น

$$A = 2i+4j+5k$$

$$B = 3i-4j-2k$$

$$A \times B = 6-16-10$$

$$= -20$$

โดยมีข้อควรจำคือ $i.i = 1, j.j = 1, k.k = 1, i.j = 0, j.k = 0, k.i = 0$

$$A = 2i + 4j + 5k$$

$$B = 3i - 4j - 2k$$

$$A \times B = -8k + 4i$$

$$= -12k + 8i$$

$$= 15i + 20i$$

$$A \times B = 12i + 19j$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

3

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

โดยมีข้อควรจำคือ

$$i.i = 0, j.j = 0, k.k = 0, i.j = k, j.k = i, k.i = j,$$

$$i.k = -j, k.j = -i, j.i = -k$$

“ การหาเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในแนวแกนใด ๆ ” โดยกำหนดให้ $\vec{n}$ คือเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในแนวแกนใด ๆ นั้น

$\vec{S}$ คือ เวกเตอร์ตำแหน่งในแนวแกนใด ๆ ($A \times B$)

$|\vec{S}|$ คือ ขนาดของเวกเตอร์ตำแหน่งในแนวแกนใดๆ

จะได้

$$\vec{n} = \frac{\vec{S}}{|\vec{S}|}$$

$$\text{เช่น } A \times B = 12i + 19j - 20k = \vec{S}$$

$$|\vec{S}| = \sqrt{(12)^2 + (19)^2 + (-20)^2} = 30.083$$

$$\text{ดังนั้น } \vec{n} = 0.3989i + 0.6316j - 0.6648k$$

2.3 การแก้ปัญหของเวกเตอร์(Resolution of Vector)

เวกเตอร์คือ ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทางปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการรวมแรงสองแรงหรือการรวมเวกเตอร์(แรงคือ ปริมาณเวกเตอร์) หรือการหาแรงลัพธ์และมีสองตัวแปรไม่ทราบค่าสามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้วิธีวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

กฎของไซน์และโคไซน์

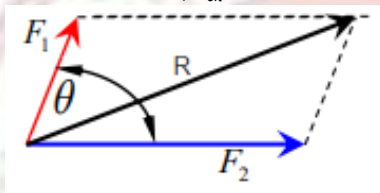
กฎของไซน์ เป็นทฤษฎีหนึ่งที่น่าเอาค่าความสัมพันธ์ของอัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านในรูปสามเหลี่ยมกับค่าไซน์ของมุมที่อยู่ตรงข้ามของด้านนั้นมาประยุกต์ใช้

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B}$$

$$\frac{c}{\sin C} = \frac{b}{\sin B}$$

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{c}{\sin C}$$

กฎของโคไซน์ เป็นทฤษฎีบทที่น่าเอาฟังก์ชันโคไซน์มาประยุกต์ใช้หาค่าความยาวของรูปสามเหลี่ยมใดๆ



$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$$

วิธีการหาแรงลัพธ์

ขั้นที่ 1 จากโจทย์ที่ให้มา โจทย์กำหนดอะไรบ้าง

(แรง 2 แรง ขนาด 3 นิวตัน และ 4 นิวตัน แรงทั้งสองตั้งฉากกัน)

ขั้นที่ 2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้เขียนเป็นตัวแปรได้อย่างไร

($F_1=3\text{ N}$, $F_2=4\text{ N}$)

ขั้นที่ 3 โจทย์ต้องการอะไร (ขนาดของแรงลัพธ์)

ขั้นที่ 4 สิ่งที่โจทย์ต้องการเขียนแทนด้วยอะไร (F_R)

ขั้นที่ 5 ใช้สูตรหรือสมการใดในการหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

3

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง ระบบแรง
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบแรง
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง ระบบแรง
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง ระบบแรง

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง ระบบแรง

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัด เรื่อง หลักการเบื้องต้นทางกลศาสตร์
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยที่

2

ชื่อหน่วย ระบบแรง

สอนครั้งที่

3

ชั่วโมงรวม

3

แบบฝึกหัดที่ 3 ระบบแรง

จำนวนชั่วโมง

3

3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ

- เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สาระสำคัญ

แรง คือ ปริมาณเวกเตอร์ที่พยายามจะกระทำ กับวัตถุให้วัตถุมีการเปลี่ยนแปลง หรือมีการเคลื่อนที่ เช่น เดิมวัตถุหนึ่งหยุดนิ่งอยู่กับที่ แต่เมื่อมีแรงมากระทำมากพอ วัตถุนั้นก็จะมีการเคลื่อนที่ เป็นต้น

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบแรงสองมิติ

2.2 วิเคราะห์เกี่ยวกับระบบแรงสองมิติได้อย่างถูกต้อง

2.3 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับระบบของแรง 2 มิติได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 ผู้เรียนสามารถหาแรงลัพธ์ของระบบของแรง 2 มิติได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

4

ชั่วโมงรวม

3

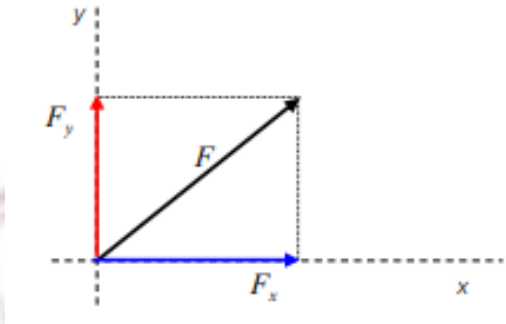
จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

2.4 ระบบของแรงสองมิติ

แรง $\vec{F}$ สามารถแตกออกเป็นแรงย่อยสองแรงคือ $\vec{F}_x$ และ $\vec{F}_y$ ซึ่งตั้งฉากกัน



$$F_x = F \cos \theta$$

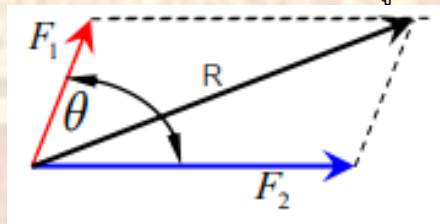
$$F_y = F \sin \theta$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{F_y}{F_x}$$

การหาแรงลัพธ์

แรงย่อยสองแรงกระทำเป็นมุมต่อกันน้อยกว่า 90° จะใช้สมการของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานแทนแรง



ขนาดของแรงลัพธ์ คือ

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

4

ชั่วโมงรวม

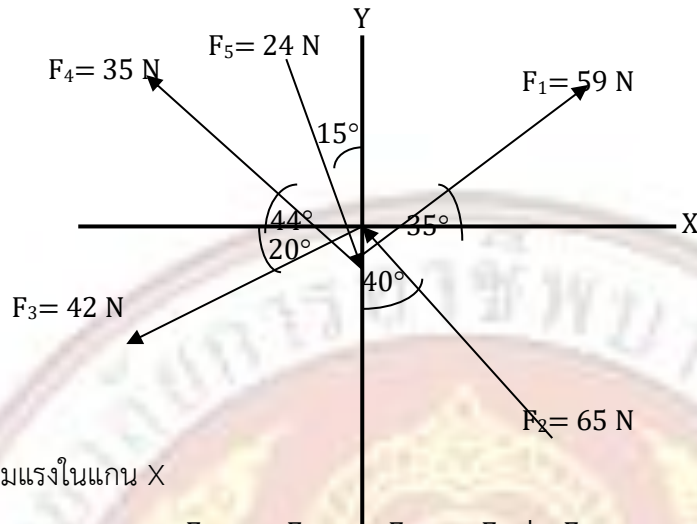
3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 1 จากรูป จงหาแรงลัพธ์ทั้งห้าและทิศทางของแรงลัพธ์



วิธีทำ

รวมแรงในแกน X

$$\begin{aligned}\sum F_x &= F_{1x} - F_{2x} - F_{3x} - F_{4x} + F_{5x} \\ &= 59 \cos 35^\circ - 65 \sin 40^\circ - 42 \cos 20^\circ - 35 \cos 44^\circ + 24 \sin 15^\circ \\ &= -51.88 \quad \text{N}\end{aligned}$$

รวมแรงในแกน Y

$$\begin{aligned}\sum F_y &= F_{1y} + F_{2y} - F_{3y} + F_{4y} - F_{5y} \\ &= 59 \sin 35^\circ + 65 \cos 40^\circ - 42 \sin 20^\circ + 35 \sin 44^\circ - 24 \cos 15^\circ \\ &= 70.40 \quad \text{N}\end{aligned}$$

$$F_R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} = \sqrt{(-51.88)^2 + (70.40)^2}$$

$$\text{แรงลัพธ์} = 87.45 \quad \text{N}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\sum F_y}{\sum F_x} = \tan^{-1} \frac{70.40}{51.88} = 53.61^\circ$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

4

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง ระบบแรง
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบแรง
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง ระบบแรง
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง ระบบแรง

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง ระบบแรง

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง ระบบแรง
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

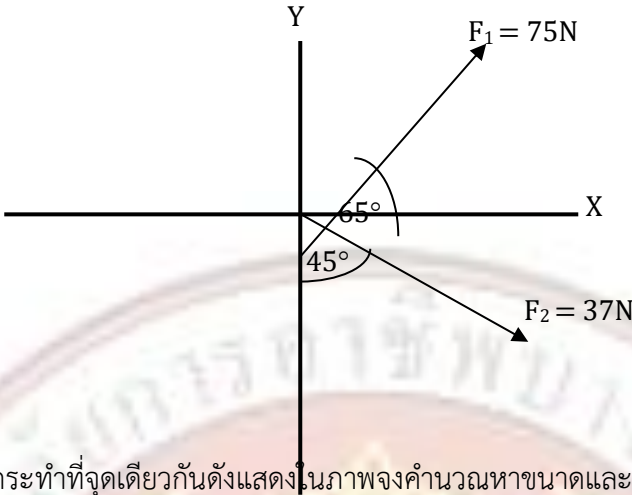
.....

.....

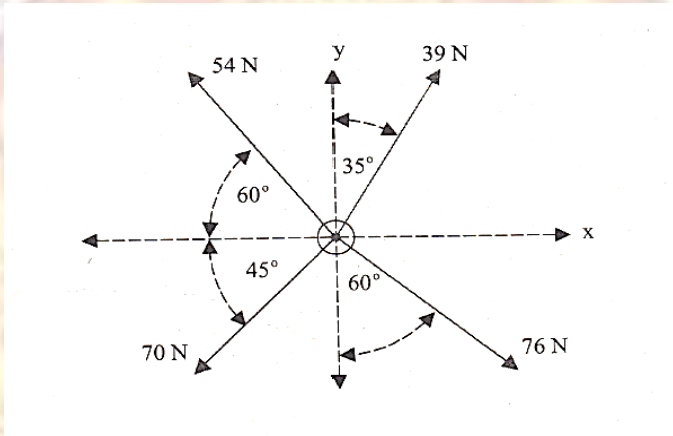
.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

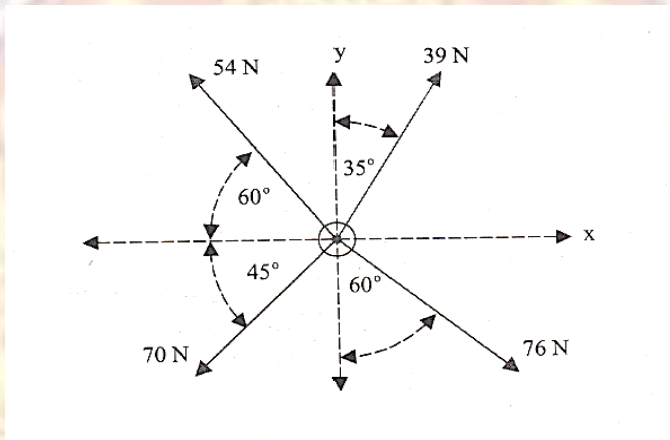
1. จากรูปจงหาผลรวมของแรงในแกน X และแกน Y



2. แรงจำนวน 4 แรงกระทำที่จุดเดียวกันดังแสดงในภาพจงคำนวณหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ R



ครั้งที่.....



ครั้งที่.....

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ

- เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สาระสำคัญ

แรง คือ ปริมาณเวกเตอร์ที่พยายามจะกระทำ กับวัตถุให้วัตถุมีการเปลี่ยนแปลง หรือมีการเคลื่อนที่ เช่น เดิมวัตถุหนึ่งหยุดนิ่งอยู่กับที่ แต่เมื่อมีแรงมากระทำมากพอ วัตถุนั้นก็จะมีการเคลื่อนที่ เป็นต้น

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบแรงสองมิติ

2.2 วิเคราะห์เกี่ยวกับระบบแรงสองมิติได้อย่างถูกต้อง

2.3 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับระบบของแรง 2 มิติได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 ผู้เรียนสามารถหาแรงลัพธ์ของระบบของแรง 2 มิติได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

4

ชั่วโมงรวม

3

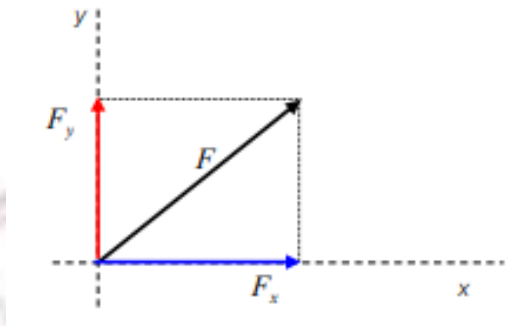
จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

2.4 ระบบของแรงสองมิติ

แรง $\vec{F}$ สามารถแตกออกเป็นแรงย่อยสองแรงคือ $\vec{F}_x$ และ $\vec{F}_y$ ซึ่งตั้งฉากกัน



$$F_x = F \cos \theta$$

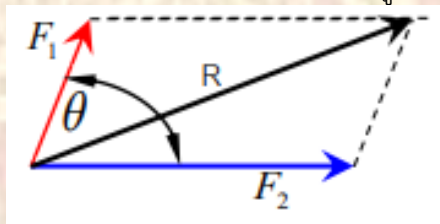
$$F_y = F \sin \theta$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{F_y}{F_x}$$

การหาแรงลัพธ์

แรงย่อยสองแรงกระทำเป็นมุมต่อกันน้อยกว่า 90° จะใช้สมการของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานแทนแรง



ขนาดของแรงลัพธ์ คือ

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

4

ชั่วโมงรวม

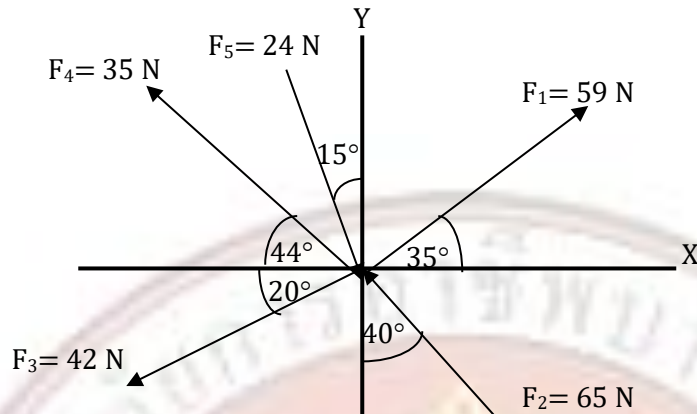
3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 1 จากรูป จงหาแรงลัพธ์ทั้งห้าและทิศทางของแรงลัพธ์



วิธีทำ

รวมแรงในแกน X

$$\begin{aligned}\sum F_x &= F_{1x} - F_{2x} - F_{3x} - F_{4x} + F_{5x} \\ &= 59 \cos 35^\circ - 65 \sin 40^\circ - 42 \cos 20^\circ - 35 \cos 44^\circ + 24 \sin 15^\circ \\ &= -51.88 \quad \text{N}\end{aligned}$$

รวมแรงในแกน Y

$$\begin{aligned}\sum F_y &= F_{1y} + F_{2y} - F_{3y} + F_{4y} - F_{5y} \\ &= 59 \sin 35^\circ + 65 \cos 40^\circ - 42 \sin 20^\circ + 35 \sin 44^\circ - 24 \cos 15^\circ \\ &= 70.40 \quad \text{N}\end{aligned}$$

$$F_R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} = \sqrt{(-51.88)^2 + (70.40)^2}$$

$$\text{แรงลัพธ์} = 87.45 \quad \text{N}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\sum F_y}{\sum F_x} = \tan^{-1} \frac{70.40}{-51.88} = 53.61^\circ$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

4

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง ระบบแรง
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบแรง
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง ระบบแรง
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 4
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง ระบบแรง

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง ระบบแรง

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง ระบบแรง
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

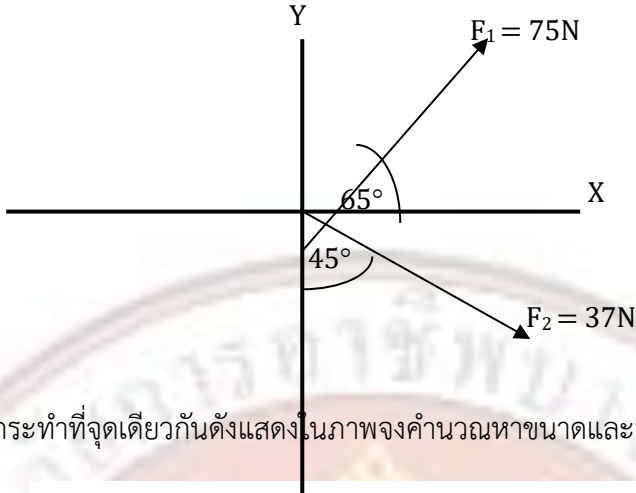
.....

.....

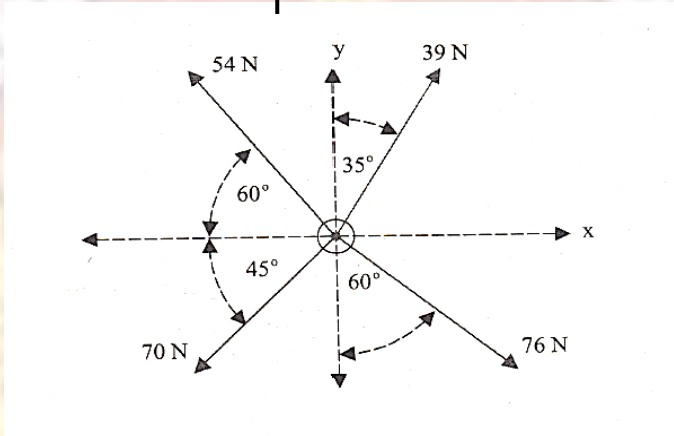
.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 3
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. จากรูปจงหาผลรวมของแรงในแกน X และแกน Y



2. แรงจำนวน 4 แรงกระทำที่จุดเดียวกันดังแสดงในภาพจงคำนวณหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ R



ครั้งที่.....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงปร...

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ

- เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก	หน่วยที่
	ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่
		5
		ชั่วโมงรวม
		3
		จำนวนชั่วโมง
		3

1. สาระสำคัญ

แรง คือ ปริมาณเวกเตอร์ที่พยายามจะกระทำ กับวัตถุให้วัตถุมีการเปลี่ยนแปลง หรือมีการเคลื่อนที่ เช่น เดิมวัตถุหนึ่งหยุดนิ่งอยู่กับที่ แต่เมื่อมีแรงมากระทำมากพอ วัตถุนั้นก็จะมีการเคลื่อนที่ เป็นต้น

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- 2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบของแรง 3 มิติ
- 2.2 วิเคราะห์เกี่ยวกับระบบของแรง 3 มิติได้อย่างถูกต้อง
- 2.3 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

- 3.1.1 ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับระบบของแรง 3 มิติได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

- 3.2.1 ผู้เรียนสามารถหาแรงลัพธ์ของระบบของแรง 3 มิติได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่
2

สอนครั้งที่
5

ชั่วโมงรวม
3

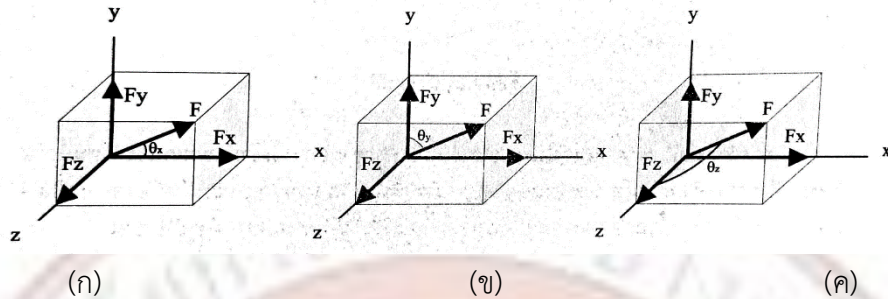
จำนวนชั่วโมง
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

2.5 ระบบของแรง 3 มิติ

2.5.1 การแตกแรง 3 มิติ

การแตกแรงสามมิติ คือ การแยกแรง 3 มิติ เข้าสู่แนวแกน x,y และ z ที่ตั้งฉากกัน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การแตกแรง 3 มิติ

$$\mathbf{F} = F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j} + F_z \mathbf{k} \quad \longrightarrow \quad 1$$

เมื่อ $\mathbf{i}$, $\mathbf{j}$ และ $\mathbf{k}$ เป็นเวกเตอร์ในแนวแกน x, y และ z ตามลำดับ ดังนั้นแรงย่อยของ $\mathbf{F}$ ในแต่ละแกนจะมีค่าเท่ากับ

$$F_x = F \cos \theta_x, F_y = F \cos \theta_y, F_z = F \cos \theta_z \quad \longrightarrow \quad 2$$

แต่เนื่องจากแรงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของเวกเตอร์ในแต่ละทิศทาง ดังนั้นจะได้

$$\frac{F_x}{x} = \frac{F_y}{y} = \frac{F_z}{z} = \frac{F}{L} \quad \longrightarrow \quad 3$$

เมื่อ L คือขนาดของเวกเตอร์ในทิศทางของแรง $\mathbf{F}$
จากสมการที่ผ่านมา เมื่อแตกแรง $\mathbf{F}$ เข้าสู่แนวแกนจะได้

$$F_x = \frac{x}{L} F, F_y = \frac{y}{L} F, F_z = \frac{z}{L} F \quad \longrightarrow \quad 4$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

5

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

และจากสมการที่ 2 สามารถหาทิศทางของแรงที่กระทำกับแรง F ได้ดังนี้

$$\theta_x = \cos^{-1} \frac{F_x}{F}, \theta_y = \cos^{-1} \frac{F_y}{F}, \theta_z = \cos^{-1} \frac{F_z}{F}$$

ดังนั้น ขั้นตอนการแตกแรง 3 มิติ เข้าสู่แนวแกน x,y และ z ที่ตั้งฉากกันมีดังนี้

1. หาขนาดของเวกเตอร์ (L) ในทิศทางของแรง F จากสมการ

$$L = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

2. แตกแรง F เข้าสู่แนวแกน F_x , F_y และ F_z จากสมการที่ 4

3. เขียนคำตอบในรูปของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก คือ $F = F_x i + F_y j + F_z k$

4. หามุมของแรงลัพธ์ที่กระทำกับแนวแกน x,y และ z

2.5.2 การหาแรงลัพธ์ของแรง 3 มิติ

ในกรณี แรงที่กระทำในระบบ 3 มิติ กระทำกับวัตถุ ณ จุดเดียวกัน มีมากกว่าหนึ่งแรงจะต้องทำการรวมแรงเพื่อหาแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. แตกแรงต่างๆ ที่กระทำให้อยู่ในแนวแกน x,y และ z

2. รวมแรงในแนวแกนต่างๆ ตามเครื่องหมาย ซึ่งจะได้ผลรวมของแรงตามแนวแกนต่างๆ คือ $\sum F_x$, $\sum F_y$ และ $\sum F_z$

3. คำนวณหาค่าของแรงลัพธ์ (F) จากสูตร

$$F = \sqrt{\sum F_x^2 + \sum F_y^2 + \sum F_z^2}$$

4. หามุมของแรงลัพธ์ที่กระทำกับแนวแกน จากสูตร

$$\cos \theta_x = \frac{\sum F_x}{F}, \cos \theta_y = \frac{\sum F_y}{F}, \cos \theta_z = \frac{\sum F_z}{F}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

5

ชั่วโมงรวม

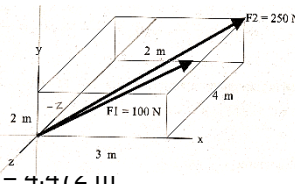
3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 1 จงหาแรงลัพธ์ของ F_1 และ F_2 ดังรูป
วิธีทำ



1. แยกแรง F_1 ไปในแนวแกน x , y และ z $L = \sqrt{4^2 + 2^2} = 4.472$
เมื่อความยาว L ของ F_1 คือ $F_{1x} = \frac{x}{L} F = \frac{2}{4.472} \times 100 = 44.7 \text{ N}$

2. แยกแรง F_2 ไปในแนวแกน x , y และ z $F_{1z} = \frac{z}{L} F = \frac{4}{4.472} \times 100 = -89.4 \text{ N}$
เมื่อความยาว L ของ F_2 คือ $L = \sqrt{3^2 + 2^2 + 4^2} = 5.385 \text{ m}$

$$F_{2x} = \frac{x}{L} F = \frac{3}{5.385} \times 250 = 139.3 \text{ N}$$

$$F_{2y} = \frac{y}{L} F = \frac{2}{5.385} \times 250 = 92.8 \text{ N}$$

3. รวมแรงแนวแกน x , y และ z $F_{2z} = \frac{z}{L} F = \frac{4}{5.385} \times 250 = -185.7 \text{ N}$

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} = 44.7 + 139.3 = 184.0 \text{ N}$$

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} = 0 + 92.8 = 92.8 \text{ N}$$

$$\sum F_z = F_{1z} + F_{2z} = -89.4 - 185.7 = -275.1 \text{ N}$$

4. หาแรงลัพธ์ R

$$R = \sqrt{\sum F_x^2 + \sum F_y^2 + \sum F_z^2} = \sqrt{(184.0)^2 + (92.8)^2 + (-275.1)^2} = 343.7 \text{ N}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย ระบบแรง

หน่วยที่

2

สอนครั้งที่

5

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง ระบบแรง
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบแรง
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง ระบบแรง
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 5
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง ระบบแรง

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง ระบบแรง

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 5
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่อง ระบบแรง
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	สอนครั้งที่ 5
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยที่

2

ชื่อหน่วย ระบบแรง

สอนครั้งที่

5

ชั่วโมงรวม

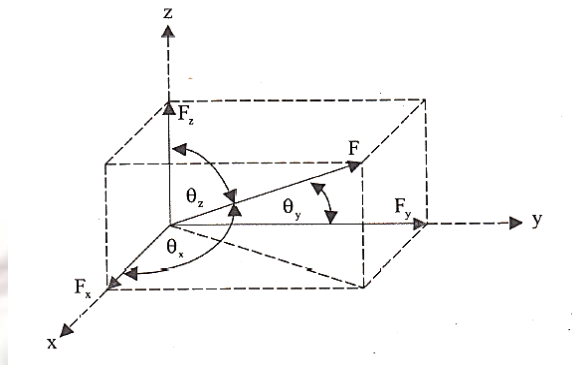
3

แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องระบบแรง

จำนวนชั่วโมง

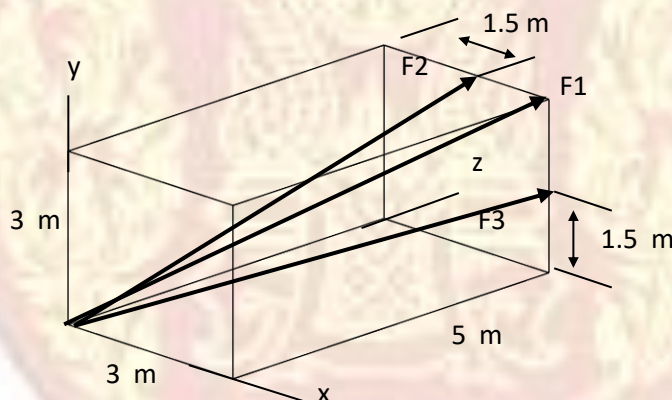
3

1. ถ้าขนาดของแรงในแต่ละแนวแกนมีค่าดังต่อไปนี้ $F_x = 600 \text{ N}$, $F_y = 900 \text{ N}$ และ $F_z = 500 \text{ N}$ จงคำนวณหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์



2. จงคำนวณหาขนาดและทิศทางแรงลัพธ์ เมื่อ $F_1 = (-55i + 80j + 60k) \text{ N}$, $F_2 = (25i + 50j + 45k)$ และ $F_3 = (45i + 30j + 70k) \text{ N}$

3. จากรูป จงคำนวณหาขนาดและทิศทางแรงลัพธ์ เมื่อ $F_1 = 150 \text{ N}$, $F_2 = 175 \text{ N}$ และ $F_3 = 160 \text{ N}$



ครั้งที่.....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงปร

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ

- เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก	หน่วยที่
	ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ	สอนครั้งที่
		6
		ชั่วโมงรวม
		3
		จำนวนชั่วโมง
		3

1. สำคัญ

อนุภาคหรือวัตถุใดๆ ทุกชนิดจะมีจุดยึดตรึงอยู่จุดหนึ่ง ซึ่งอาจเกิด จากการยึดโดยทางกล เช่น การยึดด้วยสลักเกลียว การเชื่อม หรืออาจ เกิดการยึดโดยน้ำหนักของอนุภาคหรือวัตถุเอง ที่เรียกว่า จุดศูนย์ถ่วง เมื่อมีแรงใดๆ กระทำผ่านจุดดังกล่าว อนุภาคหรือวัตถุจะเกิดการ เคลื่อนที่ไปตามแนวแรงนั้นๆ แต่ถ้าหากว่าแรงที่มากระทำกับอนุภาค หรือวัตถุไม่ผ่านจุดดังกล่าว จะส่งผลให้อนุภาคหรือวัตถุนั้นเกิดการ หมุนขึ้นรอบจุดยึดไปบนระนาบใดระนาบหนึ่ง เราเรียกปริมาณที่เกิด ขึ้นนี้ว่า โมเมนต์ (Moment)

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- 2.1 อธิบายหลักการของโมเมนต์ได้อย่างถูกต้อง
- 2.2 บอกชนิดของโมเมนต์ของแรงได้อย่างถูกต้อง
- 2.3 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

- 3.1.1 ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับโมเมนต์และแรงคู่ควบอย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

- 3.2.1 คำนวณหาผลรวมโมเมนต์ของแรงได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ

หน่วยที่
3

สอนครั้งที่
6

ชั่วโมงรวม
3

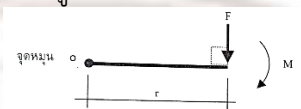
จำนวนชั่วโมง
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

3.1 คำจำกัดความของโมเมนต์

โมเมนต์ คือ ปริมาณเวกเตอร์ที่ถูกกระทำด้วยแรงที่พยายามจะกระทำให้อัตุมหุนรอบจุด หรือรอบแกน ๆ หนึ่ง ฉะนั้น โมเมนต์ของแรงจึงมีความหมายดังนี้

โมเมนต์ของแรง คือ ความพยายามของแรงใด ๆ ที่จะกระทำให้อัตุมหุนรอบจุดหรือรอบแกน ๆ หนึ่ง ซึ่งการหุนรอบจุดหรือรอบแกนนั้นมีค่าเท่ากับ ผลคูณระหว่างกับระยะทางจากจุดหมุนไปจน ถึงจุดที่แรงกระทำ และแรงที่กระทำจะต้องตั้งฉากกับระยะทางเสมอ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของโมเมนต์

จากรูปที่ 3.1 สามารถเขียนเป็นสมการได้ คือ

$$M = F \times r$$

เมื่อ M คือ โมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุน O มีหน่วยเป็น นิวตัน/เมตร (N.m)

F คือ แรงที่กระทำ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

r คือ ระยะจากจุดหมุนถึงจุดที่แรงกระทำ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

หมายเหตุ โมเมนต์จะเป็นศูนย์เมื่อ

ก) แรง F เป็นศูนย์

ข) แรง F ผ่านจุดหมุน O (นั่นคือค่า $r = 0$)

ตามลักษณะการเดินทางรอบจุดหมุน ดังต่อไปนี้

1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา (Clock Wise Moment) คือโมเมนต์ที่เกิดจากแรงซึ่งเดินทาง รอบจุดหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา คูณกับระยะทางจากจุดหมุนถึงแนวแรง โดยสามารถสมมติ เครื่องหมายบวก (+) หรือลบ (-) ได้ตามความเหมาะสม และต้องสอดคล้องกับโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาด้วย (ดูรูปที่ 3.2 ก)



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ

หน่วยที่

3

สอนครั้งที่

6

ชั่วโมงรวม

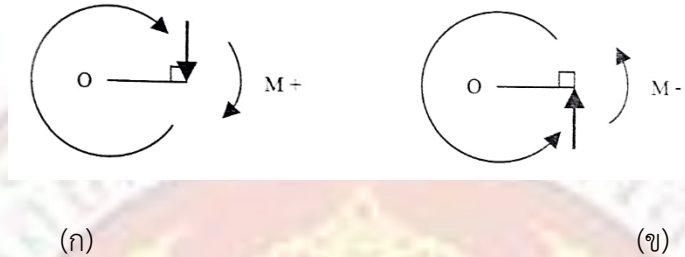
3

จำนวนชั่วโมง

3

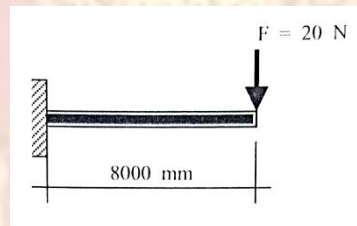
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา (Anti Clock Wise Moment) คือ โมเมนต์ที่เกิดจากแรง ซึ่ง เดินทางรอบจุดหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา คูณกับระยะทางจากจุดหมุนจนถึงแนวแรงโดยสามารถสมมติเครื่องหมายบวก (+) หรือลบ (-) ได้ตามความเหมาะสม และต้องสอดคล้องกับโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาด้วยเช่นกัน (ดูรูปที่ 3.2 ข)



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะทิศทางการหมุนของโมเมนต์

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปจงคำนวณหาโมเมนต์ของแรงที่กระทำบนคาน



วิธีทำ

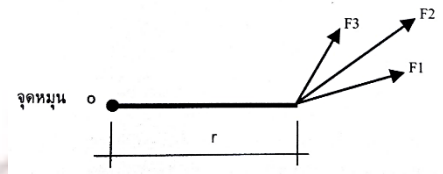
$$\begin{aligned}
 \text{สูตร} \quad M &= F \times r \\
 &= (20)(8000) \text{ N.mm} \\
 &= (160000) \times 10^{-3} \text{ N.mm} \\
 &= 160 \text{ N.m}
 \end{aligned}$$

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ	สอนครั้งที่ 6
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

3.2 ทฤษฎีของโมเมนต์ หรือ ทฤษฎีวาริยอง

ทฤษฎีโมเมนต์ หรือทฤษฎีวาริยอง ได้กล่าวว่า “โมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุนหรือรอบแกน หนึ่ง ๆ มีค่าเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ของแรงย่อยหลาย ๆ แรง ที่กระทำรอบจุดเดียวกัน” ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงทฤษฎีของโมเมนต์

จากรูปที่ 3.3 โมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุน O สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

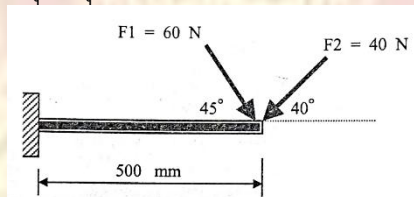
$$M_o = F \times r$$

ถ้าแรง $F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n$ ดังนั้นจะได้

$$M_o = r \cdot (F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n) \text{ หรือ}$$

$$M_o = (r \cdot F_1) + (r \cdot F_2) + (r \cdot F_3) + \dots + (r \cdot F_n)$$

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปงหาโมเมนต์รอบจุดหมุน O



วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{สูตร } M_o &= (r \cdot F_1) + (r \cdot F_2) \\ &= (0.5 \times 60 \sin 45) + (0.5 \times 40 \sin 40) \\ M_o &= 34.07 \text{ N.m} \end{aligned}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ

หน่วยที่

3

สอนครั้งที่

6

ชั่วโมงรวม

3

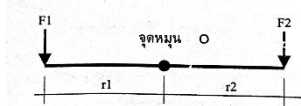
จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

3.3 การรวมโมเมนต์ของแรง

การรวมโมเมนต์ คือ การรวมโมเมนต์หลาย ๆ โมเมนต์ที่อยู่ในระนาบเดียวกัน และกระทำใน จุดที่ต่างกัน แต่ที่จุดหมุนเดียวกัน และมีทิศทางของโมเมนต์ทั้งวนเข็มนาฬิกาและตามเข็มนาฬิกา ดังรูปที่ 3.4



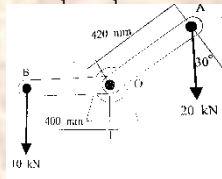
รูปที่ 3.4 แสดงการรวมโมเมนต์ของแรง

หลักการของการรวมโมเมนต์ มีขั้นตอนการรวมโมเมนต์ ดังนี้

1. หาโมเมนต์รอบแกนของแต่ละแรง
2. หาผลรวมของโมเมนต์จากสมการ

$$\sum M = M_1 + M_2$$

ตัวอย่างที่ 3 จากรูปจงหาผลรวมของโมเมนต์รอบจุดหมุน O



วิธีทำ 1. หาโมเมนต์รอบแกนของแต่ละแรง

ก) โมเมนต์ของแรง 20 kN รอบจุดหมุน O

$$M_{OA} = F \times r = (20 \cos 30)(420 \times 10^{-3}) \text{ kN.m} = 7.275 \text{ N.m}$$

ข) โมเมนต์ของแรง 10 kN รอบจุดหมุน O

$$M_{OB} = F \times r = (10)(400 \times 10^{-3}) \text{ kN.m} = 4 \text{ N.m}$$

2. หาผลรวมของโมเมนต์ของแรงทั้งสองรอบจุดหมุน O คือ

$$\sum M_{OA} + M_{OB} = 7.275 + (-4) = 3.275$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ

หน่วยที่

3

สอนครั้งที่

6

ชั่วโมงรวม

3

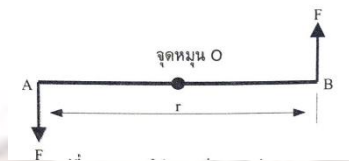
จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

3.4 โมเมนต์ของแรงคู่ควบ

โมเมนต์ของแรงคู่ควบ หมายถึง โมเมนต์ของแรงซึ่งเกิดจากแรงที่มีขนาดเท่ากันสองแรง แต่มีทิศทางตรงข้ามกัน กระทำต่อวัตถุหนึ่ง ๆ ในระยะห่างระหว่างแรงทั้งคู่ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

หลักการของโมเมนต์ของแรงคู่ควบ จากรูปที่ 3.6 โมเมนต์ ของแรงคู่ควบรอบจุดหมุน O ถ้ากำหนดให้แรง F เป็นแรงสองแรง โมเมนต์ของแรงคู่ควบ ที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน และแรงสองแรงอยู่ห่างจาก ต่างโมเมนต์ของแรง กันเป็นระยะ ดังนั้นตามหลักการของโมเมนต์ของแรงคู่ควบรอบจุดอย่างไร หมุน 0 จึงมีค่าเท่ากับ แรง F คูณกับระยะห่างระหว่างแรงทั้งสอง (r)

$$M = F \times r$$

เมื่อ M คือ โมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุน o มีหน่วยเป็น นิวตัน/เมตร (N.m)

F คือ แรงที่กระทำ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

r คือ ระยะจากจุดหมุนถึงจุดที่แรงกระทำ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

หมายเหตุ

1. โมเมนต์ของแรงคู่ควบจะไม่ขึ้นอยู่กับจุดหมุน แต่จะขึ้นอยู่กับขนาดของแรง F และระยะห่างระหว่างแรงทั้งสอง
2. โมเมนต์ของแรงคู่ควบจะไม่เป็นศูนย์
3. โมเมนต์ของแรงคู่ควบจะมีทิศทางตั้งฉากกับระนาบของแรง



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ

หน่วยที่

3

สอนครั้งที่

6

ชั่วโมงรวม

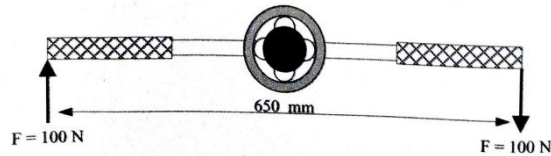
3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 4 จงหาขนาดของโมเมนต์ของแรงคู่ควบที่เกิดขึ้นจากการตีปเกลียว ถ้าวอกแรงในการตีปเกลียวข้างละ 50 N ดังรูป



วิธีทำ

$$M = F \times r$$

$$= (100)(650 \times 10^{-3}) = 65 \text{ N.m}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ

หน่วยที่
3

สอนครั้งที่
6

ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ	สอนครั้งที่ 6
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ	สอนครั้งที่ 6
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 6 เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ	สอนครั้งที่ 6
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ	สอนครั้งที่ 6
		ชั่วโมงรวม 3
	แบบฝึกหัดที่ 6 โมเมนต์และแรงคู่ควบ	จำนวนชั่วโมง 3

2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ - เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติดีปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ	สอนครั้งที่ 7
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สารสำคัญ

อนุภาคหรือวัตถุใดๆ ทุกชนิดจะมีจุดยึดตรึงอยู่จุดหนึ่ง ซึ่งอาจเกิด จากการยึดโดยทางกล เช่น การยึดด้วยสลักเกลียว การเชื่อม หรืออาจ เกิดการยึดโดยน้ำหนักของอนุภาคหรือวัตถุเอง ที่เรียกว่า จุดศูนย์ถ่วง เมื่อมีแรงใดๆ กระทำผ่านจุดดังกล่าว อนุภาคหรือวัตถุจะเกิดการ เคลื่อนที่ไปตามแนวแรงนั้นๆ แต่ถ้าหากว่าแรงที่มากระทำกับอนุภาค หรือวัตถุไม่ผ่านจุดดังกล่าว จะส่งผลให้อนุภาคหรือวัตถุนั้นเกิดการ หมุนขึ้นรอบจุดยึดไปบนระนาบใดระนาบหนึ่ง เราเรียกปริมาณที่เกิด ขึ้นนี้ว่า โมเมนต์ (Moment)

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- 2.1 อธิบายหลักการของโมเมนต์ได้อย่างถูกต้อง
- 2.2 บอกชนิดของโมเมนต์ของแรงได้อย่างถูกต้อง
- 2.3 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

- 3.1.1 ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรง 3 มิติอย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

- 3.2.1 คำนวณหาโมเมนต์ของแรง 3 มิติได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ	สอนครั้งที่ 7
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

3.5 โมเมนต์ของแรง 3 มิติ

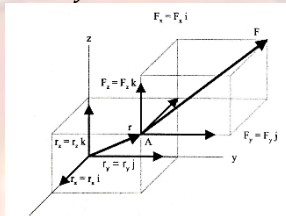
การหาโมเมนต์ของแรง 3 มิติ ค่อนข้างจะยากกว่าโมเมนต์ของแรง 2 มิติ ฉะนั้นในแก้ปัญหา เกี่ยวกับ โมเมนต์ของแรง 3 มิติ จึงนิยมใช้การคูณเวกเตอร์ (Cross Product) ในการแก้ปัญหา เนื่องจาก มีความสะดวก กว่าวิธีอื่น

จากนิยามของโมเมนต์ของแรง 2 มิติ ซึ่งโมเมนต์จะมีค่าเท่ากับ $F \cdot r$ แต่เนื่องจากแรงที่ กระทำให้เกิด โมเมนต์เป็นแรง 3 มิติ (รูปที่ 3.6) ดังนั้น โมเมนต์รอบจุดหมุน 0 ของแรง 3 มิติ คือ

$$M = F \times r$$

และเนื่องจาก $F = F_x i + F_y j + F_z k$

$$r = r_x i + r_y j + r_z k$$



จากสมการ $M = r \times F$ ซึ่งเป็นสมการของการคูณ จากสมการของการคูณเวกเตอร์ เมื่อนำมาเขียนใน เทอมของดีเทอร์มิแนนต์จะได้

$$M = \begin{vmatrix} i & j & k \\ r_x & r_y & r_z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$

$$= (r_y F_z - r_z F_y) i + (r_z F_x - r_x F_z) j + (r_x F_y - r_y F_x) k$$

$$M = M_x i + M_y j + M_z k$$

ขนาดของโมเมนต์ คือ $M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2}$

ทิศทางของโมเมนต์ $\cos \theta_x = \frac{M_x}{M}$, $\cos \theta_y = \frac{M_y}{M}$, $\cos \theta_z = \frac{M_z}{M}$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ

หน่วยที่

3

สอนครั้งที่

7

ชั่วโมงรวม

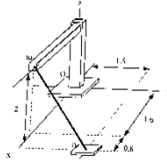
3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 1 สายเคเบิล mm มีแรงดึงขนาด 1.2 kN และมีทิศทางจาก m ไป n จงหาขนาดของโมเมนต์เนื่องจากแรงดึงนี้ รอบจุดหมุน O



วิธีทำ

ระยะ mm =

$$\sqrt{0.8^2 + 1.5^2 + 2^2} = 2.62 \text{ m}$$

แตกแรงเข้าสู่แนวแกน

$$F_x = \frac{0.8}{2.62} \times 1.2 = 0.367 \text{ kN}$$

$$F_y = \frac{1.5}{2.62} \times 1.2 = 0.68 \text{ kN}$$

$$F_z = \frac{2}{2.62} \times 1.2 = -0.92 \text{ kN}$$

$$\text{ดังนั้น } F = 0.367i + 0.68j - 0.92k$$

นำค่าที่ได้มาหาในเทอมของดิเทอร์มิแนนต์ เมื่อ

$$F = 0.367i + 0.68j - 0.92k$$

$$r = 1.6i + 0j + 2k$$

$$M = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 1.6 & 0 & 2 \\ 0.367 & 0.68 & -0.92 \end{vmatrix}$$

ขนาดของโมเมนต์ คือ

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2} = \sqrt{(1.36)^2 + (2.206)^2 + (1.088)^2} = 2.81 \text{ kN}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ

หน่วยที่

3

สอนครั้งที่

7

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ	สอนครั้งที่ 7
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ	สอนครั้งที่ 7
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 6 เรื่อง โมเมนต์และแรงคู่ควบ
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ	สอนครั้งที่ 7
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยที่
3

ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ

สอนครั้งที่
7

ชั่วโมงรวม
3

แบบฝึกหัดที่ 7 โมเมนต์และแรงคู่ควบ

จำนวนชั่วโมง
3

3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ

- เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 8
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สาระสำคัญ

สมดุล หรือ สภาวะสมดุลเป็นหัวข้อที่มีความสำคัญมาก ในวิชากลศาสตร์วิศวกรรม ภาคสถิตยศาสตร์ เนื่องจากว่าหัวใจ ของกลศาสตร์ ภาคสถิตยศาสตร์ คือ การสมดุลของวัตถุหรือของ แรง ซึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับสมดุล จึงเป็นการศึกษาเกี่ยวกับแรงที่ กระทำกับวัตถุเพื่อให้วัตถุอยู่ในสภาวะที่สมดุล หรือหยุดนิ่ง

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 อธิบายเกี่ยวกับสมดุลได้อย่างถูกต้อง

2.2 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับสมดุลได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 เขียนผังวัตถุอิสระได้อย่างถูกต้อง

3.2.2 คำนวณหาสมดุลของแรง 2 มิติ ที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันได้อย่างถูกต้อง

3.2.3 คำนวณหาสมดุลของแรง 2 มิติ ที่มีแนวแรงพบกันที่จุดเดียวได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 8
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

4.1 คำจำกัดความของสมดุล

ความหมายของสมดุล

สมดุล หมายถึง “วัตถุที่อยู่นิ่งภายใต้แรงที่มากระทำกับวัตถุนั้น” หรือ “วัตถุจะอยู่ในสภาวะสมดุลเมื่อแรงที่มากระทำต่อวัตถุนั้นหักล้างซึ่งกันและกัน”

เงื่อนไขการสมดุล

เมื่อวัตถุอยู่นิ่งภายใต้แรงที่มากระทำ หมายถึง วัตถุนั้น

- ไม่มีการเคลื่อนที่ (No Translation)
- ไม่หมุน (No Rotation)

เมื่อวัตถุอยู่นิ่ง ผลรวมของแรงที่มากระทำกับวัตถุในทุกทิศทางจะต้องมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้น จึงเขียนเป็นเงื่อนไขของการสมดุลได้ดังนี้

1. ผลรวมของแรงลัพธ์ที่กระทำบนวัตถุนั้นมีค่าเท่ากับศูนย์

$$\sum F = 0$$

2. ผลรวมของโมเมนต์ที่แรงที่กระทำบนวัตถุนั้นมีค่าเท่ากับศูนย์

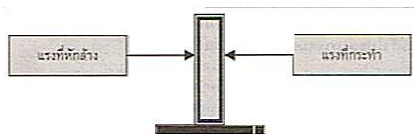
$$\sum M = 0$$

4.2 การเขียนผังวัตถุอิสระ

เป็นการแยกส่วนของวัตถุในแต่ละส่วนออกมาโดยแสดงทั้งแรงและโมเมนต์ที่เกิดบนวัตถุ และวัตถุนั้นจะต้องอยู่ในสภาวะสมดุลด้วย

ขั้นตอนการเขียนผังวัตถุอิสระ

1. แยกส่วนของวัตถุหรือโครงสร้าง มาเขียนใหม่เป็นลายเส้น
2. ใส่แรงและโมเมนต์ทั้งหมดที่กระทำต่อทุกส่วน ทั้งขนาดและทิศทาง
3. ส่วนใดของวัตถุที่แยกออกจากจุดยึดจะต้องมีแรงปฏิกิริยาในทิศทางต่างๆตามลักษณะของจุดยึดนั้น



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 8
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

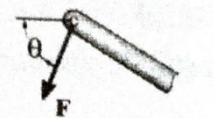
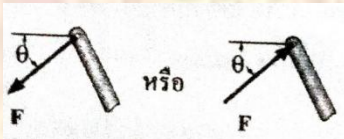
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อควรระวังในการเขียนผังวัตถุอิสระ

1. การเขียน FBD จะต้องวาดใหม่ ห้ามวาดในรูปที่โจทย์ให้มา
2. การละเลยไม่ใส่แรงที่คิดว่าไม่จำเป็นในการคำนวณจะทำให้เกิดการผิดพลาด
3. การคำนวณหาคำตอบจะถูกตัดออก เมื่อเขียน FBD ได้ถูกต้องเท่านั้น
4. การไม่กำหนดพิกัดฉาก x-y ถือว่าเป็น FBD ที่ไม่สมบูรณ์

4.3 สมดุลในระบบแรง 2 มิติ

การเขียนผังวัตถุอิสระในระบบแรง 2 มิติ

ชนิดของการสัมผัสและจุดยึด	แรงปฏิกิริยา	แรงกระทำบนวัตถุอิสระ
(1)  เคเบิล		แรงกระทำบนวัตถุอิสระ แรงที่กระทำบนสายเคเบิลจะเป็นแรงดึง และมีทิศทางออกจากวัตถุในแนวเดียว กันกับเคเบิล
(2)  ข้อต่อน้ำหนักเบา		แรงที่กระทำบนข้อต่อน้ำหนักเบาจะเป็นแรงดึงหรือแรงอัด และมีทิศทางออกจากวัตถุหรือเข้าในวัตถุในแนวเดียวกันกับข้อต่อน้ำหนักเบา



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย สมดุล

หน่วยที่

4

สอนครั้งที่

8

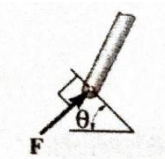
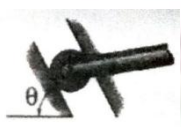
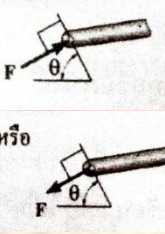
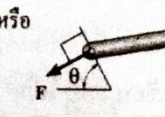
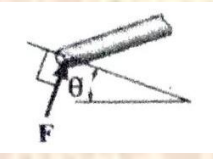
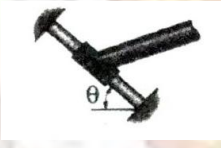
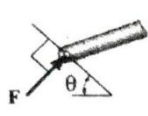
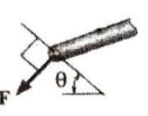
ชั่วโมงรวม

3

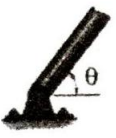
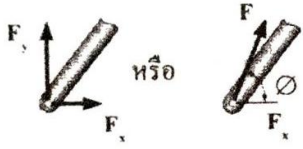
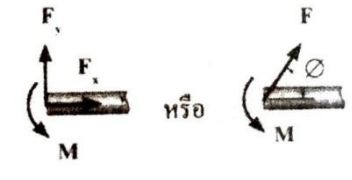
จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ชนิดของการสัมผัสและจุดยึด	แรงปฏิกิริยา	แรงกระทำบนวัตถุอิสระ
(3)  ลูกล้อ		แรงที่กระทำกับฐานรับแบบลูกล้อ เป็นแรงกดในแนวตั้งฉากกับผิว
(4)  ลูกล้อเลื่อน	 หรือ 	แรงที่กระทำกับฐานรับแบบลูกล้อเลื่อน เป็นแรงกดหรือแรงดึงในแนวตั้งฉากกับ
(5)  ผิวสัมผัสเรียบ		แรงกระทำบนวัตถุอิสระ แรงที่สัมผัสเป็นแรงกดและตั้งฉากกับผิวสัมผัสเรียบ
(6)  ชิ้นส่วนยึดกับข้อต่อ	 หรือ 	ชิ้นส่วนยึดกับข้อต่อสามารถเคลื่อนตัวได้ อย่างอิสระตามราง จะรับแรงตั้งฉากกับ ผิวสัมผัสเท่านั้น
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 8
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

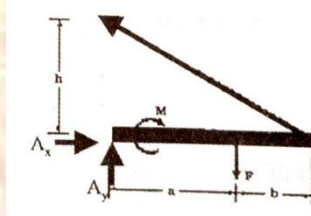
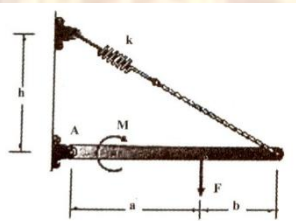
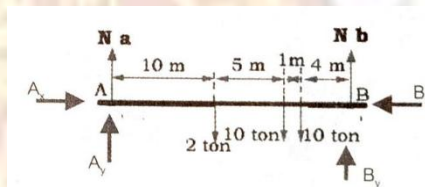
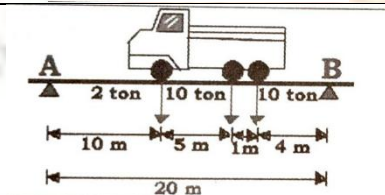
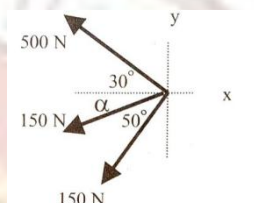
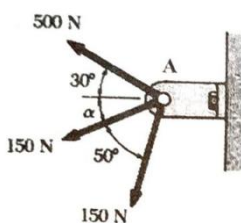
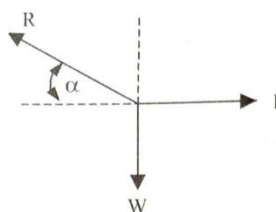
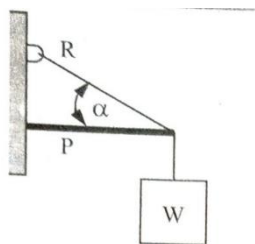
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ชนิดของการสัมผัสและจุดยึด	แรงปฏิกิริยา	แรงกระทำบนวัตถุอิสระ
(7)  หมุดหรือบานพับ		ข้อต่อที่หมุนได้อย่างอิสระจะรับแรงในแนวตั้งฉากกับหมุน
(8)  ชิ้นส่วนยึดแน่นกับข้อต่อ		ชิ้นส่วนยึดแน่นกับข้อต่อไม่สามารถเลื่อนไปตามรางได้ จะรับแรงในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสและโมเมนต์
(9)  จุดรองรับที่ยึดแน่น		จุดรองรับที่ยึดแน่นจะรับแรงในแนว แกนและแนวตั้งฉากกับแนวแกนและโมเมนต์
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 8
		ชั่วโมงรวม 3
	จำนวนชั่วโมง 3	

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ระบบทางกลศาสตร์

ผังวัตถุอิสระ (FBD)



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย สมดุล

หน่วยที่

4

สอนครั้งที่

8

ชั่วโมงรวม

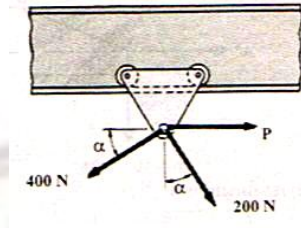
3

จำนวนชั่วโมง

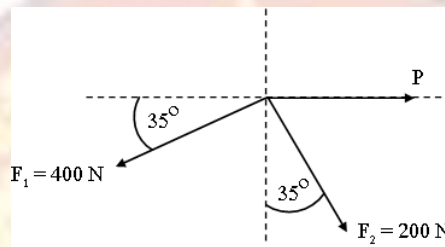
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่าง 1 จากรูปแรง 400 N และ 200 N กระทำเป็นมุม 35 องศา จงหาแรง P ที่กระทำให้อัตถุนี้อยู่ในสภาวะสมดุล



วิธีทำ 1. เขียนผังวัตถุอิสระ



2. แยกแรงเข้าแนวแกน x
แยกแรงเข้าแกน x จะได้

$$F_{1x} = 200 \sin 35$$

$$F_{2x} = 400 \cos 35$$

3. รวมแรงในแนวแกน x เมื่อ $\sum F=0$ จะได้

$$P + 200 \sin 35 - 400 \cos 35 = 0$$

$$P = 400 \cos 35 - 200 \sin 35$$

$$P = 212.945 \text{ N}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย สมดุล

หน่วยที่

4

สอนครั้งที่

8

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง สมดุล
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมดุล
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง สมดุล
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 8
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง สมดุล

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง สมดุล

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 8
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 8 เรื่อง สมดุล
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 8
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยที่
4

ชื่อหน่วย โมเมนต์และแรงคู่ควบ

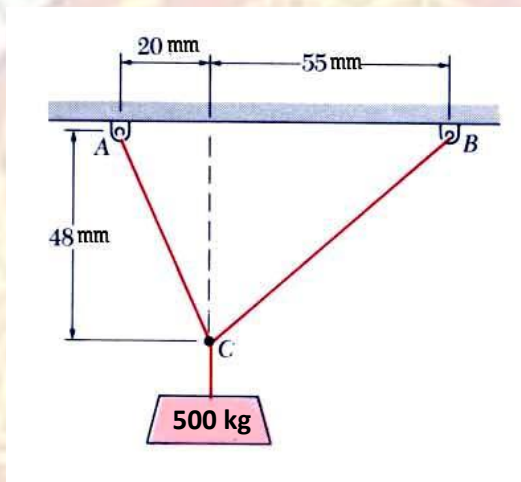
สอนครั้งที่
8

ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

- จากรูปจงคำนวณหาแรงที่กระทำบนเส้นลวด AC และ BC

- เคเบิล AC และ BC รับน้ำหนักจากมวล 500 kg ที่แขวนอยู่ดังรูป จงหาแรงที่กระทำบนเคเบิลทั้งสอง



ครั้งที่.....

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงปร...

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ - เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติดีปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 9
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สารสำคัญ

สมดุล หรือ สภาวะสมดุลเป็นหัวข้อที่มีความสำคัญมาก ในวิชากลศาสตร์วิศวกรรม ภาคสถิตยศาสตร์ เนื่องจากว่าหัวใจ ของกลศาสตร์ ภาคสถิตยศาสตร์ คือ การสมดุลของวัตถุหรือของ แรง ซึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับ สมดุล จึงเป็นการศึกษาเกี่ยวกับแรงที่ กระทำกับวัตถุเพื่อให้วัตถุอยู่ในสภาวะที่สมดุล หรือหยุดนิ่ง

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 อธิบายเกี่ยวกับสมดุลในระบบ 3 มิติได้อย่างถูกต้อง

2.2 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับสมดุลในระบบ 3 มิติได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 คำนวณหาสมดุลของแรง 3 มิติ ที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันได้อย่างถูกต้อง

3.2.2 คำนวณหาสมดุลของแรง 3 มิติ ที่มีแนวแรงพบกันที่จุดเดียวได้อย่างถูกต้อง

3.2.3 คำนวณหาสมดุลของแรง 3 มิติ ที่มีแนวแรงขนานกันได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 9
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

4.4 สมดุลในระบบแรง 3 มิติ

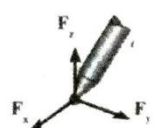
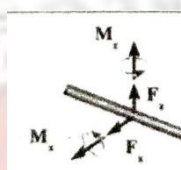
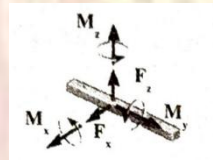
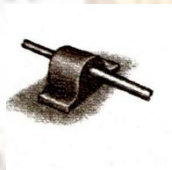
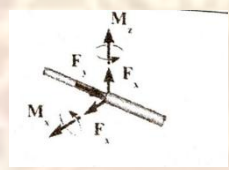
การเขียนผังวัตถุอิสระในระบบแรง 3 มิติ

จากขั้นตอนการเขียนผังวัตถุอิสระ ให้มีความถูกต้องตามลักษณะของแรงและวัตถุ หากส่วนใดของวัตถุที่มีความสัมพันธ์กับวัตถุอื่น หรือเป็นจุดยึด ให้พิจารณาแรงที่จุดยึดนั้นตาม

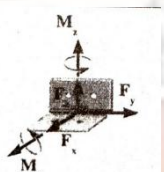
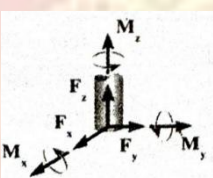
ชนิดของการสัมผัสและจุดยึด	แรงปฏิกิริยา	แรงกระทำบนวัตถุอิสระ
(1)  เคเบิล		แรงกระทำบนวัตถุอิสระ แรงที่กระทำบนสายเคเบิลจะเป็นแรงดึง และมีทิศทางออกจากวัตถุในแนวเดียว กันกับเคเบิล
(2)  ข้อต่อน้ำหนักเบา		แรงที่กระทำบนพื้นผิวเรียบจะกระทำตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ
(3)  ลูกล้อ		แรงที่กระทำบนลูกล้อจะกระทำตั้งฉาก กับผิวสัมผัสเสมอ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 9
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ชนิดของการสัมผัสและจุดยึด	แรงปฏิกิริยา	แรงกระทำบนวัตถุอิสระ
(4) 		แรงที่กระทำกับจุดรองรับแบบ Ball และ Socket จะรับแรงตามแนวแกนทั้งสาม
Ball and Socket		
(5) 		Journal Bearing สามารถรับแรงและ โมเมนต์ ตามแนวแกนที่กระทำตั้งฉาก กับแนวแกนเพลลา
Journal Bearing		
(6) 		Journal Bearing บนเพลลาแบบสี่เหลี่ยม สามารถรับแรงและ โมเมนต์ ตามแนว แกนที่กระทำตั้งฉากกับแนวแกนเพลลา และรับ โมเมนต์ตามแนวแกนเพลลาได้
Journal Bearing		
(7) 		Thrust Bearing สามารถรับแรงและ โมเมนต์ ตามแนวแกนที่กระทำตั้งฉาก กับแนวแกนเพลลา และรับแรงตามแนว แกนเพลลาได้
Thrust Bearing		
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 9
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

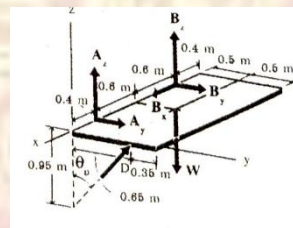
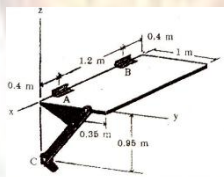
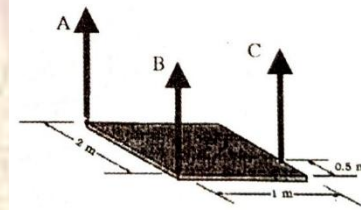
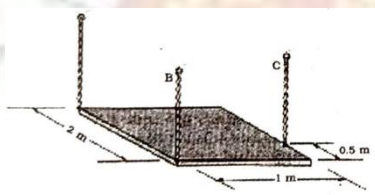
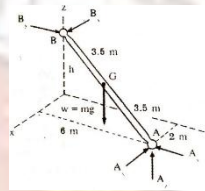
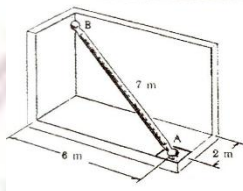
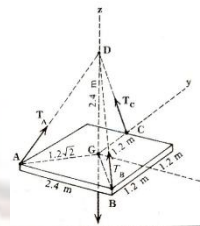
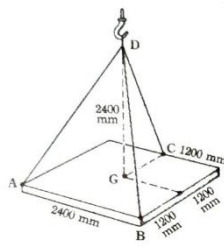
ชนิดของการสัมผัสและจุดยึด	แรงปฏิกิริยา	แรงกระทำบนวัตถุอิสระ
(8) 		ข้อต่อแบบหมุดจะสามารถรับแรงได้ทั้ง สามแนวแกน และรับโมเมนต์ได้ 2 โมเมนต์ตามทิศทางที่ตั้งฉากกับหมุด
แบบหมุด		
(9) 		บานพับจะสามารถรับแรงได้ทั้ง สาม แนวแกน และรับโมเมนต์ได้ 2 โมเมนต์ ตามทิศทางที่ตั้งฉากกับแกน
บานพับ		
(10) 		ข้อต่อแบบยึดแน่นจะรับแรงและโมเมนต์ทั้งสามแนวแกน
ยึดแน่น		

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 9
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ระบบทางกลศาสตร์

ผังวัตถุอิสระ (FBD)



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย สมดุล

หน่วยที่

4

สอนครั้งที่

9

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

เงื่อนไขการสมดุลในระบบ 3 มิติ

1. ผลรวมของแรงลัพธ์ที่กระทำบนวัตถุนั้นมีค่าเท่ากับศูนย์

$$\sum F = 0$$

สมดุลของแรงในระบบ 3 มิติแยกย่อยได้ ดังนี้

$\sum F_x = 0$ คือ ผลรวมของแรงในแนว แกน x เท่ากับศูนย์

$\sum F_y = 0$ คือ ผลรวมของแรงในแนว แกน y เท่ากับศูนย์

$\sum F_z = 0$ คือ ผลรวมของแรงในแนว แกน z เท่ากับศูนย์

2. ผลรวมของโมเมนต์ที่แรงที่กระทำบนวัตถุนั้นมีค่าเท่ากับศูนย์

$$\sum M = 0$$

สมดุลของโมเมนต์ในระบบ 3 มิติแยกย่อยได้ ดังนี้

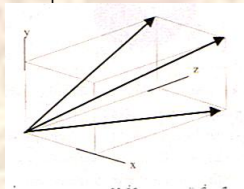
$\sum M_x = 0$ คือ ผลรวมของโมเมนต์รอบแนวแกน x เท่ากับศูนย์

$\sum M_y = 0$ คือ ผลรวมของโมเมนต์รอบแนวแกน y เท่ากับศูนย์

$\sum M_z = 0$ คือ ผลรวมของโมเมนต์รอบแนวแกน z เท่ากับศูนย์

สมดุล

1. สมดุลของแรง 3 มิติ ที่มีจุดนัดพบที่จุดเดียว จะใช้สมการ



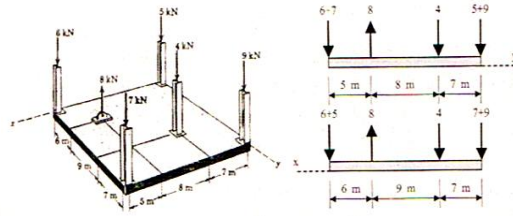
$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \sum F_z = 0$$

2. สมดุลของแรง 3 มิติ ที่มีแนวแรงพบบันบนเส้นตรง จะใช้สมการ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 9
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่าง 1 เหล็กแผ่นรับแรงในแนวดิ่งจำนวน 6 แรง ณ ตำแหน่งต่างๆ ดังรูป จงหาแรงลัพธ์และตำแหน่งที่แรงลัพธ์กระทำ



วิธีทำ 1. แรงลัพธ์ R เมื่อ

$$R = 6 + 5 - 8 - 7 + 9$$

$$= 23 \text{ kN}$$

2. ตำแหน่งที่แรงลัพธ์กระทำ

- พิจารณาโมเมนต์รอบแกน x เมื่อ $\sum M_x = 0$

$$0 = (4)(7) + (8)(15) + (6+7)(20) + (23)(y)$$

$$y = \frac{(4)(7) + (8)(15) + (6+7)(20)}{23}$$

$$y = 7.30 \text{ m}$$

- พิจารณาโมเมนต์รอบแกน y เมื่อ $\sum M_y = 0$

$$0 = (-8)(6) + (4)(15) + (7+9)(22) + (23)(x)$$

$$x = \frac{(-8)(6) + (4)(15) + (7+9)(22)}{23}$$

$$x = 15.83 \text{ m}$$

ดังนั้น - แรงลัพธ์ R = 23 kN

- แรงกระทำผ่านจุด x = 7.30 m และ y = 15.83 m



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย สมดุล

หน่วยที่

4

สอนครั้งที่

9

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง สมดุล
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมดุล
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง สมดุล
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 9
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง สมดุล

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง สมดุล

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 9
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 9 เรื่อง สมดุล
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 9
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย สมดุล	สอนครั้งที่ 9
		ชั่วโมงรวม 3
แบบฝึกหัดที่ 9 สมดุล		จำนวนชั่วโมง 3

[illegible][illegible]

3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			

หมายเหตุ

- เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 10
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สาระสำคัญ

โครงสร้าง ถือเป็นหัวข้อที่สำคัญมากอีกหัวข้อหนึ่งในวิชากลศาสตร์วิศวกรรม เพราะโครงสร้างในทางวิศวกรรมคือระบบของชิ้นส่วนหลายๆชิ้นเพื่อทำหน้าที่รับหรือส่งถ่ายแรง ซึ่งถ้าผู้เรียนเข้าใจหลักของโครงสร้างแล้วก็จะทำให้การดำเนินงานในขั้นต่อไปเป็นไปด้วยความรวดเร็ว

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างได้อย่างถูกต้อง

2.2 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 อธิบายคำจำกัดความของโครงสร้างได้อย่างถูกต้อง

3.1.2 อธิบายชนิดของโครงสร้างได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 คำนวณหาโครงสร้างข้อหมุนได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โครงสร้าง

หน่วยที่
5

สอนครั้งที่
10

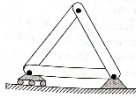
ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

5.1 คำจำกัดความของโครงสร้าง

โครงสร้างในทางวิศวกรรม คือ ระบบของชิ้นส่วน (Members) หรือวัตถุเกร็ง (Rigid Bodies) หลายๆ ชิ้นมายึดติดกันเพื่อทำหน้าที่รับหรือส่งถ่ายแรงและสามารถต้านทานต่อภาระที่มันรับอยู่ได้อย่างปลอดภัย

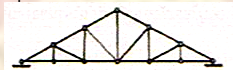


ในการวิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้าง มีความจำเป็นที่ต้องแยกชิ้นส่วนโครงสร้างออกจากกันเป็นชิ้นๆ หรือกลุ่มๆ แล้วทำการวิเคราะห์ชิ้นส่วนนั้นๆ

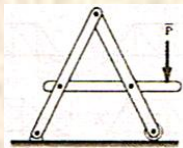
5.2 ชนิดของโครงสร้าง

ในการวิเคราะห์โครงสร้างทางวิศวกรรม ได้แบ่งโครงสร้างออกเป็น 3 ชนิด คือ

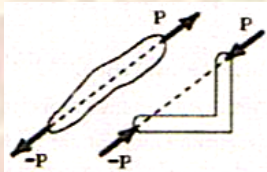
1. โครงข้อหมุด (Truss) จะมีชิ้นส่วนทุกชิ้นส่วนที่รับแรง 2 แรง (Two-Force Members)



2. โครงกรอบ (Frame) และเครื่องจักรกล (Machines) จะมีชิ้นส่วนอย่างน้อย 1 ชิ้นที่ไม่ใช่ (Two-Force Members)



Two-Force Members คือวัตถุที่อยู่ภายใต้การสมดุลของแรงสองแรง และแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน อยู่ในแนวเดียวกันและมีทิศทางตรงข้ามกัน



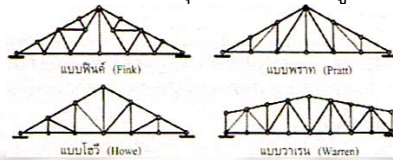
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 10
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

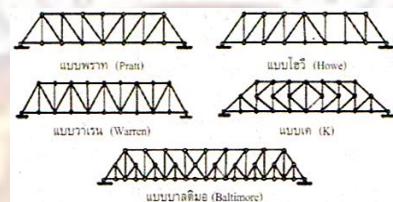
5.3 โครงข้อหมุน

ประเภทของข้อหมุน แบ่งตามลักษณะการใช้งานแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. โครงหลังคา (Roof Truss) คือ โครงข้อหมุนที่มีลักษณะรูปร่างเป็นไปตามโครงหลังคา

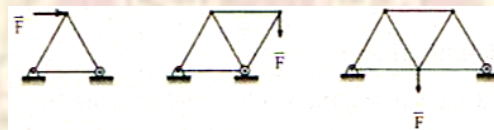


2. โครงสะพาน (Bridge Truss) คือ โครงข้อหมุนที่ใช้ในสะพาน ซึ่งมีทั้งที่อยู่ในระนาบเดียวกัน



เสถียรภาพของโครงข้อหมุนในระนาบ

เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการทรงตัว การเปลี่ยนรูป หรือการเคลื่อนย้ายของโครงสร้าง



จำนวนชิ้นส่วนที่เพิ่มขึ้นของโครงข้อหมุนสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$2j = m + 3$$

เมื่อ m คือ จำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดของโครงข้อหมุน

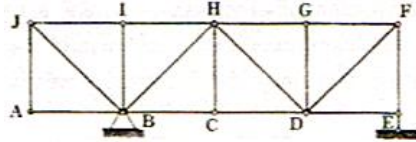
j คือ จำนวนข้อต่อทั้งหมดของโครงข้อหมุน

3 คือ จำนวนตัวไม่ทราบค่าสูงสุดที่จุดรองรับ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 10
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่าง 1 จงตรวจสอบว่าโครงข้อหมุนในรูปอยู่ในสถานะเสถียรภาพหรือไม่



วิธีทำ จากรูป $m = 17$, $j = 10$

สมการการตรวจสอบความเสถียรภาพของโครงสร้าง

$$2j = m + 3$$

$$\therefore 2(10) = 17 + 3$$

จากการตรวจสอบเสถียรภาพของโครงสร้าง โครงข้อหมุนมีเสถียรภาพและสามารถคำนวณได้

การวิเคราะห์โครงข้อหมุนระนาบ

การคำนวณหาค่าแรงที่กระทำกับชิ้นส่วนใดๆ จะต้องตัดผ่านชิ้นส่วนนั้น และวาดผังวัตถุอิสระ (Free Body Diagram) ใช้สมการสมดุลหาค่าที่ต้องการ

วิธีการคำนวณจะแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

1. วิธีแยกข้อต่อ (Method of Joints)
2. วิธีแยกชิ้นส่วน (Method of Sections)

1. วิธีแยกข้อต่อ (Method of Joints)

จะพิจารณาแรงกระทำผ่านข้อต่อที่ละข้อต่อ

สมการของข้อต่อมี 2 สมการ คือ

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โครงสร้าง

หน่วยที่

5

สอนครั้งที่

10

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้าง
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โครงสร้าง
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้าง
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 10
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง โครงสร้าง

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง โครงสร้าง

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 10
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 10 เรื่อง โครงสร้าง
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 10
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 10
		ชั่วโมงรวม 3
	แบบฝึกหัดที่ 10 โครงสร้าง	จำนวนชั่วโมง 3

3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ

- เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 11
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สาระสำคัญ

โครงสร้าง ถือเป็นหัวข้อที่สำคัญมากอีกหัวข้อหนึ่งในวิชากลศาสตร์วิศวกรรม เพราะโครงสร้างในทางวิศวกรรมคือระบบของชิ้นส่วนหลายๆชิ้นเพื่อทำหน้าที่รับหรือส่งถ่ายแรง ซึ่งถ้าผู้เรียนเข้าใจหลักองโครงสร้างแล้วก็จะทำให้การดำเนินงานในขั้นต่อไปเป็นไปด้วยความรวดเร็ว

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างข้อหมุน 3 มิติได้อย่างถูกต้อง

2.2 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 อธิบายคำจำกัดความของโครงสร้างข้อหมุน 3 มิติได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 คำนวณหาโครงสร้างข้อหมุน 3 มิติได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

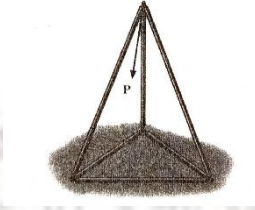
3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 11
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

5.4 โครงข้อหมุน 3 มิติ

โครงข้อหมุน 3 มิติ คือ โครงสร้างแบบโครงข้อหมุนที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่ยึดติดกันในลักษณะ 3 มิติ ซึ่งเป็นลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของโครงข้อหมุนที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนจำนวน 6 ชิ้นส่วนต่อกัน



เสถียรภาพโครงข้อหมุน 3 มิติ สามารถพิจารณาได้ 3 กรณี

กรณีที่ 1 โครงข้อหมุนไม่มีเสถียรภาพ

สมการสมดุลคือ $3j > m+6$

กรณีที่ 2 โครงข้อหมุนมีเสถียรภาพและคำนวณได้

สมการสมดุลคือ $3j = m+6$

กรณีที่ 3 โครงข้อหมุนมีเสถียรภาพแต่คำนวณไม่ได้

สมการสมดุลคือ $3j < m+6$

การวิเคราะห์โครงข้อหมุนระนาบ

การคำนวณหาแรงในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน 3 มิติ มีสมการสมดุล คือ

$$\sum F = 0$$

$$\sum M = 0$$

โดยทั่วไปการหาแรงในชิ้นส่วนโครงข้อหมุน 3 มิติ มักจะเริ่มที่ข้อต่อที่มีตัวรู้ค่า 1 ตัว และตัวไม่รู้ค่าไม่เกิน 3 ตัว



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โครงสร้าง

หน่วยที่

5

สอนครั้งที่

11

ชั่วโมงรวม

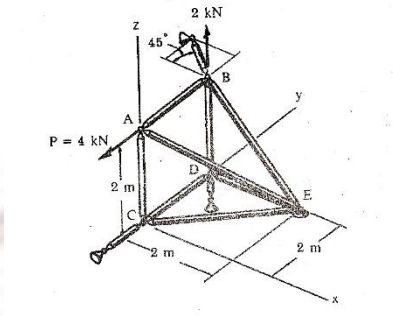
3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่าง 1 จงหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน 3 มิติ และแสดงว่ารับแรงดึงหรือแรงอัด



วิธีทำ 1. พิจารณาข้อต่อ

- พิจารณาข้อต่อ A พบว่ามีแรงที่รู้ค่า 1 แรง และแรงที่ไม่รู้ค่า 3 แรง
- พิจารณาข้อต่อ B พบว่ามีแรงที่รู้ค่า 1 แรง และแรงที่ไม่รู้ค่า 4 แรง
- พิจารณาข้อต่อ C, D และ E พบว่าไม่มีแรงที่รู้ค่าเลย

2. พิจารณาข้อต่อ A จากผังวัตถุอิสระ

$$P = -4 \text{ kN}$$

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

$$F_{AC} = -F_{CA}$$

$$F_{AE} = F_{AE} \left(\frac{2}{3.464} \right) + F_{AE} \left(\frac{2}{3.464} \right) + F_{AE} \left(\frac{2}{3.464} \right)$$

$$\sum F_x = 0; 0.577 F_{AE} + 0.577 F_{AE} - 0.577 F_{AE_z} = 0$$

$$\sum F_y = 0; F_{AB} + 0.577 F_{AE} - 4 = 0$$

$$\sum F_z = 0; -F_{AC} - 0.577 F_{AE} = 0$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โครงสร้าง

หน่วยที่

5

สอนครั้งที่

11

ชั่วโมงรวม

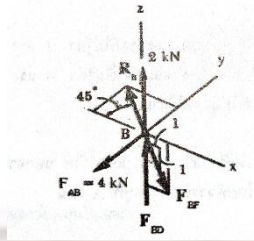
3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ดังนั้น 3. พิจารณาข้อต่อ B จากผังวัตถุอิสระ



เมื่อข้อต่อ B อยู่ในสภาวะสมดุล

$$\sum F_x = 0 ; F_{BE} \left(\frac{2}{2.828} \right) - R_B \cos 45^\circ = 0$$

$$0.707 F_{BE} - R_B \cos 45^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 ; R_B \cos 45^\circ - F_{AB} = 0$$

$$R_B \cos 45^\circ - 4 = 0$$

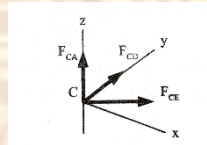
$$\sum F_z = 0 ; 2 - F_{BD} - F_{BE} \left(\frac{2}{2.828} \right) = 0$$

ดังนั้น $R_B = 5.657 \text{ kN}$ (แรงดึง)

$$F_{BE} = 5.657 \text{ kN} \quad (\text{แรงดึง})$$

$$F_{BD} = 2 \text{ kN} \quad (\text{แรงอัด})$$

4. พิจารณาข้อต่อ C จากผังวัตถุอิสระ



จากผังวัตถุอิสระ เมื่อข้อต่อ C ไม่มีแรงภายนอกในแนวแกน x มากระทำ ดังนั้น

$$F_{BD} = F_{CE} = 0$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โครงสร้าง

หน่วยที่

5

สอนครั้งที่

11

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้าง
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โครงสร้าง
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้าง
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 11
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง โครงสร้าง

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง โครงสร้าง

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 11
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 11 เรื่อง โครงสร้าง
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 11
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 11
		ชั่วโมงรวม 3
แบบฝึกหัดที่ 11 โครงสร้าง		จำนวนชั่วโมง 3

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ - เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติดีปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 12
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สารสำคัญ

โครงสร้าง ถือเป็นหัวข้อที่สำคัญมากอีกหัวข้อหนึ่งในวิชากลศาสตร์วิศวกรรม เพราะโครงสร้างในทางวิศวกรรมคือระบบของชิ้นส่วนหลายๆชิ้นเพื่อทำหน้าที่รับหรือส่งถ่ายแรง ซึ่งถ้าผู้เรียนเข้าใจหลักองโครงสร้างแล้วก็จะทำให้การดำเนินงานในขั้นต่อไปเป็นไปด้วยความรวดเร็ว

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 อธิบายเกี่ยวกับโครงกรอบและชิ้นส่วนเครื่องจักรกลได้อย่างถูกต้อง

2.2 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 อธิบายโครงกรอบและชิ้นส่วนเครื่องจักรกลได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 ค้นหาโครงกรอบและชิ้นส่วนเครื่องจักรกลได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 12
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

5.5 โครงกรอบและชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

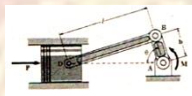
โครงกรอบและชิ้นส่วนเครื่องจักรกล หมายถึง โครงสร้างที่ประกอบ ด้วยชิ้นส่วนหลายๆชิ้น โดยชิ้นส่วนที่ต่อเข้าด้วยกันจะเป็นแบบหมุด ซึ่งในหนึ่งชิ้นส่วนอาจรับ 3 แรงหรือมากกว่า 3 แรงขึ้นไป

ความแตกต่างระหว่างโครงกรอบและชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

- โครงกรอบ (Frames) จะเป็นโครงสร้างที่ออกแบบให้รับแรง ปกติจะเป็นโครงสร้างที่อยู่หนึ่ง



- ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machines) เป็นโครงสร้างที่ชิ้นส่วนบางอันเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลจึงออกแบบให้มีการส่งถ่ายแรงหรือคู่ควบ



การวิเคราะห์โครงกรอบและชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

การวิเคราะห์โครงกรอบและชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เป็นการหาแรงภายในที่กระทำใน แต่ละชิ้นส่วน โดยหลักการทั่วไปในการวิเคราะห์มีดังนี้

1. ให้พิจารณาผังวัตถุอิสระของวัตถุทั้งหมด หรือของส่วนใดส่วนหนึ่งที่เห็นว่าเหมาะสม โดยในการกำหนดแรงต่าง ๆ ลงในผังวัตถุอิสระ ให้ยึดกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ซึ่ง กล่าวถึงแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาเป็นหลัก

2. สมการของการสมดุลที่ใช้ คือ $\sum F=0$ และ $\sum M=0$

3. ให้พิจารณาคูณสมบัติของชิ้นส่วน 2 แรง (Two-Force Members) เพื่อนำมาช่วย ในการคำนวณ เนื่องจากบางปัญหาหากไม่ใช้คุณสมบัติของชิ้นส่วน 2 แรงมาช่วยในการคำนวณ เรา จะไม่สามารถแก้ปัญหาได้



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โครงสร้าง

หน่วยที่
5

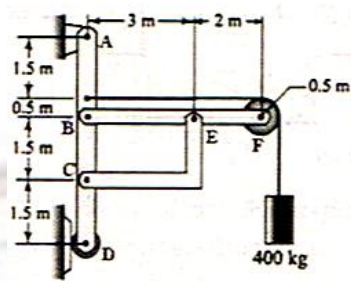
สอนครั้งที่
12

ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่าง 1 โครงกรอบรับภาระ 400 kN จงคำนวณหาแรงย่อยในแนวนราบและแนวดิ่งของแรงต่างๆ ที่กระทำต่อชิ้นส่วน (ไม่รวมน้ำหนักของชิ้นส่วน)



วิธีทำ 1. เขียนผังวัตถุอิสระของโครงกรอบ และหาแรงปฏิกิริยาที่จุดยึดต่างๆ

- แรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ

$$\sum M_A = 0; (400(9.81))(5.5) - D_x(5) = 0$$

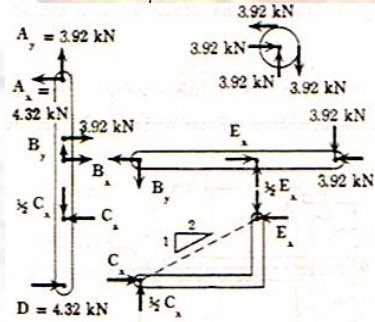
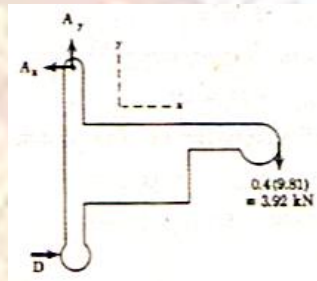
$$D_x = 4.32 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0; D_x - A_x = 0$$

$$A_x = 4.32 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0; A_y - (400)(9.81) = 0$$

2. พิจารณาผังวัตถุอิสระของแต่ละชิ้นส่วน



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โครงสร้าง

หน่วยที่

5

สอนครั้งที่

12

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

- หาแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ B,C ในแนวแกน x

$$\sum M_C = 0 ;$$

$$(3.924)(2) + (B_x)(1.5) - (4.32)(3.5)$$

$$- (4.32)(1.5) = 0$$

$$B_x = 9.16 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0 ;$$

$$9.16 + 3.92 + 4.32 - 4.32 - C_x = 0$$

- หาแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ E จะได้ $C_x = 13.08 \text{ kN}$

$$\sum F_x = 0 ; \quad E_x - 9.16 - 3.92 = 0$$

$$E_x = 13.08 \text{ kN}$$

- หาแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับของชิ้นส่วน CE ที่จุด C และ E จะได้

$$\sum M_C = 0 ;$$

$$M_{Ex} + M_{Ey} = 0$$

$$- (13.08)(1.5) + (E_y)(3) = 0$$

$$E_y = 6.54 \text{ kN}$$

$$\sum M_E = 0 ;$$

$$M_{Cx} + M_{Cy} = 0$$

$$- (13.08)(1.5) + (C_y)(3) = 0$$

- หาแรงปฏิกิริยาที่จุด B_y จะได้ $C_y = 6.54 \text{ kN}$

$$\sum F_y = 0 ; \quad 6.54 - 3.924 - B_y = 0$$

$$B_y = 2.616 \text{ kN}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โครงสร้าง

หน่วยที่
5

สอนครั้งที่
12

ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้าง
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โครงสร้าง
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้าง
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 12
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง โครงสร้าง

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง โครงสร้าง

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 12
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 12 เรื่อง โครงสร้าง
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 12
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	สอนครั้งที่ 12
		ชั่วโมงรวม 3
	แบบฝึกหัดที่ 12 โครงสร้าง	จำนวนชั่วโมง 3

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ - เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติดีปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	สอนครั้งที่ 13
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สาระสำคัญ

แรงกระจายคือแรงที่กระทำกันระหว่างวัตถุและแรงนั้นจะกระจายไปบนพื้นผิวที่สัมผัส

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงกระจาย

2.2 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 อธิบายคำจำกัดความของแรงกระจายได้ถูกต้อง

3.1.2 จำแนกประเภทของแรงกระจายได้ถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 คำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้น
อบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความ
ซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แรงกระจาย

หน่วยที่

6

สอนครั้งที่

13

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

6.1 คำจำกัดความของแรงกระจาย

เมื่อวัตถุสัมผัสกัน แรงที่กระทำระหว่างวัตถุจะเป็นแรงกระจายบนพื้นผิวที่สัมผัสกัน แต่หากผิวสัมผัสนั้นมีขนาดเล็กมากเราสามารถกำหนดให้เป็นแรงกระทำเป็นจุดได้ เช่น

แรงที่กระทำกับลูกบอลเหล็กในตลับลูกปืน ซึ่งกระจายบนผิวหน้าสัมผัสความกว้างของพื้นผิวที่สัมผัสจะมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับวัตถุอื่นๆ ที่เราพิจารณา ดังนั้นเราจึงสมมติว่าแรงที่กระทำมีค่าเท่ากับแรงลัพธ์ R

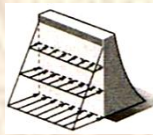
6.2 ประเภทของแรงกระจาย

ลักษณะของแรงกระจายอาจสม่ำเสมอ หรืออาจไม่สม่ำเสมอก็ได้ และโดยทั่วไปแรงกระจายสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1. **แรงกระจายตามเส้น** เป็นแรงที่กระทำตลอดแนวเส้น เช่น สายเคเบิลของสะพานแขวน

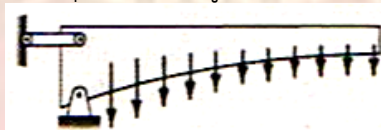
สายเคเบิลรับแรงกระจายในแนว W ที่เป็นผลมาจากน้ำหนักของวัตถุที่แขวนตลอดความยาว มีหน่วยเป็นนิวตันต่อความยาว (N/m)

2. **แรงกระจายบนพื้นที่** เป็นแรงที่กระทำกระจายทั่วพื้นที่ที่กระทำ เช่น น้ำหนักของรถบนลานจอดรถ แรงดันก๊าซในถังกระทำต่อพื้นที่ด้านใน และแรงดันน้ำกระทำต่อพื้นที่หน้าเขื่อน



แรงกระจายบนพื้นที่นี้มีหน่วยเป็นนิวตันต่อพื้นที่ (N/m^2)

3. **แรงกระจายบนปริมาตร** เป็นแรงที่กระทำกระจายบนเนื้อ(ปริมาตร) ของวัตถุ เช่น แรงดึงดูดของโลกที่มีต่อวัตถุ หรือแรงเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุที่กระจายอยู่ทั่วทั้งปริมาตร



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	สอนครั้งที่ 13
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

แรงเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุที่กระจายบนคาน เรียกว่า น้ำหนักจำเพาะ ซึ่งหาได้จากสมการ ρg เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่น (kg/m^3) และ g คือ แรงดึงดูดของโลกที่มีต่อวัตถุ (m/s^2) ดังนั้น แรงกระจายบนปริมาตร มีหน่วยเป็น N/m^3

6.3 จุดศูนย์กลางถ่วง (Central of Gravity)

จุดศูนย์กลางถ่วง คือ จุดที่มวลทั้งหมดของวัตถุรูปทรงใดๆ ถูกดึงดูดด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก เสมือนว่ามวลทั้งหมดของวัตถุรวมอยู่ ณ จุดเดียว ไม่ว่าวัตถุนั้นจะวางอยู่ในลักษณะใด ซึ่งเรียกย่อๆ ว่าจุด C.G.

ในการคำนวณสามารถหาได้จากสมการ

$$\bar{x} = \frac{\sum(W \cdot x)}{\sum W}, \bar{y} = \frac{\sum(W \cdot y)}{\sum W}, \bar{z} = \frac{\sum(W \cdot z)}{\sum W}$$

เมื่อ $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ คือ ตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วงของพื้นที่ W
 (x, y, z) คือ ระยะห่างจากแนวแกน x, y, z ถึงจุดศูนย์กลางถ่วงของพื้นที่
 W คือ น้ำหนักของวัตถุ ($W = mg$)

6.4 จุดศูนย์กลางมวล (Center of Mass)

จุดศูนย์กลางมวล คือ จุดที่เป็นเสมือนว่ามวลทั้งหมดของวัตถุรวมอยู่จุดเดียวกัน เมื่อวัตถุนั้นปราศจากแรงดึงดูดของโลก ซึ่งเรียกย่อๆ ว่าจุด C.M.

ในการคำนวณสามารถหาได้จากสมการ

$$\bar{x} = \frac{\sum(m \cdot x)}{\sum m}, \bar{y} = \frac{\sum(m \cdot y)}{\sum m}, \bar{z} = \frac{\sum(m \cdot z)}{\sum m}$$

เมื่อ $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ คือ ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของมวล m
 (x, y, z) คือ ระยะห่างจากแนวแกน
 x, y, z ถึงจุดศูนย์กลางมวล
 m คือ น้ำหนักของวัตถุ ($m = \rho V$)



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แรงกระจาย

หน่วยที่

6

สอนครั้งที่

13

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

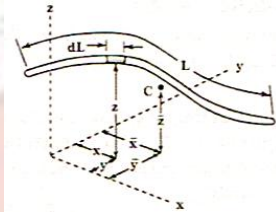
6.5 จุดเซนทรอยด์ (Centriud)

จุดเซนทรอยด์ คือ จุดศูนย์กลางของรูปทรงเรขาคณิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ จุดเซนทรอยด์ของเส้น, พื้นที่ และปริมาตร

ในกรณีที่วัตถุมีความหนาแน่นของวัสดุสม่ำเสมอ จุดเซนทรอยด์นี้จะเป็นจุดเดียวกันกับจุดศูนย์กลางมวล และจุดศูนย์กลาง

จุดเซนทรอยด์ของเส้น (Centriud of Lines)

- จุดเซนทรอยด์ของเส้น (Centriud of Lines)



ในการคำนวณสามารถหาได้จากสมการ

เมื่อ $\bar{x} = \frac{\sum(L \cdot x)}{\sum L}$, $\bar{y} = \frac{\sum(L \cdot y)}{\sum L}$, $\bar{z} = \frac{\sum(L \cdot z)}{\sum L}$ คือ ตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของเส้นความยาว L
 (x, y, z) คือ ระยะห่างจากแนวแกน x, y, z ถึงจุดเซนทรอยด์ของเส้นความยาว L
 L คือ ความยาวเส้นของวัตถุ



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แร่กระจาย

หน่วยที่

6

สอนครั้งที่

13

ชั่วโมงรวม

3

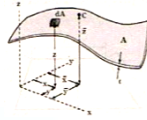
จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

จุดเซนทรอยด์ของพื้นที่ (Centriud of Areas)

- จุดเซนทรอยด์ของพื้นที่ (Centriud of Areas)



ในการคำนวณสามารถหาได้จากสมการ

$$\bar{x} = \frac{\sum(A \cdot x)}{\sum A}, \bar{y} = \frac{\sum(A \cdot y)}{\sum A}, \bar{z} = \frac{\sum(A \cdot z)}{\sum A}$$

เมื่อ $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ คือ ตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่

(x, y, z) คือ ระยะห่างจากแนวแกน x, y, z ถึงจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่

A คือ พื้นที่ของวัตถุ

จุดเซนทรอยด์ของปริมาตร (Centriud of Volumes)

ในการคำนวณสามารถหาได้จากสมการ

$$\bar{x} = \frac{\sum(V \cdot x)}{\sum V}, \bar{y} = \frac{\sum(V \cdot y)}{\sum V}, \bar{z} = \frac{\sum(V \cdot z)}{\sum V}$$

เมื่อ $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ คือ ตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของปริมาตรของวัตถุ

(x, y, z) คือ ระยะห่างจากแนวแกน x, y, z ถึงจุดเซนทรอยด์ของปริมาตรของวัตถุ

V คือ ปริมาตรของวัตถุ



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยที่

6

สอนครั้งที่

13

ชื่อหน่วย แร่กระจาย

ชั่วโมงรวม

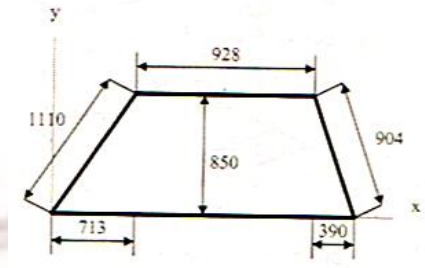
3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่าง 1 จากรูปจงหาจุดเซนทรอยด์ของเส้นรอบแกน x และ y



วิธีทำ - จุดเซนทรอยด์รอบแกน x

$$\bar{x} = \frac{\sum x \cdot L}{\sum L}$$

$$\left(\frac{713}{2} \right) (1,110) + \left(713 + \frac{928}{2} \right) (928) +$$

$$\bar{x} = \frac{\left(713 + 928 + \frac{309}{2} \right) (904) + \left(\frac{1,950}{2} \right) (1,950)}{1,110 + 928 + 904 + 1,950}$$

- จุดเซนทรอยด์รอบแกน y

$$\bar{y} = \frac{\sum y \cdot L}{\sum L}$$

$$\left(\frac{850}{2} \right) (1,110) + (850) (928) +$$

$$\bar{y} = \frac{\left(\frac{850}{2} \right) (904) + (0) (1,950)}{1,110 + 928 + 904 + 1,950}$$

$$\bar{y} = 336.21 \text{ mm}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แรงกระจาย

หน่วยที่

6

สอนครั้งที่

13

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง แรงกระจาย
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง แรงกระจาย
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้าง
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	สอนครั้งที่ 13
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง แรงกระจาย

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง แรงกระจาย

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	สอนครั้งที่ 13
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 13 เรื่อง แรงกระจาย
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	สอนครั้งที่ 13
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แร่กระจาย

หน่วยที่
6

สอนครั้งที่
13

ชั่วโมงรวม
3

แบบฝึกหัดที่ 13 เรื่อง แร่กระจาย

จำนวนชั่วโมง
3

The diagram shows a stepped cantilever beam fixed at the left end. The beam has a total length of 240 mm along the x-axis. It consists of two parts: a rectangular section of length 80 mm and height 240 mm, and a smaller rectangular section of length 160 mm (240 mm - 80 mm) and height 80 mm. The coordinate system is defined with the x-axis along the beam's length, the y-axis vertically upwards, and the z-axis pointing out of the page. The dimensions are labeled as follows: 240 mm for the total height and the first section's height, 80 mm for the first section's width, 40 mm for the second section's width, and 80 mm for the second section's height.

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ - เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติดีปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	สอนครั้งที่ 14
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สารสำคัญ

แรงกระจายคือแรงที่กระทำกันระหว่างวัตถุและแรงนั้นจะกระจายไปบนพื้นผิวที่สัมผัส

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงกระจาย

2.2 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 อธิบายเกี่ยวกับจุดศูนย์กลางมวลและจุดเซนทรอยด์ของวัตถุผสมและรูปผสมได้ถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 คำนวณหาจุดศูนย์กลางมวลและจุดเซนทรอยด์ของวัตถุผสมและรูปผสมได้ถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	สอนครั้งที่ 14
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

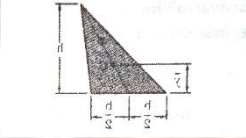
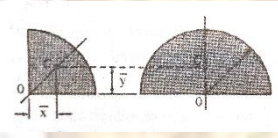
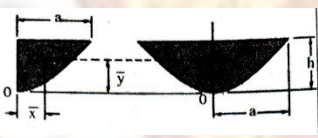
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

6.6 จุดศูนย์กลางมวลและจุดเซนทรอยด์ของรูปผสม

การคำนวณหาจุดศูนย์กลางมวลและจุดเซนทรอยด์ของวัตถุผสมและรูปผสมมีขั้นตอน ดังนี้

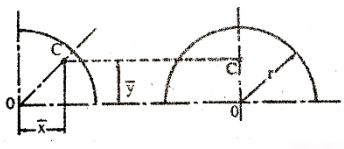
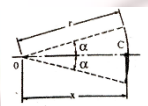
1. แบ่งวัตถุออกเป็นส่วนๆ ให้เป็นรูปทรงมาตรฐาน
2. หาขนาดพื้นที่ ปริมาตร หรือมวลของแต่ละชิ้นส่วน
3. หาระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวลและจุดเซนทรอยด์ของแต่ละชิ้นส่วนจนถึงแนวแกน x แนวแกน y และ/หรือ z

4. หาจุดศูนย์กลางมวลและจุดเซนทรอยด์รวมของวัตถุ ที่อยู่ห่างจากแนวแกน x และแนวแกน y และ/หรือ แนวแกน z

รูปทรงและมิติ	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	พื้นที่
		$\frac{h}{3}$	$\frac{bh}{2}$
	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi r^2}{4}$
	0	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi r^2}{2}$
	$\frac{3a}{8}$	$\frac{3h}{5}$	$\frac{2ah}{3}$
	0	$\frac{3h}{5}$	$\frac{4ah}{3}$

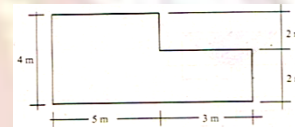
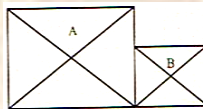
	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง		หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย		สอนครั้งที่ 14
			ชั่วโมงรวม 3
			จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

รูปทรงและมิติ	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	พื้นที่
	$\frac{2r}{\pi}$	$\frac{2r}{\pi}$	$\frac{\pi r^2}{2}$
	0	$\frac{3h}{5}$	$\frac{4ah}{3}$
	$\frac{r \sin \alpha}{\alpha}$	0	$2\alpha r^2$

ตัวอย่าง 1 จงหาจุดเซนทรอยด์ของแผ่นโลหะที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ

วิธีทำ 1. แบ่งรูปออกเป็นส่วนย่อยๆ



2. หาขนาดของพื้นที่แต่ละส่วน

$$\text{พื้นที่ A} = 4 \times 5 = 20 \text{ m}^2$$

$$\text{พื้นที่ B} = 2 \times 3 = 6 \text{ m}^2$$

3. หาจุดระยะ CG ของแต่ละส่วนในแนวแกน x และ y

$$\text{ระยะ } CG_a \text{ จากแกน } x = 2.5 \text{ m}$$

$$\text{ระยะ } CG_a \text{ จากแกน } y = 2 \text{ m}$$

$$\text{ระยะ } CG_b \text{ จากแกน } x = 6.5 \text{ m}$$

$$\text{ระยะ } CG_b \text{ จากแกน } y = 1 \text{ m}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แรงกระจาย

หน่วยที่

6

สอนครั้งที่

14

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. หาดำแหน่ง CG ของวัตถุในแนวแกน x และ y

- CG ในแนวแกน x

$$\bar{x} = \frac{\sum(A \cdot x)}{\sum A}$$

$$\bar{x} = \frac{(20 \times 2.5) + (6 \times 6.5)}{20 + 6}$$

$\bar{x} = 3.42 \text{ m}$
CG ในแนวแกน y

$$\bar{y} = \frac{\sum(A \cdot y)}{\sum A}$$

$$\bar{y} = \frac{(20 \times 2) + (6 \times 1)}{20 + 6}$$

$\bar{y} = 1.77 \text{ m}$
จุดเซนทรอยด์ของแผ่นโลหะห่างจากแกน $\bar{x} = 3.42 \text{ m}$ และห่างจากแกน $\bar{y} = 1.77 \text{ m}$

6.7 จุดศูนย์กลางมวลและจุดเซนทรอยด์ของวัตถุผสม

รูปทรงและมิติ	$\bar{X}$	พื้นที่
	$\frac{3a}{8}$	$\frac{2}{3}\pi a^2$
	$\frac{3h}{8}$	$\frac{2}{3}\pi a^2 h$
	$\frac{h}{3}$	$\frac{1}{2}\pi a^2 h$
	$\frac{h}{4}$	$\frac{1}{3}\pi a^2 h$
	$\frac{h}{4}$	$\frac{1}{3}\pi a^2 h$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แรงกระจาย

หน่วยที่

6

สอนครั้งที่

14

ชั่วโมงรวม

3

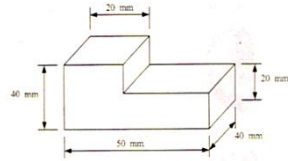
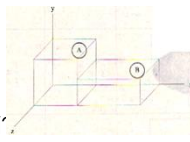
จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่าง 2 จงหาจุดศูนย์กลางถ่วงของวัตถุที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ

วิธีทำ 1. แบ่งรูปออกเป็นส่วย่อยๆ



2. หาขนาดปริมาตรของแต่ละส่ว

$$\text{ปริมาตร A} = 20 \times 40 \times 40 = 32000 \text{ m}^3$$

$$\text{ปริมาตร B} = 30 \times 40 \times 20 = 24000 \text{ m}^3$$

3. หาจุดศูนย์กลางถ่วงในแนวแกน x, y และ z

ชั้นที่ A

$$\text{ระยะ } CG_A \text{ จากแกน } x = \frac{20}{2} = 10 \text{ m}$$

$$\text{ระยะ } CG_A \text{ จากแกน } y = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

$$\text{ระยะ } CG_A \text{ จากแกน } z = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

ชั้นที่ B

$$\text{ระยะ } CG_B \text{ จากแกน } x = 20 + \frac{30}{2} = 35 \text{ m}$$

$$\text{ระยะ } CG_B \text{ จากแกน } y = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

$$\text{ระยะ } CG_B \text{ จากแกน } z = \frac{20}{2} = 10 \text{ m}$$

4. หาค่าแห่ง CG ของวัตถุในแนวแกน x, y และ z

$$\begin{aligned} \text{- CG ในแนวแกน } x \quad \bar{x} &= \frac{\sum (V \cdot x)}{\sum V} \\ \bar{x} &= \frac{(32000 \times 10) + (24000 \times 35)}{(32000 + 24000)} \\ \bar{x} &= 20.7143 \text{ m} \end{aligned}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แรงกระจาย

หน่วยที่

6

สอนครั้งที่

14

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

- CG ในแนวแกน y

$$\bar{y} = \frac{\sum(V \cdot y)}{\sum V}$$

$$\bar{y} = \frac{(32000 \times 20) + (24000 \times 10)}{(32000 + 24000)}$$

$$\bar{y} = 15.7143 \text{ m}$$

- CG ในแนวแกน z

$$\bar{z} = \frac{\sum(V \cdot z)}{\sum V}$$

$$\bar{z} = \frac{(32000 \times 20) + (24000 \times 20)}{(32000 + 24000)}$$

$$\bar{z} = 20 \text{ m}$$

∴ จุดศูนย์กลางของวัตถุจะมีจุดศูนย์กลางอยู่ห่างจากแกน $\bar{x} = 20.7143 \text{ m}$ $\bar{y} = 15.7143 \text{ m}$

และ $\bar{z} = 20 \text{ m}$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แรงกระจาย

หน่วยที่

6

สอนครั้งที่

14

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง แรงกระจาย
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง แรงกระจาย
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง แรงกระจาย
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	สอนครั้งที่ 14
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง แรงกระจาย

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง แรงกระจาย

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	สอนครั้งที่ 14
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 14 เรื่อง แรงกระจาย
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	สอนครั้งที่ 14
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

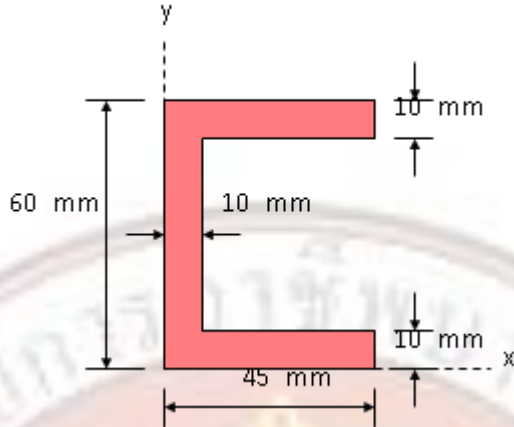
.....

.....

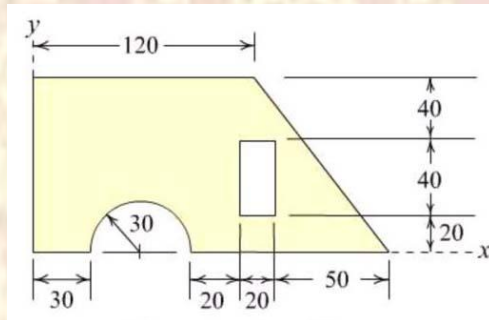
.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	สอนครั้งที่ 14
		ชั่วโมงรวม 3
แบบฝึกหัดที่ 14 แรงกระจาย		จำนวนชั่วโมง 3

1. จงหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่รูปผสมในรูป (หน่วยเป็น mm)



2. จงหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่รูปผสมในรูป (หน่วยเป็น mm)



ครั้งที่.....

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงปร

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ - เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติดีปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สารสำคัญ

โมเมนต์ความเฉื่อย คือ ปริมาณที่ใช้วัดความต้านทานความเฉื่อยของวัตถุมาจากการหมุนของวัตถุนั้น รอบแกนหมุนหรือแกนอ้างอิง

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อย

2.2 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 อธิบายคำจำกัดความของโมเมนต์ความเฉื่อยได้ถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงมาตรฐานได้ถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยที่
7

ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย

สอนครั้งที่
15

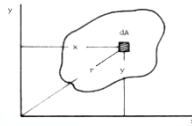
ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of Inertia)

โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่



โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ราบ ที่เกิดขึ้นรอบแกนใดๆ หมายถึง ผลรวมของผลคูณของพื้นที่นั้น และ ระยะทางตั้งฉากจากพื้นที่นั้นถึงแกนที่พิจารณากำลังสอง

พิจารณารูปที่ 1 จะหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รอบแกนต่าง ๆ ได้ดังนี้

โมเมนต์รอบแกน x $I_y = \int x^2 dA$ (1)

โมเมนต์รอบแกน y $I_x = \int y^2 dA$ (2)

โมเมนต์รอบแกน z $I_z = \int r^2 dA$ (3)

แต่ $z^2 = x^2 + y^2$

ดังนั้น

$$I_z = \int (x^2 + y^2) dA$$

$$I_z = \int x^2 dA + \int y^2 dA$$

$$I_z = I_y + I_x$$

I_z นี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โมเมนต์ความเฉื่อยโพล่า ใช้อักษรย่อ J

ดังนั้น

$$J = I_z = I_y + I_x$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย

หน่วยที่

7

สอนครั้งที่

15

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

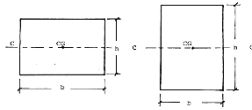
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

7.2 โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รูปทรงมาตรฐาน

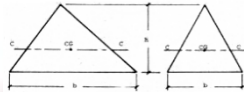
จากคำจำกัดความของโมเมนต์ความเฉื่อยในข้างต้น สามารถคำนวณเป็นสูตรของโมเมนต์ความเฉื่อยรูปทรงต่างๆ ที่เป็นรูปทรงมาตรฐาน โดยพิจารณาขอบเขตที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ ได้ดังนี้

1. โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า



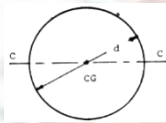
$$I_c = \frac{bh^3}{12} \quad y_c = \frac{h}{2}$$

2. โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่สามเหลี่ยม



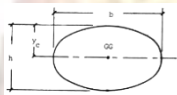
$$I_c = \frac{bh^3}{36} \quad y_c = \frac{h}{3}$$

3. โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่วงกลม



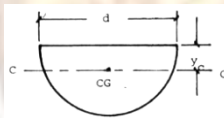
$$I_c = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi r^4}{4} \quad y_c = \frac{d}{2}$$

4. โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่วงรี



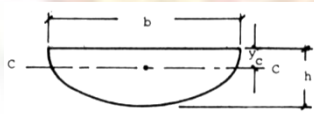
$$I_c = \frac{\pi b h^3}{64} \quad y_c = \frac{h}{2}$$

5. โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ครึ่งวงกลม



$$I_c = \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) r^4 \quad y_c = \frac{4r}{3\pi}$$

6. โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ครึ่งวงรี



$$I_c = \left(\frac{\pi}{18} - \frac{2}{9\pi} \right) b h^3 \quad y_c = \frac{4h}{3\pi}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย

หน่วยที่

7

สอนครั้งที่

15

ชั่วโมงรวม

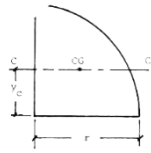
3

จำนวนชั่วโมง

3

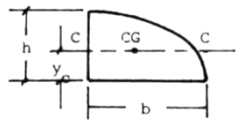
4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

7. โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่เสี้ยววงกลม



$$I_c = \left(\frac{\pi}{16} - \frac{4}{9\pi} \right) r^4 \quad y_c = \frac{4r}{3\pi}$$

8. โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่เสี้ยววงรี



$$I_c = \left(\frac{\pi}{16} - \frac{4}{9\pi} \right) bh^3 \quad y_c = \frac{4h}{3\pi}$$

ตัวอย่าง 1 จงหาโมเมนต์ความเฉื่อย I_x , I_y และ J ของรูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาด ดังรูป
วิธีทำ

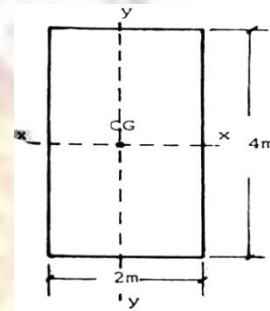
เมื่อ $b = 2 \text{ m}$, $h = 4 \text{ m}$

แทนค่า $I_x = \frac{(2)(4)^3}{12} = 10.66 \text{ m}^4$

เมื่อ $b = 4 \text{ m}$, $h = 2 \text{ m}$

แทนค่า $I_y = \frac{(4)(2)^3}{12} = 2.66 \text{ m}^4$

$$J = I_z = I_x + I_y = 10.66 + 2.66 = 13.32 \text{ m}^4$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย

หน่วยที่

7

สอนครั้งที่

15

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 15 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรูปรูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย	สอนครั้งที่ 15
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย

หน่วยที่
7

สอนครั้งที่
15

ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ - เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติดีปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สาระสำคัญ

โมเมนต์ความเฉื่อย คือ ปริมาณที่วัดความต้านทานความเฉื่อยของวัตถุมาจากการหมุนของวัตถุนั้น รอบแกนหมุนหรือแกนอ้างอิง

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อย

2.2 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 อธิบายโมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงผสมได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 คำนวณการย้ายโมเมนต์ได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยที่
7

ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย

สอนครั้งที่
16

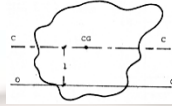
ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

7.3 การย้ายโมเมนต์ความเฉื่อย

ในการนำค่าของโมเมนต์ความเฉื่อยไปใช้งานบางครั้งจำเป็นต้องมีการพิจารณาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ที่เป็นโมเมนต์ที่หมุนรอบแกนอื่นซึ่งขนานกับแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลาง ซึ่งมีวิธีการคำนวณสามารถทำได้ดังต่อไปนี้



กำหนดให้

CC = แกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางของพื้นที่หนึ่ง

OO = แกนๆ หนึ่งซึ่งขนานกับ CC

L = ระยะตั้งฉากระหว่างแกน CC และ OO

I_c = โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน CC

I_o = โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน OO

A = พื้นที่ของรูปที่พิจารณาโมเมนต์ความเฉื่อย

ตัวอย่าง 1 จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบฐานของพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 3 เมตร สูง 4 เมตร

วิธีทำ $I_c = \frac{bh^3}{12}$

เมื่อ $b = 3 \text{ m}$, $h = 4 \text{ m}$

แทนค่า $I_c = \frac{(3)(4)^3}{12} = 16 \text{ m}^4$

แต่ $I_o = I_c + I^2 A$

เมื่อ $I = \frac{4}{2} = 2 \text{ m}$ $A = 4 \times 3 = 12 \text{ m}^2$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย

หน่วยที่

7

สอนครั้งที่

16

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

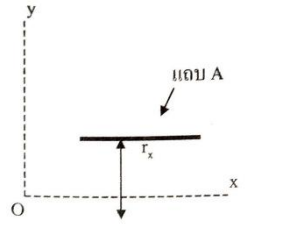
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

7.4 รัศมีไจเรชั่น

รัศมีไจเรชั่น คือ ระหว่างแนวแกนพิจารณา ถึงแนวของพื้นที่พิจารณาที่มีความหนาแน่นมากจนมีลักษณะเป็นแกน

รัศมีไจเรชั่น สามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบมิติด้านข้างของพื้นที่ที่มีรูปร่างไม่เหมือนกัน เช่น ในการพิจารณาเสาสั้น – เสายาว เป็นต้น



จะได้ว่า

$$I_x = A \times r_x^2$$

$$r_x^2 = \frac{I_x}{A}$$

หรืออาจกล่าวได้ว่า

- รัศมีไจเรชั่นในแนวแกน x คือ

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

- รัศมีไจเรชั่นในแนวแกน y คือ

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

- รัศมีไจเรชั่นในแนวแกน z หรือจุด O (ซึ่งตั้งฉากกับพื้นที่) คือ

$$r_z = \sqrt{\frac{J_o}{A}} = \sqrt{r_x^2 + r_y^2}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย

หน่วยที่

7

สอนครั้งที่

16

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

7.5 โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รูปผสม

โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รูปต่างๆ ที่ประกอบด้วยพื้นที่พื้นฐาน คือ สี่เหลี่ยมผืนผ้า, สามเหลี่ยม, วงกลม, ครึ่งวงกลม, วงรี และครึ่งวงรี มีวิธีการหาค่าคลึงกับการหาจุดศูนย์กลางถ่วงของรูปต่างๆ โดยมีหลักการดังนี้

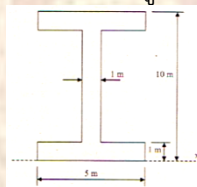
1. แบ่งพื้นที่ให้มีพื้นที่ตรงตามรูปทรงมาตรฐาน
2. หาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ย่อยที่แบ่งออกมา
3. ย้ายแกนของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่แต่ละรูปไปยังแกนที่เป็นหลัก
4. หาผลรวมของโมเมนต์ความเฉื่อยแต่ละรูปที่ทำการย้ายแกนแล้วตามเครื่องหมาย ดังสมการต่อไปนี้

$$I_x = \sum_{i=1}^n (I_{xc} + A d^2) i$$

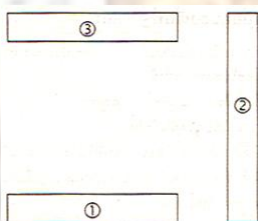
$$I_y = \sum_{i=1}^n (I_{yc} + A d^2) i$$

$$J = \sum_{i=1}^n (J_c + A p^2)$$

ตัวอย่าง 2 จงคำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ในรูปประกอบที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ c ของพื้นที่



วิธีทำ 1. แบ่งพื้นที่ให้มีพื้นที่ตรงตามรูปทรงมาตรฐาน ดังนี้



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย

หน่วยที่
7

สอนครั้งที่
16

ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

2. หาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ย่อยที่แบ่งออกมา

$$I_{xc}(1) = \frac{bh^3}{12} = \frac{(5)(1)^3}{12} = 0.42 \text{ mm}^4$$

$$I_{xc}(2) = \frac{bh^3}{12} = \frac{(1)(8)^3}{12} = 42.6 \text{ mm}^4$$

$$I_{xc}(3) = 0.42 \text{ mm}^4$$

3. ย้ายแกนของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่แต่ละรูปไปยังแกนพิจารณา

$$- I_{x'}(1) = I_{xc} + Ad^2$$

$$A = 5 \times 1 = 5 \text{ mm}^2$$

$$d = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ mm}$$

$$I_{x'}(1) = 0.42 + (5 \times 0.5^2) = 1.67 \text{ mm}^4$$

$$- I_{x'}(2) = I_{xc} + Ad^2$$

$$A = 1 \times 8 = 8 \text{ mm}^2$$

$$d = 1 + \frac{8}{2} = 5 \text{ mm}$$

$$I_{x'}(2) = 42.6 + (8 \times 5^2) = 242.8 \text{ mm}^4$$

$$- I_{x'}(3) = I_{xc} + Ad^2$$

$$A = 5 \times 1 = 5 \text{ mm}^2$$

$$d = 9 + \frac{1}{2} = 9.5 \text{ mm}$$

4. หาผลรวมของโมเมนต์ความเฉื่อยแต่ละรูปที่ทำการย้ายแกนแล้วตามเครื่องหมาย

$$I_{x'}(3) = I_{x'}(1) + I_{x'}(2) + I_{x'}(3)$$

$$= 1.67 + 242.8 + 0.42 = 451.67 \text{ mm}^4$$

$$I_{x'} = 696.14 \text{ mm}^4$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยที่

7

สอนครั้งที่

16

ชั่วโมงรวม

3

จำนวนชั่วโมง

3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 16 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 7
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย	สอนครั้งที่ 16
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย

หน่วยที่
7

สอนครั้งที่
16

ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

1. จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รูปตัวที รอบจุดเซนทรอยด์ของรูป

2. จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รูปผสมรอบแกน

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ - เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติดีปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 8
	ชื่อหน่วย แรงเสียดทาน	สอนครั้งที่ 17
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

1. สารสำคัญ

แรงเสียดทาน คือ แรงต้านทานที่เกิดจากการเสียดสีระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ 2 ชิ้น ซึ่งวัตถุนั้นอาจจะเป็นการเสียดสีของผิวของแข็งกับผิวของแข็ง หรือเกิดจากผิวของแข็งเสียดสีกับผิวของเหลวก็ได้

2. สมรรถนะประจำหน่วย

2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงเสียดทาน

2.2 แสดงพฤติกรรมในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ประณีตรอบคอบปลอดภัยปฏิบัติงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 อธิบายนิยามและประเภทของแรงเสียดทานได้อย่างถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะ

3.2.1 คำนวณเกี่ยวกับแรงเสียดทานได้อย่างถูกต้อง

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคี มีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์ มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แรงเสียดทาน

หน่วยที่
8

สอนครั้งที่
17

ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

8.1 นิยามและประเภทของแรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน (Friction force)

แรงเสียดทาน คือ ความต้านทานที่เกิดขึ้นจากการเสียดสีเมื่อสสารกำลังจะเคลื่อนที่หรือกำลังเคลื่อนที่ ซึ่งอาจจะเกิดจากผิวของแข็งเสียดสีกับผิวของแข็งหรือผิวของแข็งสัมผัสกับของเหลว แต่สำหรับในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแรงเสียดทานที่เกิดจากผิวของแข็งเสียดสีกับผิวของแข็ง ซึ่งความเสียดทานนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายชนิด เช่น

- ความเสียดทานแห้ง (Dry friction)
- ความเสียดทานต่อการกลิ้ง (Rolling resistance)

ความเสียดทานแห้งสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ

1. แรงเสียดทานสถิต (Static Friction) หมายถึง แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุ พยายามจะเคลื่อนที่ แต่ยังไม่ได้เริ่มเคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตจะมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุกำลังจะเริ่มเคลื่อนที่
2. แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic Friction) หมายถึง แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุมีการเคลื่อนที่ และแรงเสียดทานจลน์ของผิววัตถุคู่ใดจะค่าน้อยกว่า แรงเสียดทานสถิตของผิวคู่เดียวกันนั้นประมาณ 20 ถึง 40 %

8.2 คุณสมบัติของแรงเสียดทาน

1. แรงเสียดทานแปรผันตรงกับความดันที่ตั้งฉากกับพื้นผิวนั้น แต่จะเป็นอิสระต่อพื้นที่ผิวสัมผัส
2. อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงมีผลต่อคุณสมบัติของการเสียดทานไม่มากนัก
3. สำหรับการเคลื่อนที่ความเร็วต่ำ แรงเสียดทานจะเป็นอิสระต่อความเร็ว
4. สำหรับการเคลื่อนที่ความเร็วสูง แรงเสียดทานจะมีค่าน้อยลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น
5. แรงเสียดทานมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 8
	ชื่อหน่วย แรงเสียดทาน	สอนครั้งที่ 17
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

8.3 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานและมุมของแรงเสียดทาน

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\mu = \frac{F}{N}$$

เมื่อ μ = สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

F = แรงเสียดทาน

N = แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อวัตถุ ในทิศทางตั้งฉากกับผิวสัมผัสของแรงเสียดทาน

มุมของแรงเสียดทาน

$$\theta = \tan^{-1} \frac{F}{N}$$

แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ $F = W \sin \theta$

$$\mu = \tan \theta$$

แรงเสียดทานสถิตย์ สามารถเขียนได้ว่า

$$F_s = \mu_s N$$

เมื่อ μ_s = สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตย์ (coefficient of static friction)

แรงเสียดทานจลน์ สามารถเขียนได้ว่า

$$F_k = \mu_k N$$

เมื่อ μ_k = สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจลน์ (coefficient of kinetic friction)

ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตของวัตถุต่าง ๆ มีดังนี้

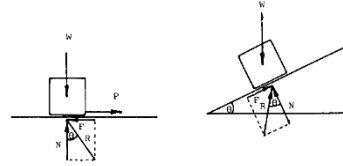
ไม้ สัมผัสกับ ไม้ เท่ากับ 0.30-0.70

โลหะ สัมผัสกับ โลหะเท่ากับ 0.15-0.30

ไม้ สัมผัสกับ โลหะเท่ากับ 0.20-0.60

หนัง สัมผัสกับ ไม้ เท่ากับ 0.25-0.50

หนัง สัมผัสกับ โลหะเท่ากับ 0.30-0.60



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แรงเสียดทาน

หน่วยที่

8

สอนครั้งที่

17

ชั่วโมงรวม

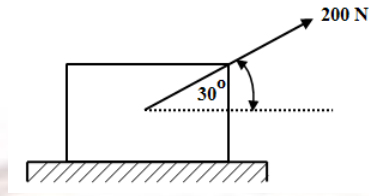
3

จำนวนชั่วโมง

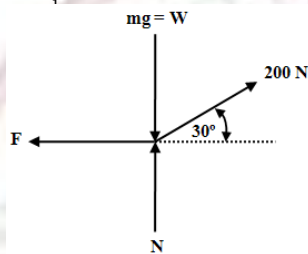
3

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

ตัวอย่าง 1 จากรูป ก้อนวัตถุ 100 kg วางบนพื้นราบมีแรง 200 N ดึงให้วัตถุนี้เริ่มเคลื่อนที่โดยทำมุมกับแนวราบ 30° จงคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างวัตถุกับพื้นราบ



วิธีทำ เขียนผังวัตถุอิสระของแรงได้ ดังนี้



ผลรวมของแรงในแนวแกน x

$$\therefore \text{แรงเสียดทาน } F = 200 \cos 30^\circ \quad \Sigma F_x = 0$$

$$F = 173.25 \text{ N}$$

ผลรวมของแรงในแนวแกน y $\Sigma F_y = 0$

$$\therefore \text{แรงปฏิกิริยา } N = (100)(9.81) - 200 \sin 30^\circ$$

$$= 881 \text{ N}$$

หาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

$$\mu_s = \frac{F}{N} = \frac{173.205}{881} = 0.197 \text{ N}$$



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ชื่อหน่วย แรงเสียดทาน

หน่วยที่
8

สอนครั้งที่
17

ชั่วโมงรวม
3

จำนวนชั่วโมง
3

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- ทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา
- ผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง แรงเสียดทาน
- แนะนำเกณฑ์การให้คะแนนการวัดประเมินผล
- ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนยกตัวอย่าง

5.2 การเรียนรู้

- เปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง แรงเสียดทาน
- อธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนและให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปราย
- ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

5.3 การสรุป

- ครูให้นักเรียนทำการทดสอบแบบทดสอบ เรื่อง แรงเสียดทาน
- เฉลยแบบทดสอบ
- ครูสรุปเนื้อหาที่เรียนวันนี้
- บันทึกผลการประเมิน

5.4 การวัดและประเมินผล

- แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 8
	ชื่อหน่วย แรงเสียดทาน	สอนครั้งที่ 17
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

6.สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

6.2 สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง (ถ้ามี)

6.4 อื่นๆ (ถ้ามี)

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- ใบความรู้ เรื่อง แรงเสียดทาน

- ใบมอบหมายงาน เรื่อง แรงเสียดทาน

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 8
	ชื่อหน่วย แรงเสียดทาน	สอนครั้งที่ 17
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- ใช้สมุดบันทึกเวลาเรียนฯ ขานชื่อผู้เรียนและตรวจการตรงต่อเวลา
- ใช้แบบสังเกตความพร้อมในการเรียน ประเมินความพร้อม เช่น มีหนังสือ สมุด ปากกา การแต่งกาย เป็นต้น

9.2 ขณะเรียน

- แบบฝึกหัดที่ 17 เรื่อง แรงเสียดทาน
- ใช้แบบสังเกตด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สังเกตการตอบคำถาม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ต่องานที่มอบหมาย การปฏิบัติงาน

9.3 หลังเรียน

- ภาคทฤษฎี แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน 50%

10. บันทึกหลังสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูป

.....

.....

.....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	หน่วยที่ 8
	ชื่อหน่วย แรงเสียดทาน	สอนครั้งที่ 17
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หน่วยที่
8

ชื่อหน่วย แรงเสียดทาน

สอนครั้งที่
17

ชั่วโมงรวม
3

แบบฝึกหัดที่ 17 เรื่องแรงเสียดทาน

จำนวนชั่วโมง
3

-
- A diagram showing a red rectangular block labeled "100 kg" on a blue inclined plane. The incline makes an angle of 20° with the horizontal, indicated by a dashed line. A red arrow labeled $\vec{P}$ points horizontally to the right, pushing against the left side of the block.

-
- A diagram showing a red block labeled "100 kg" on an inclined plane. The plane is labeled "20°". A rope is attached to the block, passes over a pulley at the top of the incline, and hangs vertically down to a mass labeled m_o .

-
- A diagram of a bent beam ABC. The beam consists of two segments: AB and BC. Segment AB has a length of 500 mm and is inclined at an angle of 26° to the horizontal. Segment BC has a length of 190 mm and is inclined at an angle of 40° to the horizontal. A horizontal force P_2 is applied at point A, pointing to the right. A vertical force P_1 is applied at point B, pointing downwards. The beam is supported by a roller support at point C, which allows horizontal movement but resists vertical movement. A coordinate system is shown at the bottom right, with the x-axis pointing to the right and the y-axis pointing upwards.

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ - เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติดีปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	
	แบบทดสอบปลายภาค	สอนครั้งที่ 18
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

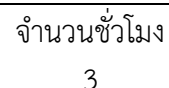
ก. กฏข้อที่ 1 ข. กฏข้อ ที่ 1 และ 2
ค. กฏข้อที่ 2 ง. กฏข้อที่ 3

ก. วัดถูกแรงหนึ่งแรงมากกระทำ ข. วัดถูกแรงสองแรงมากกระทำในเวลาเดียวกัน
ค. วัดถูกแรงสองแรงมากกระทำในเวลาเดียวกัน ง. วัดไม่มีแรงภายนอกมากกระทำต่อวัตถุ

గ. 3.134×10^{-11} ఙ. 4.231×10^{-11}
 ఛ. 2.134×10^{-11} ఇ. 1.134×10^{-11}

ก. ไม่มีแรงเสียดทานโดยมีแรงที่กระทำต่อวัตถุ 1 แรงคือแรงดึงดูดโลก
ข. ไม่มีแรงเสียดทานโดยมีแรงที่กระทำต่อวัตถุ 1 แรงคือปฏิกิริยาที่พื้นทำต้งฉากกับผิวสัมผัส
ค. ไม่มีแรงเสียดทาน
ง. ไม่มีแรงเสียดทานโดยมีแรงที่กระทำต่อวัตถุ 2 แรงคือแรงดึงดูดโลก และปฏิกิริยาที่พื้นทำต้งฉากกับผิวสัมผัส

- ก. ความเร็วต้นในแนวระดับเพียงแนวเดียว
- ข. ความเร็วต้นทั้งแนวระดับและแนวตั้ง
- ค. วัดมุมการเคลื่อนที่อย่างอิสระมีแรงดึงดูดของโลกกระทำเพียงแรงเดียว
- ง. ถูกทุกข้อ



11. รถยนต์คันหนึ่งแล่นไปทางทิศตะวันออกเป็นระยะทาง 30 กิโลเมตร ในเวลา 10 นาที หลังจากนั้นก็แล่นไปทางทิศใต้อีก 30 กิโลเมตร ในเวลา 20 นาที อัตราเร็วเฉลี่ยของรถคันนี้ เป็นกี่กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ก. อัตราเร็วเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3 กิโลเมตร/ชั่วโมง ข. อัตราเร็วเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ค. อัตราเร็วเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง ง. อัตราเร็วเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3 กิโลเมตร/ชั่วโมง
12. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 20 วินาที มีความเร็ว 15 เมตรต่อวินาที จงหาความเร่งของการเคลื่อนที่
- ก. ความเร่งของการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.35 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง
- ข. ความเร่งของการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.45 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง
- ค. ความเร่งของการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.55 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง
- ง. ความเร่งของการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.25 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง
13. รถยนต์วิ่งเป็นเส้นตรงจากหยุดนิ่ง ด้วยความเร่ง 5 เมตรต่อวินาที² เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที รถจักรยานยนต์คันนี้จะอยู่ห่างจากจุดเดิมเป็นกี่เมตร
- ก. 350 เมตร
- ข. 450 เมตร
- ค. 300 เมตร
- ง. 250 เมตร
14. การกระจัด คืออะไร
- ก. ปริมาณเวกเตอร์ ใช้สัญลักษณ์ คือ S ที่บ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งโดยวัดเป็นเส้นตรงจากตำแหน่งเริ่มต้นไปจนตำแหน่งสุดท้ายภายใต้ระยะเวลาที่กำหนด มีหน่วยเป็นเมตร (m)
- ข. ความยาวในการเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งโดยไม่คำนึงถึงทิศทาง
- ค. ปริมาณสเกลาร์ใช้สัญลักษณ์ คือ S ที่บ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่ง
- ง. ความยาวในการเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งโดยคำนึงถึงทิศทาง

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	
	แบบทดสอบปลายภาค	สอนครั้งที่ 18
		ชั่วโมงรวม 3
		จำนวนชั่วโมง 3

15. ระยะทางต่างจากการกระจัดอย่างไร

ก. ความยาวในการเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งโดยไม่คำนึงถึงทิศทาง ระยะทางจะมีหน่วยเป็นเมตร (s) เช่นเดียวกับการกระจัด แต่ต่างกันตรงที่ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ มักจะใช้ g เป็นสัญลักษณ์แทนระยะทาง

ข. ความยาวในการเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งโดยไม่คำนึงถึงทิศทาง ระยะทางจะมีหน่วยเป็นเมตร (k) เช่นเดียวกับการกระจัด แต่ต่างกันตรงที่ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ มักจะใช้ S เป็นสัญลักษณ์แทนระยะทาง

ค. ความยาวในการเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งโดยไม่คำนึงถึงทิศทาง ระยะทางจะมีหน่วยเป็นเมตร (m) เช่นเดียวกับการกระจัด แต่ต่างกันตรงที่ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ มักจะใช้ S เป็นสัญลักษณ์แทนระยะทาง

ง. ความยาวในการเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งโดยไม่คำนึงถึงทิศทาง ระยะทางจะมีหน่วยเป็นเมตร (S) เช่นเดียวกับการกระจัด แต่ต่างกันตรงที่ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ มักจะใช้ m เป็นสัญลักษณ์แทนระยะทาง

16. การกระจัดจะมีค่าเป็นศูนย์เมื่อใด

ก. เมื่อการเคลื่อนที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายเป็นจุดเดียวกัน หรือเป็นการเคลื่อนที่ครบ 5 รอบพอดี

ข. เมื่อการเคลื่อนที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายเป็นจุดเดียวกัน หรือเป็นการเคลื่อนที่ครบ 4 รอบพอดี

ค. เมื่อการเคลื่อนที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายเป็นจุดเดียวกัน หรือเป็นการเคลื่อนที่ครบ 3 รอบพอดี

ง. เมื่อการเคลื่อนที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายเป็นจุดเดียวกัน หรือเป็นการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบพอดี

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ บูรณาการหลัก ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง		
	แบบทดสอบปลายภาค	สอนครั้งที่ 18	
		ชั่วโมงรวม 3	
		จำนวนชั่วโมง 3	

ก. ระยะทางมีขนาด 350 เมตร และ การกระจัดมีขนาด 150 เมตร
 ข. ระยะทางมีขนาด 450 เมตร และ การกระจัดมีขนาด 250 เมตร
 ค. ระยะทางมีขนาด 550 เมตร และ การกระจัดมีขนาด 250 เมตร
 ง. ระยะทางมีขนาด 350 เมตร และ การกระจัดมีขนาด 50 เมตร

ก. ความเร่งสู่ศูนย์กลางของก้อนหินเท่ากับ 200 เมตรต่อวินาที²
 ข. ความเร่งสู่ศูนย์กลางของก้อนหินเท่ากับ 380 เมตรต่อวินาที²
 ค. ความเร่งสู่ศูนย์กลางของก้อนหินเท่ากับ 350 เมตรต่อวินาที²
 ง. ความเร่งสู่ศูนย์กลางของก้อนหินเท่ากับ 400 เมตรต่อวินาที²

ก. การกระจัด คือ ปริมาณสเกลาร์ที่บ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่ง
 ข. ระยะทางไม่สามารถมีค่าเท่ากับการกระจัดได้ไม่ว่ากรณีใดๆ
 ค. ความเร็วเฉลี่ย คือ อัตราส่วนระหว่างการกระจัดทั้งหมดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้เทียบกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่นั้น
 ง. ความเร็ว คือ การกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์

ก. เวลา ข. น้ำหนักของวัตถุ

ค. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ ง. แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสหรือเรียกว่าน้ำหนักของวัตถุ

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

[illegible]

2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

หมายเหตุ

- เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้ทำได้
- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ