

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

รหัสวิชา 20106 – 2018

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พ.ศ. 2567
สาขาวิชา ช่างก่อสร้าง
กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมก่อสร้าง
ประเพณีวิชา อุตสาหกรรม

วิทยาลัย.....
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

จัดทำโดย



บริษัท ซีเอดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา กลศาสตร์ โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106 - 2018 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2567 ประเภท วิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างก่อสร้าง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้จัดทำ ได้ใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ การแก้ปัญหา การจัดกระบวนการ รวมทั้งการประเมินตามสภาพจริง ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการ เรียนรู้ ที่สามารถนำความรู้และทักษะไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน ตลอดจนการปฏิบัติงานในสาขาวิชาชีพ นอกจากนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ยังมีการสอดแทรกความรู้ควบคู่คุณธรรม โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิด คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความซื่อสัตย์สุจริต การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ความสามัคคีและความเป็นประชาธิปไตย ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าแผนการจัดการ เรียนรู้ฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อนักเรียนนักศึกษา อย่างสูงสุดในการจัดการเรียนการสอนรายวิชา กลศาสตร์ โครงสร้าง 1

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	๒
หลักสูตรรายวิชา	ค
ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้	ง
หน่วยการเรียนรู้	จ
ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้	ฉ
หน่วยที่ 1 หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น	1
หน่วยที่ 2 แรงและการหาแรงลัพธ์	19
หน่วยที่ 3 โมเมนต์	31
หน่วยที่ 4 การสมดุลของแรง	42
หน่วยที่ 5 จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง	59
หน่วยที่ 6 โมเมนต์ความเฉื่อย	76
หน่วยที่ 7 รัศมีการหมุน	90
หน่วยที่ 8 ความเค้น ความเครียด	101
หน่วยที่ 9 โมดูลัสยืดหยุ่น	115

หลักสูตรรายวิชา

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมก่อสร้าง สาขาวิชา ช่างก่อสร้าง

รหัส 20106 - 2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

-

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

มีความรู้ในการใช้หลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์เบื้องต้น ในการคำนวณสมมูลของแรง แรง โมเมนต์ จุดศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของความเฉื่อย รัศมีการหมุน ความเค้น ความเครียด โมดูลัสยืดหยุ่น

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้และเข้าใจหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น การสมมูลของแรง
2. สามารถคำนวณ แรง โมเมนต์ การหาเซนทรอยด์ จุดศูนย์ถ่วง โมเมนต์ความเฉื่อย รัศมีการหมุน ความเค้น ความเครียด โมดูลัสยืดหยุ่น
3. มีทัศนคติในการทำงานอย่างมีวินัย ความละเอียดรอบคอบ รับผิดชอบและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. ประยุกต์ใช้หลักการคำนวณทางฟิสิกส์เบื้องต้น ในการวิเคราะห์ปัญหาทางกลศาสตร์อย่างง่าย

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น
2. คำนวณหาค่าแรง การรวมแรง การหาแรงลัพธ์ โมเมนต์ การสมมูลของแรง
3. คำนวณหาจุดเซนทรอยด์ จุดศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของความเฉื่อย
4. คำนวณหาความเค้น ความเครียด ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด โมดูลัสยืดหยุ่น
5. ประยุกต์ใช้หลักการคำนวณทางวิศวกรรมเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติวัสดุก่อสร้าง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น การสมมูลของแรง แรง โมเมนต์ การหาเซนทรอยด์ จุดศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของความเฉื่อย รัศมีการหมุน ความเค้น ความเครียด โมดูลัสยืดหยุ่น

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

รหัส 20106 - 2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวน ชั่วโมง ท/ป
	พุทธิพิสัย						ทักษะ พิสัย	จิต พิสัย	ประยุกต์ ใช้		
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์					
1. หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		4/0
2. แรงและการหาแรงลัพธ์	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		4/0
3. โมเมนต์	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		4/0
4. การสมดุลของแรง	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		6/0
5. จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		4/0
6. โมเมนต์ความเฉื่อย	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		4/0
7. รัศมีการหมุน	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		2/0
8. ความเค้น ความเครียด	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		4/0
9. โมดูลัสยืดหยุ่น	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		2/0
รวม											34/0
ประเมินผลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา											2/0
รวมทั้งรายวิชา											36/0

แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา 20106 - 2118 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (Structural Mechanics 1) จำนวน 2 หน่วยกิต 2 ชั่วโมง/
สัปดาห์

บทที่	หน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ (ชม.)	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น	4	-
2	แรงและการหาแรงลัพธ์	4	-
3	โมเมนต์	4	-
4	การสมดุลของแรง	6	-
5	จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง	4	-
6	โมเมนต์ความเฉื่อย	4	-
7	รัศมีการหมุน	2	-
8	ความเค้น ความเครียด	4	-
9	โมดูลัสยืดหยุ่น	2	
รวมชั่วโมงสอน		34	-
ประเมินผลปลายภาคเรียน		2	
รวมชั่วโมงต่อภาคเรียน		36	

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์รายบทเรียน
รหัสวิชา 20106-2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (2 - 0 - 2)

บทเรียน	จุดประสงค์รายบทเรียน	
	ด้าน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. หลักการพื้นฐาน ฟิสิกส์เบื้องต้น	พุทธิพิสัย	1. บอกระบบหน่วยวัดได้
	พุทธิพิสัย	2. บอกระบบหน่วยการวัดระหว่างชาติได้
	พุทธิพิสัย	3. บอกสัญลักษณ์กำหนดหน่วยได้
	พุทธิพิสัย	4. บอกหลักการเขียนหน่วยวัดได้
	ทักษะพิสัย	5. คำนวณการแปลงหน่วยได้
	พุทธิพิสัย	6. อธิบายฟังก์ชันตรีโกณมิติได้
	ทักษะพิสัย	7. จำแนกปริมาณทางฟิสิกส์ได้
	ทักษะพิสัย	8. คำนวณหาผลลัพธ์ของการรวมเวกเตอร์ได้
	ทักษะพิสัย	9. คำนวณน้ำหนักจากมวลได้
	ทักษะพิสัย	10. เขียนแผนภาพวัตถุอิสระได้
	พุทธิพิสัย	11. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้
	จิตพิสัย	12. บรรยายความสำคัญของหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้นได้
	ความสามารถ ประยุกต์ใช้	13. ประยุกต์ใช้หลักการพื้นฐานฟิสิกส์ในการคำนวณทาง วิศวกรรมได้
2. แรงและการหา แรงลัพธ์	พุทธิพิสัย	1. บอกความหมายของแรงได้
	พุทธิพิสัย	2. บอกชนิดของแรงได้
	พุทธิพิสัย	3. บอกความหมายของแรงลัพธ์ได้
	พุทธิพิสัย	4. อธิบายหลักการรวมแรงได้
	ทักษะพิสัย	5. คำนวณโจทย์เกี่ยวกับการรวมแรงได้
	พุทธิพิสัย	6. อธิบายหลักการแตกแรงได้
	ทักษะพิสัย	7. คำนวณโจทย์เกี่ยวกับการแตกแรงได้
	พุทธิพิสัย	8. อธิบายหลักการหาแรงลัพธ์โดยวิธีการแตกแรงได้
	จิตพิสัย	9. บรรยายความสำคัญของการหาแรงลัพธ์ได้
	ทักษะพิสัย	10. คำนวณหาค่าแรงลัพธ์ได้
	ความสามารถ ประยุกต์ใช้	11. ประยุกต์ใช้หลักการของแรงในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์รายบทเรียน (ต่อ)
รหัสวิชา 20106 - 2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (2 - 0 - 2)

บทเรียน	จุดประสงค์รายบทเรียน	
	ด้าน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. โมเมนต์	พุทธิพิสัย	1. บอกความหมายของโมเมนต์ได้
	พุทธิพิสัย	2. อธิบายลักษณะของโมเมนต์ได้
	พุทธิพิสัย	3. อธิบายหลักการของโมเมนต์ได้
	ทักษะพิสัย	4. คำนวณหาโมเมนต์ได้
	ทักษะพิสัย	5. คำนวณหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบได้
	จิตพิสัย	6. บรรยายความสำคัญของโมเมนต์ได้
	ความสามารถ ประยุกต์ใช้	7. ประยุกต์ใช้หลักการ โมเมนต์ในการคำนวณทางวิศวกรรมได้
4. การสมดุลของแรง	พุทธิพิสัย	1. บอกความหมายของการสมดุลได้
	พุทธิพิสัย	2. บอกประเภทของการสมดุลได้
	พุทธิพิสัย	3. อธิบายหลักการสมดุลของแรงได้
	ทักษะพิสัย	4. คำนวณหาขนาดของแรงโดยวิธีการแตกแรงได้
	ทักษะพิสัย	5. คำนวณหาขนาดของแรงที่โดยทฤษฎีของลามีได้
	ทักษะพิสัย	6. คำนวณหาขนาดของแรงที่โดยทฤษฎีสามเหลี่ยมแทนแรงได้
	พุทธิพิสัย	7. อธิบายหลักการสมดุลต่อการหมุนได้
	จิตพิสัย	8. บรรยายความสำคัญของหลักการสมดุลได้
	ความสามารถ ประยุกต์ใช้	9. ประยุกต์ใช้หลักการสมดุลในการคำนวณทางวิศวกรรมได้
5. จุดเซนทรอยด์ และจุดศูนย์กลางถ่วง	พุทธิพิสัย	1. บอกความหมายของจุดเซนทรอยด์ได้
	ทักษะพิสัย	2. คำนวณวิธีการหาจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่รูปทรงเรขาคณิตได้
	ทักษะพิสัย	3. คำนวณหาจุดเซนทรอยด์ของรูปทรงเรขาคณิตหน้าตัดสมมาตรได้
	ทักษะพิสัย	4. คำนวณหาจุดเซนทรอยด์ของรูปทรงเรขาคณิตหน้าตัดประกอบได้
	พุทธิพิสัย	5. บอกความหมายของจุดศูนย์กลางถ่วง จุดศูนย์กลางมวลได้
	ทักษะพิสัย	6. คำนวณหาจุดศูนย์กลางถ่วง จุดศูนย์กลางมวลได้
	จิตพิสัย	7. บรรยายความสำคัญของจุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วงได้
	ความสามารถ ประยุกต์ใช้	8. ประยุกต์ใช้ของจุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วงในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์รายบทเรียน (ต่อ)

รหัสวิชา 20106 - 2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (2 - 0 - 2)

บทเรียน	จุดประสงค์รายบทเรียน	
	ด้าน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
6. โมเมนต์ความเฉื่อย	พุทธิพิสัย	1. บอกความหมายของโมเมนต์ความเฉื่อยได้
	พุทธิพิสัย	2. อธิบายโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนผ่านจุดเซนทรอยด์ได้
	ทักษะพิสัย	3. คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รูปทรงเรขาคณิตได้
	พุทธิพิสัย	4. อธิบายหลักการทฤษฎีแกนขนานได้
	ทักษะพิสัย	5. คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ประกอบได้
	จิตพิสัย	6. บรรยายความสำคัญของโมเมนต์ความเฉื่อยได้
	ความสามารถประยุกต์ใช้	7. ประยุกต์ใช้ของโมเมนต์ความเฉื่อยในการคำนวณทางวิศวกรรมได้
7. รัศมีการหมุนของพื้นที่	พุทธิพิสัย	1. บอกความหมายของรัศมีการหมุนได้
	ทักษะพิสัย	2. การคำนวณหารัศมีการหมุนของพื้นที่ได้
	พุทธิพิสัย	3. อธิบายการใช้ค่ารัศมีการหมุนในการออกแบบโครงสร้างได้
	จิตพิสัย	4. บรรยายความสำคัญของรัศมีการหมุนของพื้นที่ได้
	ความสามารถประยุกต์ใช้	5. ประยุกต์ใช้รัศมีการหมุนของพื้นที่ในการคำนวณทางวิศวกรรมได้
8. ความเค้นความเครียด	พุทธิพิสัย	1. บอกความหมายของความเค้นได้
	พุทธิพิสัย	2. บอกชนิดของความเค้นได้
	ทักษะพิสัย	3. คำนวณหาค่าความเค้นได้
	พุทธิพิสัย	4. บอกความหมายของความเครียดได้
	พุทธิพิสัย	5. บอกชนิดของความเครียดได้
	ทักษะพิสัย	6. คำนวณหาค่าความเครียดได้
	ทักษะพิสัย	7. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยืดหดตัวได้
	จิตพิสัย	8. บรรยายความสำคัญของความเค้นและความเครียดได้
	ความสามารถประยุกต์ใช้	9. ประยุกต์ใช้ความเค้นและความเครียดในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์รายบทเรียน (ต่อ)
รหัสวิชา 20106 - 2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (2 - 0 - 2)

บทเรียน	จุดประสงค์รายบทเรียน	
	ด้าน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
9. โมดูลัสยืดหยุ่น	พุทธิพิสัย	1. บอกความหมายของโมดูลัสยืดหยุ่นได้
	พุทธิพิสัย	2. บอกการใช้โมดูลัสยืดหยุ่นในงานวิศวกรรมได้
	พุทธิพิสัย	3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดได้
	พุทธิพิสัย	4. บอกกฎของฮุกได้
	พุทธิพิสัย	5. บอกหน่วยของค่าโมดูลัสยืดหยุ่นได้
	ทักษะพิสัย	6. คำนวณหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นได้
	ทักษะพิสัย	7. คำนวณหาค่าความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้
	จิตพิสัย	8. บรรยายความสำคัญของโมดูลัสยืดหยุ่นได้
	ความสามารถประยุกต์ใช้	9. ประยุกต์ใช้โมดูลัสยืดหยุ่นในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

	แผนการจัดการเรียนรู้	บทเรียนที่ 1
	รหัสวิชา 20106-2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	สอนครั้งที่ 1 - 2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น	ทฤษฎี 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน	หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น	ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

มีความรู้เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์เบื้องต้น เพื่อประยุกต์ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ปัญหาทางกลศาสตร์อย่างง่ายได้อย่างถูกต้องในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น
2. คำนวณหาปริมาณทางฟิสิกส์เบื้องต้น
3. ประยุกต์ใช้หลักการคำนวณทางวิศวกรรมเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติวัสดุก่อสร้าง

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกระบบหน่วยวัดได้
2. บอกระบบหน่วยการวัดระหว่างชาติได้
3. บอกสัญลักษณ์คำนำหน้าหน่วยได้
4. บอกหลักการเขียนหน่วยวัดได้
5. คำนวณการแปลงหน่วยได้
6. อธิบายฟังก์ชันตรีโกณมิติได้
7. จำแนกปริมาณทางฟิสิกส์ได้
8. คำนวณหาผลลัพธ์ของการรวมเวกเตอร์ได้
9. คำนวณน้ำหนักจากมวลได้
- 1.10 เขียนแผนภาพวัตถุอิสระได้
11. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้
12. บรรยายความสำคัญของหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้นได้
13. ประยุกต์ใช้หลักการพื้นฐานฟิสิกส์ในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

5. ตารางเรียนรู้

1.1 ระบบหน่วยวัด

“การวัด (Measurement)” คือกระบวนการให้ได้มาซึ่งค่าปริมาณที่ไม่ทราบค่าว่ามีปริมาณที่กำหนดคงที่เท่าใด ซึ่งเป็นตัวบอกปริมาณได้อย่างมีเหตุผล เป็นการเปรียบเทียบชิ้นงานที่ใช้วัดกับวัตถุที่ใช้อ้างอิง ระบบหน่วยวัดที่เกี่ยวข้องในทางฟิสิกส์มี 2 ระบบคือ

1. ระบบเมตริก (metric system)
2. ระบบอังกฤษ (British system)

1.2 ระบบหน่วยการวัดระหว่างชาติ

ระบบหน่วยการวัดระหว่างชาติ (System International Unites) หรือที่เรียกว่า ระบบเอสไอ (SI) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หน่วยพื้นฐาน (Base Units)

หน่วยวัดพื้นฐานในระบบเอสไอ มีการทำข้อตกลงระหว่างนานาชาติ ในปีพ.ศ.2503 มีนิยามของหน่วยฐานเอสไอ (SI base unit definition) ดังนี้

- 1) ความยาว (Length) มีหน่วยเป็นเมตร meter (m)
- 2) มวล (Mass) มีหน่วยเป็น kilogram (kg)
- 3) เวลา (Time) มีหน่วยเป็นวินาที second (s)
- 4) กระแสไฟฟ้า (Electric Current) มีหน่วยเป็นแอมแปร์ Ampere (A)
- 5) อุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamic Temperature) มีหน่วยเป็นเคลวิน kelvin (K)
- 6) ความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity) มีหน่วยเป็นแคนเดลา candela (cd)
- 7) ปริมาณของสาร (Amount Of Substance) มีหน่วยเป็นโมล (mol)

2. หน่วยอนุพัทธ์ (Derived Units)

หน่วยอนุพัทธ์ คือหน่วยที่มีหน่วยฐานมาเกี่ยวข้องกัน เพื่อใช้วัดและแสดงปริมาณต่างๆ นอกจากหน่วยฐาน หน่วยอนุพัทธ์แบ่งออกเป็นหน่วยอนุพัทธ์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยฐาน และหน่วยอนุพัทธ์ที่มีชื่อหน่วยเฉพาะและมีสัญลักษณ์เฉพาะ ตัวย่อของหน่วยอนุพัทธ์ได้มาจากการกระทำทางคณิตศาสตร์โดยการคูณหรือการหาร ประกอบด้วย หน่วยอนุพัทธ์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยฐาน และหน่วยอนุพัทธ์ที่มีชื่อหน่วยเฉพาะและมีสัญลักษณ์เฉพาะ

1.3 คำนำหน้าหน่วย (prefix)

“คำนำหน้าหน่วย” คือสัญลักษณ์ที่ถูกนำมาวางไว้หน้าหน่วย โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้การแสดงผลมีความกะทัดรัดมากขึ้น สัญลักษณ์เหล่านี้จะเข้าไปคู่กับหน่วย จึงมีผลเท่ากับการเพิ่ม

หรือลดขนาดของหน่วยนั้น ในระบบเอสไอ (SI) ได้กำหนดค่านำหน้าหน่วยหรือคำอุปสรรค ที่เขียนในรูปแบบของตัวเลขฐานสิบยกกำลังบวกหรือลบ (ตัวพหุคูณ) เพื่อให้หน่วยที่ใช้ใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง มีผลให้การเขียนปริมาณต่างๆ มีความสะดวกและรวดเร็วขึ้น

1.4 หลักการเขียนหน่วยวัดระบบหน่วยเอสไอ

วิธีการเขียนของหน่วยวัดระบบหน่วยเอสไอ ที่ถูกต้องตามมาตรฐานสากล มีดังนี้

1. สัญลักษณ์ของหน่วยจะต้องเขียนด้วยตัวพิมพ์เล็กตัว
2. สัญลักษณ์ที่ย่อมาจากชื่อบุคคล ให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่
3. การใช้ค่านำหน้าหน่วย ควรใช้เพียงครั้งเดียว ไม่นิยมเขียนค่านำหน้าหน่วยซ้อนกัน
4. สัญลักษณ์หน่วยจะถือว่ามีความหมายเชิงคณิตศาสตร์ไม่ใช่ตัวย่อ จึงไม่ลงท้ายด้วยเครื่องหมายมหัพภาค (.) ยกเว้นกรณีที่สัญลักษณ์หน่วยนั้นลงท้ายประโยชน์ในการเขียนภาษาอังกฤษ
5. สัญลักษณ์ของหน่วยที่ได้มาจากการคูณกันของหน่วยสองหน่วยจะเชื่อมกันด้วยขีดกลาง (ไม่ใช่จุดล่าง) หรือการเว้นวรรคโดยไม่แยกบรรทัด
6. สัญลักษณ์ของหน่วยที่ได้มาจากการหารกันจะเชื่อมกันด้วยเครื่องหมายทับ (/) หรือยกกำลังด้วยเลขติดลบ โดยให้ใช้เครื่องหมายทับได้เพียงครั้งเดียว
7. ไม่ควรรนำสัญลักษณ์ของหน่วยและชื่อของหน่วยมาเขียนรวมกันและไม่มีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์กับชื่อของหน่วย
8. ไม่ควรใช้คำย่อต่างๆ แทนสัญลักษณ์ของหน่วยหรือชื่อหน่วย
9. การเขียนค่านำหน้าหน่วยต้องไม่มีช่องว่างระหว่างสัญลักษณ์ของหน่วย เช่นเซนติเมตร เป็น cm ไม่ใช่ c m
10. การนำสัญลักษณ์ของค่านำหน้าหน่วยไปกำกับหน้าสัญลักษณ์ของหน่วย จะถือว่าได้สัญลักษณ์ใหม่เป็นสัญลักษณ์เดี่ยว เมื่อนำไปยกกำลังสอง ไม่ต้องใส่วงเล็บ เช่น mm^2 ไม่ใช่ $(\text{mm})^2$

1.5 การแปลงหน่วย

การแปลงหน่วยหรือการเปลี่ยนหน่วย หมายถึง การเปลี่ยนหน่วยวัดปริมาณจากระบบวัดหน่วยหนึ่งค่าหนึ่งไปสู่ระบบหน่วยวัดอีกค่าหนึ่ง หรือการแปลงระบบภายในระบบหน่วยเดียวกัน เป็นการเขียนปริมาณที่มีค่าเท่าเดิมแต่มีหน่วยแตกต่างกัน มี 2 รูปแบบ คือการเปลี่ยนเฉพาะค่านำหน้าหน่วยและการเปลี่ยนเป็นคนละหน่วย มีหลักการดังนี้

1. การแปลงหน่วยวัดความยาว
2. การแปลงหน่วยพื้นที่
3. การแปลงหน่วยปริมาตร

1.6 ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

ตรีโกณมิติ (Trigonometry) คือศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านและมุมของสามเหลี่ยมมุมฉาก และฟังก์ชันตรีโกณมิติ (Trigonometry Functions) คือฟังก์ชันของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่ผลรวมของมุมทุกมุมต้องเท่ากับ 180° เสมอ

1. ไซน์ (Sine) ของมุม คือ อัตราส่วนของความยาวด้านตรงข้าม กับความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก คือ $\sin(A) = \frac{\text{ข้าม/ฉาก}}{\text{BC}} = \frac{AC}{BC}$

2. โคไซน์หรือคอส (Cosine/Cos) ของมุม คือ อัตราส่วนของความยาวด้านประชิดกับ ความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก คือ $\cos(A) = \frac{\text{ชิด/ฉาก}}{\text{BC}} = \frac{AB}{BC}$

3. แทนเจนต์หรือแทน (Tangent/Tan) ของมุม คือ อัตราส่วนของความยาวด้านตรงข้าม กับความยาวด้านประชิด คือ $\tan(A) = \frac{\text{ข้าม/ชิด}}{\text{AB}} = \frac{AC}{AB}$

4. โคซีแคนต์หรือโคเซค (Cosecant/cosec) ของมุม คืออัตราส่วนของด้านตรงข้ามมุมฉาก กับด้านตรงข้าม คือ $\text{cosec}(A) = \frac{\text{ฉาก/ข้าม}}{\text{AC}} = \frac{BC}{AC}$

5. เซแคนต์หรือเซค (Secant/sec) ของมุม คืออัตราส่วนของด้านตรงข้ามมุมฉากกับด้าน ประชิด คือ $\sec(A) = \frac{\text{ฉาก/ชิด}}{\text{AB}} = \frac{BC}{AB}$

6. โคแทนเจนต์หรือคอต (Cotangent/cot) ของมุม คืออัตราส่วนของด้านประชิดกับด้าน ตรงข้าม คือ $\cot(A) = \frac{\text{ชิด/ข้าม}}{\text{AC}} = \frac{AB}{AC}$

1.7 ปริมาณทางฟิสิกส์

ปริมาณทางฟิสิกส์ หมายถึง สิ่งที่สามารถวัดค่าได้แน่นอน และใช้แสดงกฎเกณฑ์ต่างๆ ได้ แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. ปริมาณสเกลาร์ (Scalar Quantities) คือ ปริมาณที่มีเฉพาะขนาด (ตัวเลข) เพียงอย่างเดียวก็ได้ความหมาย ได้แก่ มวล ความยาว ระยะทาง เวลา พื้นที่ ปริมาตร งาน พลังงาน อุณหภูมิ และความหนาแน่น

2. ปริมาณเวกเตอร์ (Vector Quantities) คือ ปริมาณที่มีทั้งขนาด (ตัวเลข) และทิศทาง เมื่อต้องการบอกค่าของปริมาณต้องแสดงทั้งตัวเลขและทิศทางจึงจะมีความหมายที่สมบูรณ์ ได้แก่ แรง ความเร็ว อัตราเร่ง โมเมนต์ แรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า

1.8 การรวมเวกเตอร์

การรวมเวกเตอร์ (Addition of vectors) หมายถึง การบวกหรือลบกันของเวกเตอร์ตั้งแต่ 2 เวกเตอร์ ขึ้นไป ผลลัพธ์ที่ได้ เป็นปริมาณเวกเตอร์ เรียกว่า เวกเตอร์ลัพธ์ (Resultant Vector) การรวมเวกเตอร์สามารถทำได้โดยการเขียนรูปและวิธีทางพีชคณิต ซึ่งพิจารณาได้ ดังนี้

1. เวกเตอร์ที่อยู่ในแนวเดียวกัน หรือเวกเตอร์ที่ขนานกัน สามารถนำขนาดของเวกเตอร์ทั้งสองมารวมกันตามหลักพีชคณิตได้โดยเน้นทิศทางเป็นสำคัญ
2. เวกเตอร์ที่ตั้งฉากกัน การรวมเวกเตอร์ที่ตั้งฉากกัน สามารถคำนวณได้โดยวิธีพีทาโกรัส
3. เวกเตอร์ที่ทำมุมระหว่างกัน การรวมเวกเตอร์ที่ทำมุมระหว่างกัน สามารถคำนวณหาขนาดของเวกเตอร์ได้โดยใช้กฎของโคไซน์ (law of cosines)

1.9 การคำนวณน้ำหนักจากมวล

มวล (mass) เป็นสมบัติของวัตถุ เป็นปริมาณเนื้อของสสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุ หากเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุมวลจะยังคงเท่าเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่หากมีเนื้อของวัตถุหลุดออกไปหรือเพิ่มเข้ามามวลของวัตถุจึงจะเปลี่ยนแปลง มวลใช้สัญลักษณ์ตัวแปรคือ m มีหน่วยวัดระบบ SI คือ กรัม (g) หรือกิโลกรัม (kg) มวลเป็นปริมาณสเกลาร์เพราะไม่มีทิศทาง

น้ำหนัก (weight) คือ แรงที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ น้ำหนักสามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับแรงโน้มถ่วงแปรผันไปกับปริมาณความเร่งที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก ดังนั้นวัตถุที่มีน้ำหนักมากแสดงว่าโลกออกแรงกระทำมาก น้ำหนักเกิดจากมวล (m) คูณกับแรงโน้มถ่วงของโลก (g) ซึ่งค่า g จะมีค่าแตกต่างกันไปแล้วแต่สถานที่ จึงทำให้น้ำหนักไม่ได้มีค่าคงที่เสมอ ใช้สัญลักษณ์ตัวแปรแทนน้ำหนักคือ w มีหน่วยวัดระบบ SI คือ kg.m/s^2 หรือนิวตัน (N)

1.10 การเขียนแผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram : FBD)

การเขียนแผนภาพวัตถุอิสระ คือการเขียนภาพใหม่แทนวัตถุโดยเขียนเพียงวัตถุที่อยู่ในระบบเท่านั้น มีขั้นตอนดังนี้

1. วาดรูปวัตถุใหม่ โดยวาดเฉพาะระบบเราที่สนใจ
2. เขียนเวกเตอร์ของแรง แสดงแรงสัมผัสทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยลากเวกเตอร์ของแรงออกจากวัตถุ ไม่ว่าจะเป็นแรงผลักหรือแรงดึง
3. เขียนเวกเตอร์ แสดงแรงไม่สัมผัส ได้แก่ แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ (mg) โดยให้มีทิศทางพุ่งเข้าหาและตั้งฉากกับพื้นโลกเสมอ

1.11 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton's laws)

เซอร์ ไอแซค นิวตัน (Sir Isaac Newton) ค้นพบกฎการเคลื่อนที่ที่สำคัญในการคำนวณทางฟิสิกส์ ดังนี้

1. กฎของความเฉื่อย (Law of Inertia)
2. กฎของแรง (Law of Force)
3. กฎของแรงปฏิกิริยา (Law of Reaction)

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายถึงขอบข่ายสาระการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์โครงสร้าง 1
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล และแนวปฏิบัติในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์โครงสร้าง 1
3. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้นักเรียนที่ 1
4. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนที่ 1 เรื่อง หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น หน้า 3 - 4 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์โครงสร้าง 1

ขั้นสอน

4. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทเรียนที่ 1 เรื่อง หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น
5. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1 เรื่อง หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น หน้า 40 - 43 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์โครงสร้าง 1 ครูให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาและตอบข้อซักถาม
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1 เรื่อง หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนที่ 1 เรื่อง หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น หน้า 44 - 45 ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์โครงสร้าง 1
9. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลยคำตอบ

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์โครงสร้าง 1 (20106-2018) ของบริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

7.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

7.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์โครงสร้าง 1

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

แบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนที่ 1

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบฝึกหัดในบทเรียนที่ 1 หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น

9. การวัดผลประเมินผล

9.1 วิธีการประเมิน

- 1) สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
- 2) ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้บทเรียนที่ 1 หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น
- 3) สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอัน

พึงประสงค์

9.2 เครื่องมือประเมิน

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
- 2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 1 หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น
- 3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 เกณฑ์การประเมินผล

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
- 2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 1 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
- 3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนน

ขึ้นอยู่กับประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหาอุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไข้ปัญหา

1) ผลการแก้ไข้ปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ไข้ปัญหาครั้งต่อไป

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1	บทเรียนที่ 1
ชื่อวิชา : กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา : 20106-2018	สัปดาห์ที่ 1-2
ชื่อบทเรียน : หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น	จำนวน 4 ชม.

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. จงเปลี่ยนระยะทาง 500 เมตร ให้เป็นหน่วยกิโลเมตร

วิธีทำ

จากสูตร จำนวนของหน่วย $\times 10^{\text{ค่านำหน้าหน่วยเดิม} - \text{ค่านำหน้าหน่วยที่ต้องการ}}$

$$= 500 \times 10^{0-(3)} \text{ km}$$

$$= 500 \times 10^{-3} \text{ km (0.05 กิโลเมตร)}$$

ตอบ

2. จงเปลี่ยนปริมาตร 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้เป็นหน่วยลูกบาศก์เมตร

วิธีทำ

จากสูตร จำนวนของหน่วย $\times 10^{\text{ค่านำหน้าหน่วยเดิม} - \text{ค่านำหน้าหน่วยที่ต้องการ}}$

$$= 800 \times 10^{3(-2)-3(-0)} \text{ m}^3$$

$$= 800 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ (0.00008 ลบ.ม.)}$$

ตอบ

3. จงเปลี่ยนพื้นที่ 4,000 ตารางมิลลิเมตร ให้เป็นหน่วยตารางเซนติเมตร

วิธีทำ

จากสูตร จำนวนของหน่วยที่จะแปลง $\times 10^{2(\text{ค่านำหน้าหน่วยเดิม}) - 2(\text{ค่านำหน้าหน่วยที่ต้องการ})}$

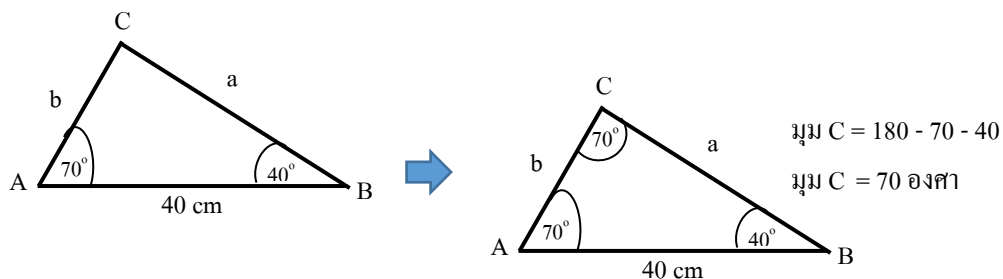
$$= 4,000 \times 10^{2(-3)-2(-2)} \text{ cm}^2$$

$$= 4,000 \times 10^{-6+4} \text{ cm}^2$$

$$= 4,000 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$$

ตอบ

4. จากรูปสามเหลี่ยม ABC จงหาความยาวของด้าน a และด้าน b



วิธีทำ

จากกฎของไซน์

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

1. พิจารณาหาค่าด้าน a

$$\begin{aligned}\frac{a}{\sin 70^\circ} &= \frac{40}{\sin 70^\circ} \\ a &= \frac{40 \sin 70^\circ}{\sin 70^\circ} \\ a &= 40 \text{ cm}\end{aligned}$$

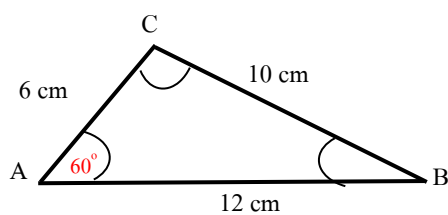
ตอบ

2. พิจารณาหาค่าด้าน b

$$\begin{aligned}\frac{b}{\sin 40^\circ} &= \frac{40}{\sin 70^\circ} \\ b &= \frac{40 \sin 40^\circ}{\sin 70^\circ} \\ b &= 27.36 \text{ cm}\end{aligned}$$

ตอบ

5. จากรูปสามเหลี่ยม ABC จงหาขนาดของมุม B



วิธีทำ

จากกฎของไซน์

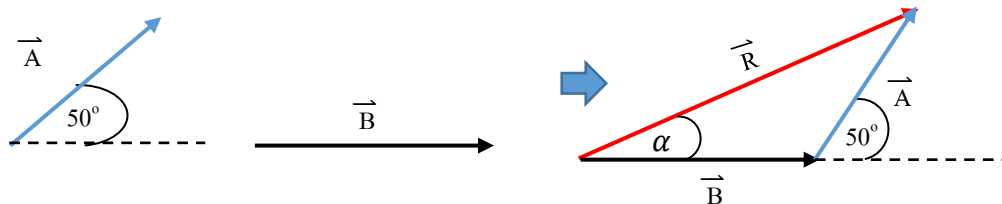
$$\begin{aligned}\frac{a}{\sin A} &= \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} \\ \frac{10}{\sin 60^\circ} &= \frac{6}{\sin B} \\ \sin B &= \frac{6 \sin 60^\circ}{10}\end{aligned}$$

$$B = \sin^{-1} \frac{6 \sin 60^\circ}{10}$$

$$B = 31.31 \text{ องศา}$$

ตอบ

6. จากรูปเวกเตอร์ A มีขนาด 10 หน่วย และเวกเตอร์ B มีขนาด 12 หน่วย จงหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์



6.1 หาขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์

วิธีทำ

$$\text{จาก} \quad R^2 = A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta$$

$$\text{แทนค่า} \quad R^2 = 10^2 + 12^2 + 2(10)(12) \cos 50^\circ$$

$$R = 19.95 \text{ หน่วย}$$

ตอบ

6.2 หาทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์

วิธีทำ

$$\tan \alpha = \frac{B \sin \theta}{A + B \cos \theta}$$

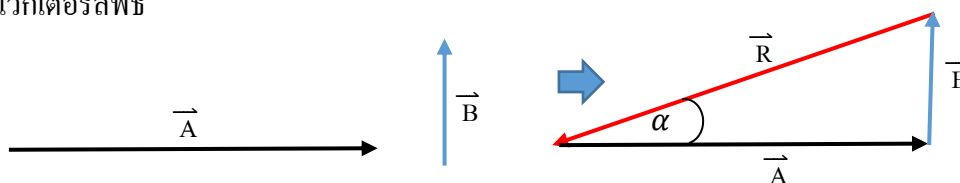
$$\tan \alpha = \frac{12 \sin 50^\circ}{10 + 12 \cos 50^\circ}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{12 \sin 50^\circ}{10 + 12 \cos 50^\circ}$$

$$\alpha = 27.43 \text{ องศา}$$

ตอบ

7. จากรูปเวกเตอร์ A มีขนาด 30 หน่วย และเวกเตอร์ B มีขนาด 15 หน่วย จงหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์



7.1 หาขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์

วิธีทำ

จาก

$$R^2 = A^2 + B^2$$

แทนค่า

$$R^2 = 30^2 + 15^2$$

$$R = 33.54 \text{ หน่วย}$$

ตอบ

7.2 หาทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์

วิธีทำ

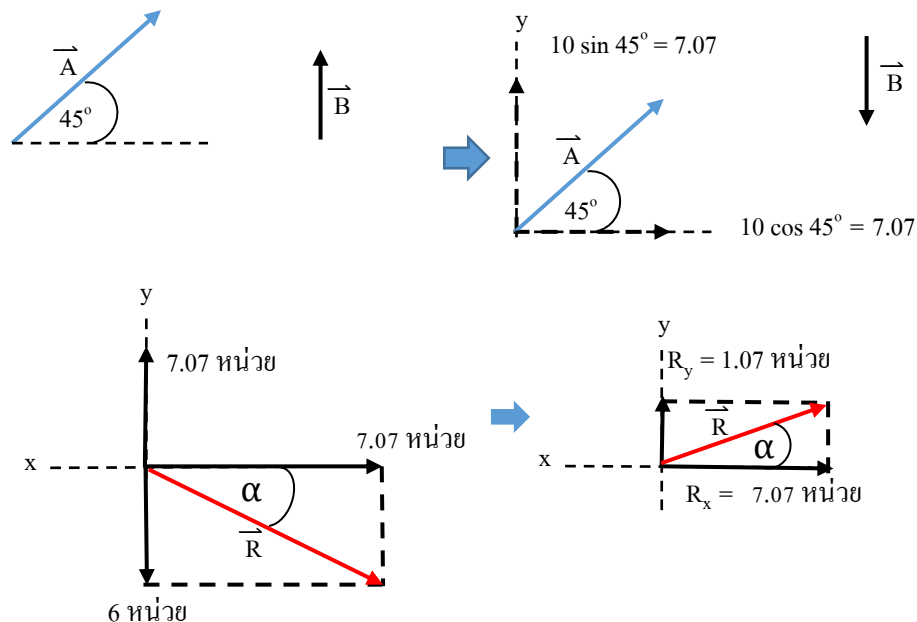
$$\tan \alpha = \frac{A}{B}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{15}{30}$$

$$\alpha = 26.57 \text{ องศา}$$

ตอบ

8. จากรูปเวกเตอร์ A มีขนาด 10 หน่วย ทำมุม 45 องศา กับแนวนอน และเวกเตอร์ B มีขนาด 6 หน่วย จงหาผลลัพธ์ของเวกเตอร์ A ลบเวกเตอร์ B



8.1 หาขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์

วิธีทำ

จาก

$$R^2 = R_x^2 + R_y^2$$

แทนค่า

$$R^2 = 7.07^2 + 1.07^2$$

$$R = 7.15 \text{ หน่วย}$$

ตอบ

8.2 หาทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์

วิธีทำ

$$\tan \alpha = \frac{R_y}{R_x}$$

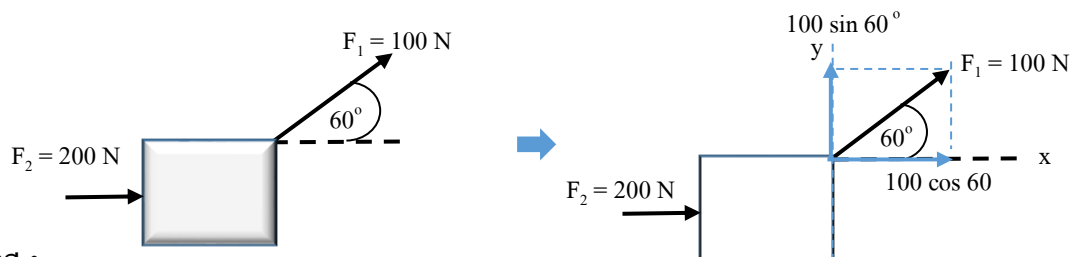
$$\tan \alpha = \frac{1.07}{7.07}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{1.07}{7.07}$$

$$\alpha = 8.61 \text{ องศา}$$

ตอบ

9. แท่งคอนกรีตมีมวล 50 กิโลกรัม มีแรง F_1 และ F_2 กระทำต่อวัตถุพร้อมกันดังรูป เพื่อดันวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนวราบ จงหาความเร่งที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่



วิธีทำ

1. แยกแรง F_1 ไปที่แนวราบ

จะได้

$$F_1 = 100 \cos 60^\circ$$

2. หาความเร่งที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ (a)

$$\Sigma F_x = ma$$

$$F_1 + F_2 = ma$$

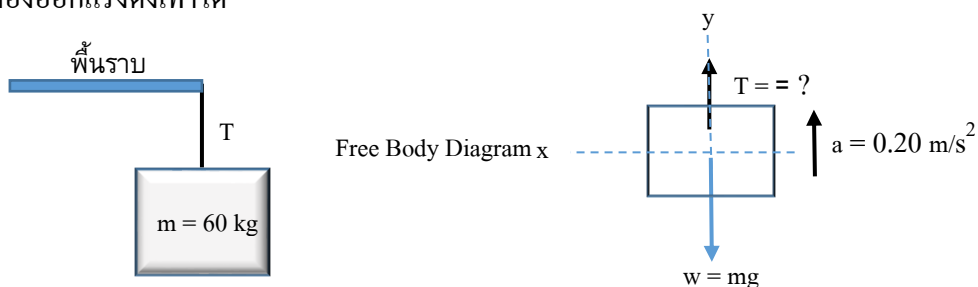
$$100 \cos 60^\circ + 200 = 50 \times a$$

$$250 = 50a$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

ตอบ

10. ออกแรงดึงกล่องไม้ที่มีมวล 60 กิโลกรัม ให้ขึ้นมาวางบนพื้นราบ ด้วยความเร่ง 0.20 m/s^2 จะต้องออกแรงดึงเท่าใด



วิธีทำ

หาแรงดึง (T)

$$\Sigma F_y = ma$$

$$T - mg = ma$$

$$T - (60 \times 9.81) = 60a$$

$$T - 588.60 = 60 \times 0.20$$

$$T = 12 + 588.60$$

$$T = 600.60 \text{ N}$$

ตอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือหน่วยวัดความยาวของระบบเอสไอ

ก. นิ้ว

ข. ตารางฟุต

ค. เซนติเมตร

ง. ลูกบาศก์เมตร

2. ระบบหน่วยการวัดระหว่างชาติกำหนดให้ใช้หน่วยวัดมวลของวัตถุ เป็นหน่วยใด

ก. นิวตัน

ข. กิโลกรัม

ค. นิวตันเมตร

ง. กิโลกรัมเมตร

3. สัญลักษณ์ค่านำหน้าหน่วยเมกะ (M) ใช้ตัวคูณตามข้อใด

ก. 10^6

ข. 10^3

ค. 10^2

ง. 10^1

4. ตามหลักการเขียนหน่วยวัดน้ำหนักของวัตถุข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. นิวตัน เขียนเป็น N

ข. กิโลกรัม เขียนเป็น kg

ค. นิวตัน × เมตร เขียนเป็น N/m

ง. กิโลกรัม × เมตร เขียนเป็น kg/m

5. ระยะทาง 20 กิโลเมตร แปลงหน่วยให้เป็นเซนติเมตรได้เท่าใด

ก. $20 \times 10^3 \text{ cm.}^2$

ข. $20 \times 10^3 \text{ cm}$

ค. $20 \times 10^5 \text{ cm.}^2$

ง. $20 \times 10^5 \text{ cm}$

6. ฟังก์ชันตรีโกณมิติ หาค่า Cos ของมุม ได้ตามข้อใด

ก. ข้าม/ฉาก

ข. ซิด/ฉาก

ค. ข้าม/ซิด

ง. ฉาก/ข้าม

7. ปริมาณทางฟิสิกส์ที่แสดงทั้งขนาดและทิศทางจึงจะมีความหมายสมบูรณ์ คือข้อใด

ก. มวลฐาน

ข. อนุพัทธ์

ค. สเกลาร์

ง. เวกเตอร์

8. เวกเตอร์ขนาด 20 หน่วย มีทิศทางชี้ขึ้นในแนวดิ่ง และ 30 หน่วยมีทิศทางชี้ไปทางขวาในแนวราบ คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ได้เท่าใด

ก. 36 หน่วย

ข. 39 หน่วย

ค. 42 หน่วย

ง. 45 หน่วย

9. เวกเตอร์ A มีขนาด 5 N และเวกเตอร์ B มีขนาด 4 N ถ้าเวกเตอร์ลัพธ์มีขนาด 9 N แสดงว่าเวกเตอร์ทั้งสองมีทิศทางอย่างไร

ก. ทิศทางเดียวกัน

ข. ทิศทางตั้งฉากกัน

ค. ทิศทางตรงข้ามกัน

ง. ทิศทางไปทางขวาและซ้าย

10. มีเวกเตอร์ขนาด 500 N มีทิศทางชี้ขึ้นในแนวดิ่ง และเวกเตอร์ขนาด 300 N มีทิศทางชี้ลงในแนวดิ่ง เวกเตอร์ลัพธ์จะมีขนาดเท่าใด

ก. 200 N

ข. 387 N

ค. 583 N

ง. 800 N

11. แท่งตัวอย่างคอนกรีตมวล 8 กิโลกรัม จำนวน 25 ตัวอย่าง วางรวมกันบนพื้นราบ คำนวณค่าน้ำหนักจากมวลทั้งหมดได้เท่าใด

ก. 1,960 N

ข. 1,962 N

ค. 1,965 N

ง. 1,970 N

12. การเขียนแผนภาพวัตถุอิสระจะเขียนทิศทางของแรงดึงกระทำต่อวัตถุ โดยให้หัวลูกศรไปตามทิศทางใด

ก. ให้ลูกศรพุ่งเข้าวัตถุเสมอ

ข. ให้ลูกศรพุ่งออกจากวัตถุเสมอ

ค. ให้ลูกศรขนานกับพื้นโลกเสมอ

ง. ให้ลูกศรตั้งฉากกับพื้นโลกเสมอ

13. การหาผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสภาพนิ่ง ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใด

ก. $\Sigma F = 0$

ข. $\Sigma F = ma$

ค. $\Sigma F = mg$

ง. $\Sigma F = \Sigma m$

14. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใดคือกฎของความเร่ง

ก. $\Sigma F = 0$

ข. $\Sigma F = ma$

ค. $\Sigma F = mg$

ง. $\Sigma F = \Sigma m$

15. มีแรงขนาด 15 N และ 20 N กระทำต่อวัตถุซึ่งมีมวล 5 กิโลกรัม โดยแรงทั้งสองกระทำในทิศตั้งฉากซึ่งกันและกัน วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งเท่าใด

ก. 5 m/s^2

ข. 15 m/s^2

ค. 20 m/s^2

ง. 25 m/s^2

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 1 หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ค	ข	ก	ก	ง	ข	ง	ก	ก	ก	ง	ข	ก	ข	ก

แบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือหน่วยวัดปริมาตรของระบบเอสไอ

ก. แกลลอน

ข. ออนซ์

ค. ลิตร

ง. ถ้วย

2. ระบบหน่วยการวัดระหว่างชาติกำหนดให้ใช้หน่วยน้ำหนักของวัตถุ เป็นหน่วยใด

ก. กิโลกรัมเมตร

ข. นิวตันเมตร

ค. กิโลกรัม

ง. นิวตัน

3. สัญลักษณ์ค่าน้ำหนักหน่วยกิโล (k) ใช้ตัวคูณตามข้อใด

ก. 10^1

ข. 10^2

ค. 10^3

ง. 10^6

4. ตามหลักการเขียนหน่วยวัดมวลของวัตถุข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. กิโลกรัม $\times$ เมตร เขียนเป็น kg/m

ข. นิวตัน $\times$ เมตร เขียนเป็น N/m

ค. กิโลกรัม เขียนเป็น kg

ง. นิวตัน เขียนเป็น N

5. ระยะทาง 40 กิโลเมตร แปลงหน่วยให้เป็นเซนติเมตรได้เท่าใด

ก. 40×10^5 cm

ข. 40×10^5 cm.²

ค. 40×10^3 cm

ง. 40×10^3 cm.²

6. ฟังก์ชันตรีโกณมิติ หาค่า sin ของมุม ได้ตามข้อใด

ก. ชิด/ฉาก

ข. ข้าม/ชิด

ค. ฉาก/ข้าม

ง. ข้าม/ฉาก

7. ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีเพียงขนาดก็สื่อความหมายได้สมบูรณ์ คือข้อใด

ก. เวกเตอร์

ข. สเกลาร์

ค. อนุพัทธ์

ง. มูลฐาน

8. เวกเตอร์ขนาด 60 หน่วย มีทิศทางชี้ขึ้นในแนวดิ่ง และ 80 หน่วยมีทิศทางชี้ไปทางขวาในแนวราบ คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ได้เท่าใด

ก. 140 หน่วย

ข. 120 หน่วย

ค. 100 หน่วย

ง. 80 หน่วย

9. เวกเตอร์ A มีขนาด 60 N และเวกเตอร์ B มีขนาด 40 N ถ้าเวกเตอร์ลัพธ์มีขนาด 20 N แสดงว่าเวกเตอร์ทั้งสองมีทิศทางอย่างไร

ก. ทิศทางไปทางขวาและซ้าย

ข. ทิศทางตรงข้ามกัน

ค. ทิศทางตั้งฉากกัน

ง. ทิศทางเดียวกัน

10. มีเวกเตอร์ขนาด 500 N มีทิศทางชี้ขึ้นในแนวดิ่ง และเวกเตอร์ขนาด 300 N ชี้ขึ้นในทิศทางเดียวกัน เวกเตอร์ลัพธ์จะมีขนาดเท่าใด

ก. 800 N

ข. 583 N

ค. 387 N

ง. 200 N

11. แท่งตัวอย่างคอนกรีตมวล 10 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัวอย่าง วางรวมกันบนพื้นราบ คำนวณค่าน้ำหนักจากมวลทั้งหมดได้เท่าใด

ก. 1,970 N

ข. 1,965 N

ค. 1,962 N

ง. 1,960 N

12. ในการเขียนแผนภาพวัตถุอิสระจะเขียนทิศทางของแรงสัมผัสทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยให้หัวลูกศรไปตามทิศทางใด

ก. ให้ลูกศรตั้งฉากกับพื้นโลกเสมอ

ข. ให้ลูกศรขนานกับพื้นโลกเสมอ

ค. ให้ลูกศรพุ่งออกจากวัตถุเสมอ

ง. ให้ลูกศรพุ่งเข้าวัตถุเสมอ

13. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกฎที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ คือข้อใด

ก. $\Sigma F = \Sigma m$

ข. $\Sigma F = ma$

ค. $\Sigma F = mg$

ง. $\Sigma F = 0$

14. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใดคือกฎของความเฉื่อย

ก. $\Sigma F = \Sigma m$

ข. $\Sigma F = ma$

ค. $\Sigma F = mg$

ง. $\Sigma F = 0$

15. มีแรงขนาด 150 N และ 200 N กระทำต่อวัตถุซึ่งมีมวล 10 กิโลกรัม โดยแรงทั้งสองกระทำในทิศตั้งฉากซึ่งกันและกัน วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งเท่าใด

ก. 25 m/s^2

ข. 20 m/s^2

ค. 15 m/s^2

ง. 10 m/s^2

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 1 หลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	ง	ค	ค	ก	ง	ข	ค	ข	ก	ค	ค	ค	ง	ก

	แผนการจัดการเรียนรู้	บทเรียนที่ 2
	รหัสวิชา 20106-2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	สอนครั้งที่ 3 - 4
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แรงและการหาแรงลัพธ์	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน	แรงและการหาแรงลัพธ์	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

มีความรู้เกี่ยวกับแรงและการหาแรงลัพธ์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ปัญหาทางกลศาสตร์อย่างง่ายได้อย่างถูกต้องในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการรวมแรง การแยกแรง การหาแรงลัพธ์
2. คำนวณหาค่าแรง การรวมแรง การแยกแรง การหาแรงลัพธ์
2. ประยุกต์ใช้หลักการคำนวณทางวิศวกรรมเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติวัสดุก่อสร้าง

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของแรงได้
2. บอกชนิดของแรงได้
3. บอกความหมายของแรงลัพธ์ได้
4. อธิบายหลักการรวมแรงได้
5. คำนวณโจทย์เกี่ยวกับการรวมแรงได้
6. อธิบายหลักการแตกแรงได้
7. คำนวณโจทย์เกี่ยวกับการแตกแรงได้
8. อธิบายหลักการหาแรงลัพธ์โดยวิธีการแตกแรงได้
9. บรรยายความสำคัญของการหาแรงลัพธ์ได้
10. คำนวณหาค่าแรงลัพธ์ได้
11. ประยุกต์ใช้หลักการของแรงในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

5. สารการเรียนรู้

2.1 ความหมายของแรง

แรง (force) หมายถึง อำนาจภายนอกหรือปริมาณที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสภาพเดิม โดยการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ มีในลักษณะต่างกัน เช่น ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง ความเร็ว หรือการหมุน ซึ่งเกิดจากการกระทำของแรงในลักษณะต่าง ๆ และอาจจะมีแรงมากกว่า 1 แรงมากระทำต่อวัตถุนั้น

2.2 ชนิดของแรง

1. แรงดึง (tensile force)
2. แรงอัด (compression force)
3. แรงเฉือน (shear force)

2.3 ความหมายของแรงลัพธ์

แรงลัพธ์ (resultant) หรืออาจเรียกว่า “แรงสุทธิ” หมายถึง ผลรวมของแรงย่อยต่าง ๆ ซึ่งกระทำต่อวัตถุขึ้นเดียวกัน โดยพิจารณาจากขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จึงเป็นแรงเพียงแรงเดียวที่กระทำต่อวัตถุแล้วให้ผลเหมือนกับแรงตั้งแต่สองแรงขึ้นไป มากระทำต่อวัตถุนั้นพร้อมกัน

2.4 การรวมแรง

ถ้ามีแรง 2 แรง กระทำที่จุดเดียวกัน และทำมุมต่อกัน การเคลื่อนที่ของจุดที่แรงกระทำก็เสมือนมีแรงเพียงแรงเดียวกระทำต่อจุดนั้น การหาแรงลัพธ์ของแรงย่อย 2 แรงนี้เรียกว่า “การรวมแรง” เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นการหาผลรวมของแรงหรือการหาแรงลัพธ์จึงมีวิธีการเดียวกับการรวมเวกเตอร์ โดยแบ่งการวิเคราะห์ตามทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุดังนี้

1. แรงทำต่อวัตถุ ทำมุม 0 องศา ($\theta = 0^\circ$)
2. แรงทำต่อวัตถุ ทำมุม 180 องศา ($\theta = 180^\circ$)
3. แรงทำต่อวัตถุ ทำมุม 90 องศา ($\theta = 90^\circ$)
4. แรงกระทำต่อวัตถุ โดยทำมุมระหว่างกัน

2.5 การแตกแรง

การแตกแรงหรืออาจเรียกว่า “การแยกแรง” คือ การแตกแรง 1 แรงที่ไม่เป็นแนวตรงออกเป็นแรงองค์ประกอบ 2 แรงให้เป็นเส้นตรงและตั้งฉากกันอยู่ในแนวแกน x และแกน y มีหลักการดังนี้

1. เขียนแกนตั้งฉากอ้างอิง (แกน x และแกน y)
2. แตกแรงที่ทำมุมเข้าสู่แกนตั้งฉาก
3. ทำการแตกแรงเข้าสู่แกนอ้างอิงให้ครบทั้งสองแกน

2.6 การหาแรงลัพธ์โดยวิธีแตกแรง

การหาแรงลัพธ์โดยวิธีแตกแรง คือการรวมแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันโดยวิธีแยกแรง มีหลักเกณฑ์ ดังนี้

1. แตกแรงที่ทำมุมทุกแรงให้อยู่ในแกน x แกน y
2. หาผลรวมของแรงในแกน x และแรงในแนวแกน y ซึ่งตั้งฉากกันโดยให้
3. การหาค่า ΣF_x และ ΣF_y
4. หาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ โดยใช้คุณสมบัติของสามเหลี่ยมมุมฉาก

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายถึงขอบข่ายสาระการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์โครงสร้าง 1
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล และแนวปฏิบัติในการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์โครงสร้าง 1
3. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 2
4. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนที่ 2 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์ หน้า 49 - 50 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์โครงสร้าง 1

ขั้นสอน

4. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทเรียนที่ 2 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์
5. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์ หน้า 68 - 72 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์โครงสร้าง 1 ครูให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และตอบข้อซักถาม
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนที่ 2 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์ หน้า 73 - 74 ในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์โครงสร้าง 1
9. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลยคำตอบ

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106-2018) ของบริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 7.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 7.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์โครงสร้าง 1

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

แบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนที่ 2 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์

9. การวัดผลประเมินผล

9.1 วิธีการประเมิน

- 1) สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
- 2) ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้บทเรียนที่ 2 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์

3) สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 เครื่องมือประเมิน

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
- 2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 2 เรื่อง แรงและการหาแรงลัพธ์
- 3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 เกณฑ์การประเมินผล

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
- 2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 2 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
- 3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ

การประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

- 1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลดีต่อผู้เรียน

.....

.....

- 2) แนวทางแก้ปัญหาลำดับต่อไป

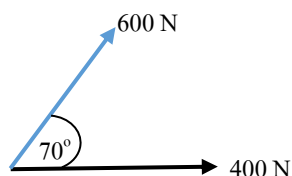
.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2	บทเรียนที่ 2
ชื่อวิชา : กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา : 20106-2018	สัปดาห์ที่ 3 -4
ชื่อบทเรียน : แรงและการหาแรงลัพธ์	จำนวน 4 ชม.

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. จงหาแรงลัพธ์ ของแรงย่อย 2 แรงที่มีขนาดและทิศทางดังรูปต่อไปนี้



1.1 หาขนาดของแรงลัพธ์

$$\text{จากสูตร} \quad R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta$$

$$\text{แทนค่า} \quad R^2 = 400^2 + 600^2 + 2(400)(600) \cos 70^\circ$$

$$R = \sqrt{400^2 + 600^2 + 2(400)(600) \cos 70^\circ}$$

$$R = 827.15 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ

1.2 หาทิศทางของแรงลัพธ์

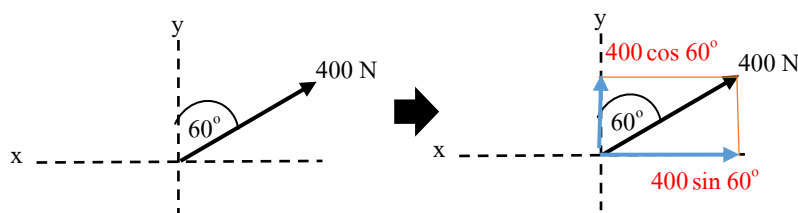
$$\tan \alpha = \frac{F_1 \sin \theta}{F_2 + F_1 \cos \theta}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{400 \sin 70^\circ}{400 + 600 \cos 70^\circ}$$

$$\alpha = 31.84 \text{ องศา}$$

ตอบ

2. จงแตกแรง 400 N กระทำมุมดังรูป ให้อยู่ในแนวแกนตั้งฉากอ้างอิง



2.1 แยกแรงเข้าแกน x

$$F_x = 400 \sin 60^\circ$$

$$F_x = 346.41 \text{ N}$$

ตอบ

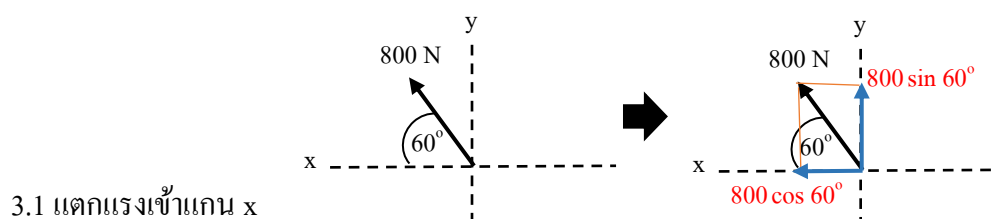
2.2 แยกแรงเข้าแกน y

$$F_y = 400 \cos 60^\circ$$

$$F_y = 200 \text{ N}$$

ตอบ

3. จงแตกแรง 800 N กระทำมุมดังรูป ให้อยู่ในแนวแกนตั้งฉากอ้างอิง



3.1 แยกแรงเข้าแกน x

$$F_x = 800 \cos 60^\circ$$

$$F_x = 400 \text{ N}$$

ตอบ

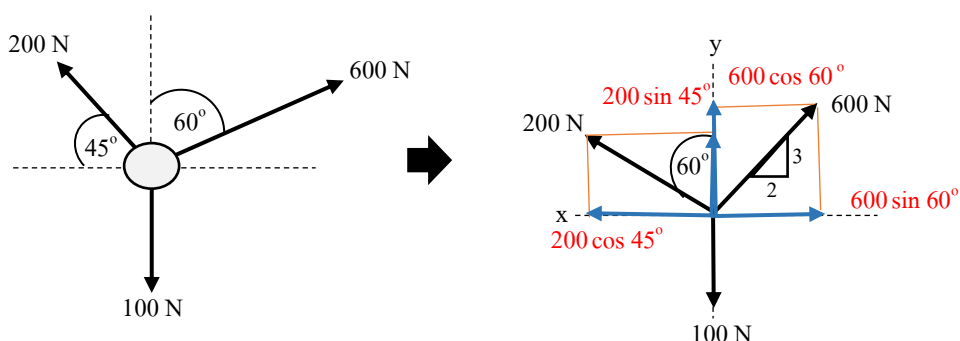
3.2 แยกแรงเข้าแกน y

$$F_y = 800 \sin 60^\circ$$

$$F_y = 692.82 \text{ N}$$

ตอบ

4. จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ ของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุดังรูป



4.1 ผลรวมของแรงในแนวแกน x

$$\Sigma F_x = 600 \sin 60^\circ - 200 \cos 45^\circ$$

$$= 387.19 \text{ N}$$

ตอบ

4.2 ผลรวมของแรงในแนวแกน y

$$\Sigma F_y = 600 \cos 60^\circ + 200 \sin 45^\circ - 100$$

$$= 341.42 \text{ N}$$

ตอบ

4.3 หาขนาดของแรงลัพธ์

$$R^2 = \Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2$$

$$R = \sqrt{387.19^2 + 341.42^2}$$

$$R = 516.22 \text{ N}$$

ตอบ

4.4 หาทิศทางของแรงลัพธ์

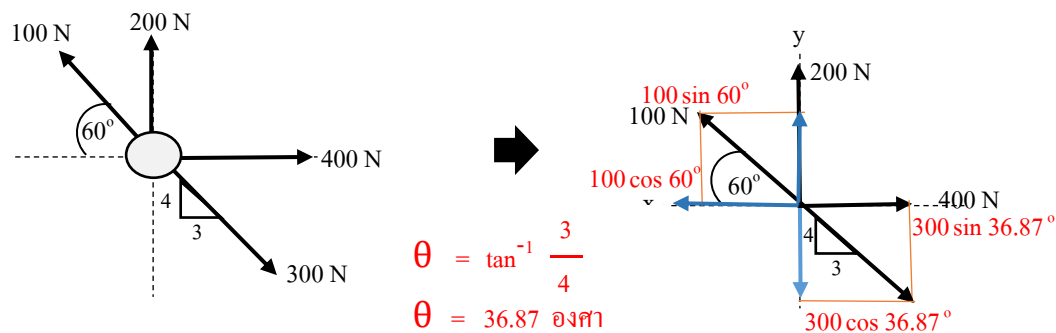
$$\tan \alpha = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{341.42}{387.19}$$

$$\alpha = 41.41 \text{ องศา}$$

ตอบ

5. จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ ของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุดังรูป



$$\theta = \tan^{-1} \frac{3}{4}$$

$$\theta = 36.87 \text{ องศา}$$

5.1 ผลรวมของแรงในแนวแกน x

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= 400 + 300 \sin 36.87^\circ - 100 \cos 60^\circ \\ &= 530 \text{ N} \end{aligned}$$

ตอบ

5.2 ผลรวมของแรงในแนวแกน y

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= 200 + 100 \sin 45^\circ - 300 \cos 36.87^\circ \\ &= 30.71 \text{ N} \end{aligned}$$

ตอบ

5.3 หาขนาดของแรงลัพธ์

$$\begin{aligned} R^2 &= \Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2 \\ R &= \sqrt{530^2 + 30.71^2} \\ R &= 530.89 \text{ N} \end{aligned}$$

ตอบ

5.4 หาทิศทางของแรงลัพธ์

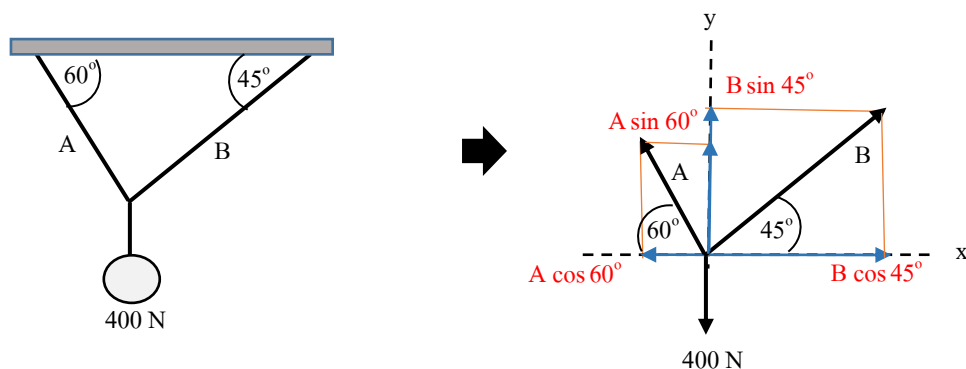
$$\tan \alpha = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{30.71}{530}$$

$$\alpha = 3.32 \text{ องศา}$$

ตอบ

6. วัตถุหนัก 400 กิโลกรัม แขวนยึดติดกับเพดานด้วยเชือก ดังรูป จงหาแรงดึงในเส้นเชือก A และ B



6.1 ผลรวมของแรงในแนวแกน x

$$\Sigma F_x = B \cos 45^\circ - A \cos 60^\circ$$

$$0.707B - 0.50A = 0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

6.2 ผลรวมของแรงในแนวแกน y

$$\Sigma F_y = B \sin 45^\circ + A \sin 60^\circ - 400$$

$$0.707B + 0.866A = 400 \quad \dots\dots\dots(2)$$

6.3 หาแรงดึงในเส้นเชือก A

นำสมการที่ (1) - สมการที่ (2) จะได้

$$0.707B - 0.50A = 0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$0.707B + 0.866A = 400 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$- 1.366 A = - 400$$

$$- 400$$

$$A = \frac{- 400}{- 1.366}$$

$$\text{แรงดึงในเส้นเชือก A} = 292.83 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

6.4 หาแรงดึงในเส้นเชือก B

แทนค่า A ในสมการที่ (1) จะได้

$$0.707B - 0.50A = 0$$

$$0.707B - 0.50(292.83) = 0$$

$$146.42$$

$$B = \frac{146.42}{0.707}$$

$$\text{แรงดึงในเส้นเชือก B} = 207.09 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดอธิบายความหมายของแรงได้ถูกต้องที่สุด

ก. ปริมาณที่ทำให้วัตถุคงแปลงสภาพเดิม

ข. ปริมาณที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสภาพไปจากเดิม

ค. อำนาจภายนอกปริมาณที่ทำให้วัตถุคงแปลงสภาพเดิม

ง. อำนาจภายในที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสภาพไปจากเดิม

2. ข้อใดคือหน่วยของแรง

ก. นิวตัน

ข. กิโลกรัม

ค. นิวตัน-เมตร

ง. กิโลกรัม-เมตร

3. แรงชนิดใดที่มักกระทำต่อวัตถุแล้วมีผลให้วัตถุขาดออกจากกัน

ก. แรงดึง

ข. แรงอัด

ค. แรงเฉือน

ง. แรงโน้มถ่วง

4. ข้อใดคือความหมายของแรงลัพธ์ที่ถูกต้องที่สุด

ก. แรงเพียงแรงเดียวที่กระทำต่อวัตถุ

ข. แรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้นพร้อมกัน

ค. ผลรวมของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุขึ้นเดียวกัน

ง. ผลรวมของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุหลายชิ้นพร้อมกัน

5. ข้อใดคือหลักการรวมแรงสองแรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกันที่ถูกต้องที่สุด

ก. แรงลัพธ์เท่ากับผลลบของแรงทั้งสอง

ข. แรงลัพธ์เท่ากับผลบวกของแรงทั้งสอง

ค. แรงลัพธ์เท่ากับผลลบของแรงทั้งสองยกกำลังสอง

ง. แรงลัพธ์เท่ากับผลบวกของแรงทั้งสองยกกำลังสอง

6. . จากรูปต่อไปนี้ ข้อใดรวมแรงได้ถูกต้อง



ก. - 300 N

ข. 300 N

ค. -700 N

ง. 700 N

7. ข้อใดกล่าวถึงหลักการแตกแรงได้ถูกต้องที่สุด

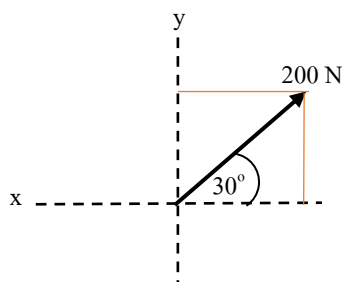
ก. แยกเข้าหามุมเป็น $\cos$

ข. แยกเข้าหามุมเป็น $\sin$

ค. แยกออกจากมุมเป็น $\cos$

ง. แยกออกจากแกน y เป็น $\sin$

8. จากรูปต่อไปนี้ ข้อใดคือการแตกแรงที่ถูกต้อง



ก. $F_x = 200 \sin 60^\circ$, $F_y = 200 \cos 60^\circ$

ข. $F_x = 200 \cos 60^\circ$, $F_y = 200 \sin 60^\circ$

ค. $F_x = 200 \sin 30^\circ$, $F_y = 200 \cos 30^\circ$

ง. $F_x = 200 \cos 30^\circ$, $F_y = 200 \sin 30^\circ$

9. ข้อใดคือหลักการหิศทางแรงลัพธ์ที่ถูกต้อง

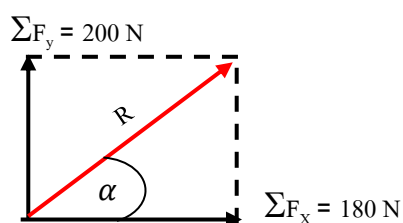
ก. $\tan \alpha = \frac{\Sigma F_x}{\Sigma F_y}$

ข. $\tan \alpha = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$

ค. $R^2 = \Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2$

ง. $R = \Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2$

10. จากรูปต่อไปนี้ ข้อใดคำนวณหาขนาดของแรงลัพธ์ได้ถูกต้อง



ก. 87 องศา

ข. 48 องศา

ค. 269 N

ง. 380 N

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 2 แรงและการหาแรงลัพธ์

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ข	ก	ค	ค	ข	ข	ก	ง	ข	ค

แบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ข้อใดอธิบายความหมายของแรงได้ถูกต้องที่สุด
 - อำนาจภายในที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสภาพไปจากเดิม
 - อำนาจภายนอกปริมาณที่ทำให้วัตถุคงสภาพเดิม
 - ปริมาณที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสภาพไปจากเดิม
 - ปริมาณที่ทำให้วัตถุคงสภาพเดิม
- ข้อใดคือหน่วยของแรง
 - กิโลกรัม-เมตร
 - นิวตัน-เมตร
 - กิโลกรัม
 - นิวตัน
- แรงชนิดใดที่กระทำต่อวัตถุแล้วมีผลให้วัตถุเกิดการโก่งงอ
 - แรงโน้มถ่วง
 - แรงเฉือน
 - แรงอัด
 - แรงดึง
- ข้อใดคือความหมายของแรงลัพธ์ที่ถูกต้องที่สุด
 - ผลรวมของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุหลายชิ้นพร้อมกัน
 - ผลรวมของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุชิ้นเดียวกัน
 - แรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้นพร้อมกัน
 - แรงเพียงแรงเดียวที่กระทำต่อวัตถุ
- ข้อใดคือหลักการรวมแรงสองแรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศทางสวนทางกันที่ถูกต้องที่สุด
 - แรงลัพธ์เท่ากับผลบวกของแรงทั้งสองยกกำลังสอง
 - แรงลัพธ์เท่ากับผลลบของแรงทั้งสองยกกำลังสอง
 - แรงลัพธ์เท่ากับผลบวกของแรงทั้งสอง
 - แรงลัพธ์เท่ากับผลลบของแรงทั้งสอง
- จากรูปต่อไปนี้ ข้อใดรวมแรงได้ถูกต้อง



- 700 N
- 700 N
- 300 N
- 300 N

7. ข้อใดกล่าวถึงหลักการแตกแรงได้ถูกต้องที่สุด

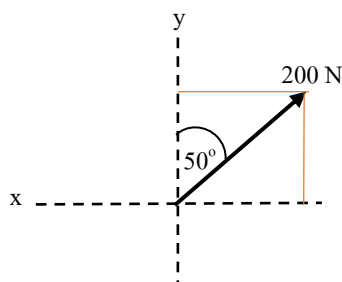
ก. แยกออกจากแกน x เป็น cos

ข. แยกออกจากมุมเป็น sin

ค. แยกออกจากมุมเป็น cos

ง. แยกเข้าหามุมเป็น sin

8. จากรูปต่อไปนี้ ข้อใดคือการแตกแรงที่ถูกต้อง



ก. $F_x = 200 \sin 50^\circ$, $F_y = 200 \cos 50^\circ$

ข. $F_x = 200 \cos 50^\circ$, $F_y = 200 \sin 50^\circ$

ค. $F_x = 200 \sin 40^\circ$, $F_y = 200 \cos 40^\circ$

ง. $F_x = 200 \cos 40^\circ$, $F_y = 200 \sin 40^\circ$

9. ข้อใดคือหลักการหาขนาดของแรงลัพธ์ที่ถูกต้อง

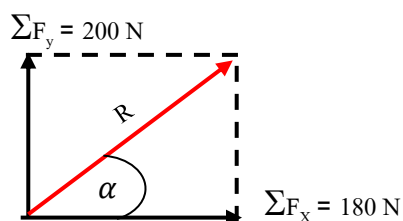
ก. $R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

ข. $R^2 = F_x^2 + F_y^2$

ค. $\tan \alpha = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$

ง. $\tan \alpha = \frac{\Sigma F_x}{\Sigma F_y}$

10. จากรูปต่อไปนี้ ข้อใดคำนวณหาทิศทางของแรงลัพธ์ได้ถูกต้อง



ก. 380 N

ข. 269 N

ค. 87 องศา

ง. 48 องศา

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 2 แรงและการหาแรงลัพธ์

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค	ง	ค	ข	ง	ก	ข	ค	ข	ง

	แผนการจัดการเรียนรู้	บทเรียนที่ 3
	รหัสวิชา 20106-2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	สอนครั้งที่ 5 - 6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ โมเมนต์	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน	โมเมนต์	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

มีความรู้เกี่ยวกับ โมเมนต์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ปัญหาทางกลศาสตร์อย่างง่ายได้อย่างถูกต้องในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการ โมเมนต์
2. ประยุกต์ใช้หลักการคำนวณทางวิศวกรรมเพื่อคำนวณหาค่าโมเมนต์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของโมเมนต์ได้
2. อธิบายลักษณะของโมเมนต์ได้
3. อธิบายหลักการของโมเมนต์ได้
4. คำนวณหาโมเมนต์ได้
5. คำนวณหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบได้
6. บรรยายความสำคัญของโมเมนต์ได้
7. ประยุกต์ใช้หลักการ โมเมนต์ในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

5. สารการเรียนรู้

3.1 ความหมายของโมเมนต์

โมเมนต์ (Moment : M) หรือ “โมเมนต์ของแรง (Moment of Force)” หมายถึง ผลของแรงใดแรงหนึ่งที่กระทำต่อวัตถุ เพื่อให้วัตถุนั้นหมุนไปรอบจุดคงที่จุดหนึ่ง จุดคงที่นั้นเรียกว่า จุดหมุน (Fulcrum) ผลของโมเมนต์ขึ้นอยู่กับขนาดของแรงหรือน้ำหนักที่กระทำต่อวัตถุ และระยะห่างจากจุดหมุน ถึงแรงหรือน้ำหนักนั้น

3.2 ลักษณะของโมเมนต์

1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา (clockwise moment : $M_{ตาม}$)

2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา (Counterclockwise moment : $M_{\text{ทวน}}$)

3.3 หลักการของโมเมนต์

1. ถ้าโมเมนต์ย่อยแต่ละโมเมนต์ทำให้วัตถุหมุนไปในทางทิศเดียวกันดังรูปที่ 3.5 การหาขนาดของโมเมนต์รวมให้นำค่าของโมเมนต์ย่อยนั้นมารวมกัน โดยโมเมนต์รวมจะมีทิศทางไปในทางเดียวกับทิศทางของโมเมนต์ย่อย
2. ถ้าโมเมนต์ย่อยแต่ละโมเมนต์ทำให้วัตถุหมุนไปคนละทิศทางดังรูปที่ 3.6 การหาขนาดของโมเมนต์รวมให้นำค่าของโมเมนต์ย่อยนั้นมาหักล้างกัน โดยโมเมนต์รวมจะมีทิศทางไปในทางเดียวกับทิศทางของโมเมนต์ย่อยที่มีค่าโมเมนต์ของแรงมากกว่า
3. ถ้ามีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุชิ้นหนึ่ง แล้วทำให้วัตถุนั้นสมดุลดังรูปที่ 3.7 เมื่อคานอยู่นิ่งในแนวระดับ
4. ในกรณีที่ตำแหน่งของแรงกระทำไม่ตั้งฉากในระนาบแกน x และแกน y ให้ทำการแตกแรงก่อน โดยแตกแรงเข้าหามุมได้ค่า $\cos$ แยกแรงออกจากมุมได้ค่า $\sin$ และแรงที่ผ่านจุดหมุนจะมีค่าเท่ากับศูนย์ซึ่งไม่สามารถคำนวณโมเมนต์ได้

3.4 การคำนวณหาค่าโมเมนต์

โมเมนต์มีค่าเท่ากับแรงที่กระทำต่อวัตถุคูณด้วยระยะทางที่ตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน

3.5 โมเมนต์ของแรงคู่ควบ

1. แรงคู่ควบ (couple) หมายถึง แรง 2 แรงที่ขนานกันมีขนาดเท่ากัน กระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงกันข้าม และไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน เช่น แรง F_1 และแรง F_2 ที่มีขนาดเท่ากันกระทำต่อวัตถุ
2. โมเมนต์ของแรงคู่ควบ (couple moment) หมายถึง โมเมนต์ที่เกิดจาก 2 แรงที่แรงที่ขนานกันมีขนาดเท่ากัน กระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงกันข้าม โดยโมเมนต์ของแรง 2 แรงจะทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงที่มีทิศทางเดียวและขนาดเท่ากัน โมเมนต์ของแรงคู่ควบเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน เมตร ($\text{N}\cdot\text{m}$)

3. ความแตกต่างระหว่างโมเมนต์ของแรงเดียวและโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

โมเมนต์ของแรงเดียวเกิดจากแรงเดียวที่กระทำกับวัตถุ ในขณะที่โมเมนต์ของแรงคู่ควบเกิดจากแรง 2 แรงที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้ามที่กระทำกับวัตถุ โมเมนต์ของแรง

4. การคำนวณหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

โมเมนต์ของแรงคู่ควบมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างแรงใดแรงหนึ่งกับระยะตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสอง

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้อย่างชัดเจน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนที่ 3 เรื่อง โมเมนต์ หน้า 76-77 ในหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โครงสร้าง 1

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้เกี่ยวกับบทเรียนที่ 3 เรื่อง โมเมนต์
4. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3 เรื่อง โมเมนต์ หน้า 96 - 98 ในหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โครงสร้าง 1 ครูให้คำแนะนำให้คำปรึกษาและตอบข้อซักถาม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3 เรื่อง โมเมนต์

ขั้นสรุปและการประยุกต์

7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนที่ 3 เรื่อง โมเมนต์ หน้า 99 - 100 ในหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โครงสร้าง 1
8. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลยคำตอบ

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ โครงสร้าง 1 (2016-2018) ของบริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 7.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 7.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โครงสร้าง 1

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

แบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนที่ 3 เรื่อง โมเมนต์

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบฝึกหัดในบทเรียนที่ 3 เรื่อง โมเมนต์

9. การวัดผลประเมินผล

9.1 วิธีการประเมิน

- 1) สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล

2) ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้แบบที่ 3 เรื่อง โมเมนต์

3) สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 เครื่องมือประเมิน

1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล

2) แบบประเมินผลการเรียนรู้แบบที่ 3 เรื่อง โมเมนต์

3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 เกณฑ์การประเมินผล

1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

2) แบบประเมินผลการเรียนรู้แบบที่ 3 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป

3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาล้างต่อไป

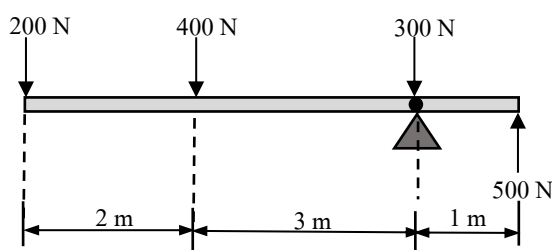
.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3	บทเรียนที่ 3
ชื่อวิชา : กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา : 20106-2018	สัปดาห์ที่ 5 -6
ชื่อบทเรียน : โมเมนต์	จำนวน 4 ชม.

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. คานสม่ำเสมอยาว 6 เมตร รับน้ำหนักดังรูป จงหาค่าโมเมนต์และทิศทางของโมเมนต์



รูป ประกอบตัวอย่างที่ 3.1

วิธีทำ

$$\text{จาก } M = F \times L$$

กำหนดให้โมเมนต์หมุนทวนเข็มนาฬิกาเป็นเครื่องหมายบวก (+)

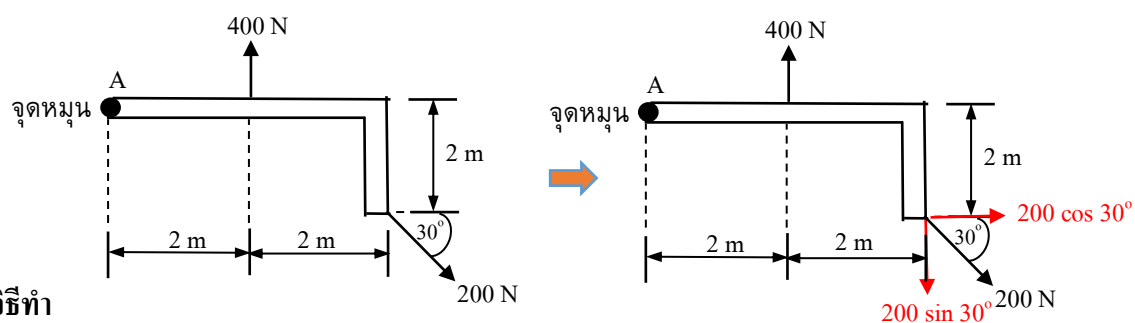
$$M = (200 \times 5) + (400 \times 3) + (500 \times 1) + (300 \times 0)$$

$$M = 1,000 + 1,200 + 500$$

$$M = 2,700 \text{ N}\cdot\text{m} \text{ (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)}$$

ตอบ

2. จงหาโมเมนต์ของแรงที่เกิดขึ้น ณ จุดหมุน



วิธีทำ

$$\text{จาก } M = F \times L$$

กำหนดให้โมเมนต์หมุนตามเข็มนาฬิกาเป็นเครื่องหมายบวก (+)

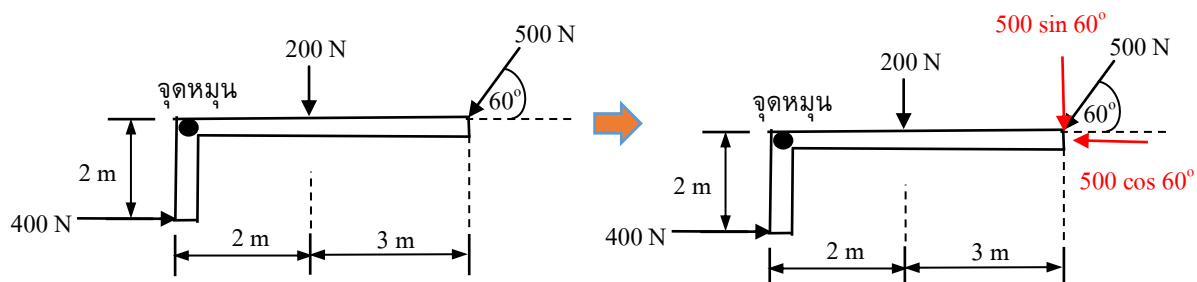
$$M_A = (200 \sin 30^\circ \times 4) - (200 \cos 30^\circ \times 2) - (400 \times 2)$$

$$M_A = 400 - 346.41 - 800$$

$$M_A = -746.41 \text{ N}\cdot\text{m} \text{ (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา)}$$

ตอบ

3. จงหาโมเมนต์ของแรงที่เกิดขึ้น ณ จุดหมุน



วิธีทำ

$$\text{จาก } M = F \times L$$

กำหนดให้โมเมนต์หมุนตามเข็มนาฬิกาเป็นเครื่องหมายบวก (+)

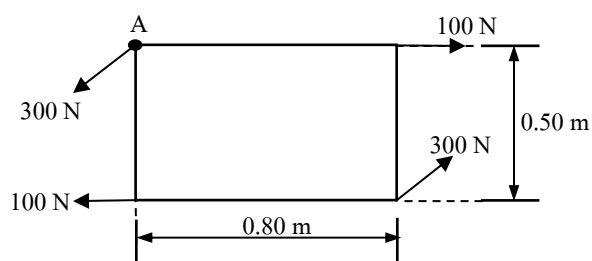
$$M = (200 \times 2) + (500 \sin 60^\circ \times 5) - (400 \times 2)$$

$$M = 400 + 2,165.06 - 800$$

$$M = 1,765.06 \text{ N}\cdot\text{m} \text{ (ทิศทางการเข็มนาฬิกา)}$$

ตอบ

4. แผ่นพลาสติกเบารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีแรงคู่ควบกระทำดังรูป จงหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบที่กระทำต่อแผ่นพลาสติก



วิธีทำ

$$\text{จาก } M_c = F \times L$$

กำหนดให้จุด A เป็นจุดหมุน และให้โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเป็นบวก

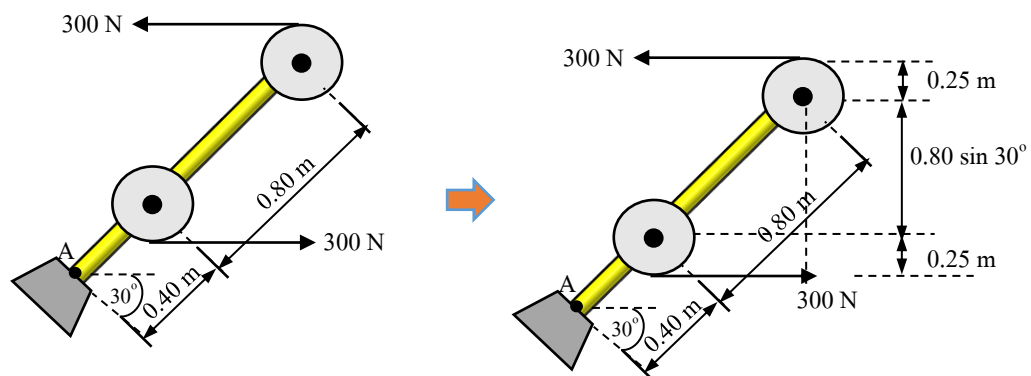
$$\text{ดังนั้น } \Sigma M_c = (100 \times 0.50) - (300 \times \sqrt{0.50^2 + 0.80^2})$$

$$= 50 - (300 \times 0.94)$$

$$= -232 \text{ N}\cdot\text{m} \text{ (ทิศทางการเข็มนาฬิกา)}$$

ตอบ

5. จากรูป จงหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบ เมื่อแผ่นโลหะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 เมตร



วิธีทำ

$$\text{จาก } M_c = F \times L$$

กำหนดให้จุด A เป็นจุดหมุน และให้โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเป็นบวก

$$\text{ดังนั้น } \Sigma M_c = 300 \times (0.25 + 0.80 \sin 30^\circ + 0.25)$$

$$= 300 \times 0.90$$

$$= 270 \text{ N}\cdot\text{m} \text{ (ทิศทวนเข็มนาฬิกา)}$$

ตอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือความหมายของ “โมเมนต์ของแรง”

- ก. ระยะห่างของแรงถึงจุดหมุน
- ข. ผลรวมของแรงที่กระทำต่อคาน
- ค. ผลรวมของวัตถุที่กระทำต่อจุดหมุน
- ง. ผลของแรงที่ทำให้วัตถุหมุนรอบจุดหมุน

2. การกำหนดลักษณะของโมเมนต์ แบ่งได้จากหลักการใด

- ก. ทิศทางของแรง
- ข. ทิศทางการหมุน
- ค. ระยะทางจากจุดหมุน
- ง. ระยะทางจากแนวแรง

3. เมื่อทิศทางของแรงผ่านจุดหมุน ค่าโมเมนต์ของแรงนั้นจะมีค่าเท่าใด

- ก. น้อยที่สุด
- ข. มากที่สุด
- ค. ไม่แน่นอน
- ง. เท่ากับศูนย์

4. คานจะอยู่ในภาวะสมดุลต่อการหมุนเมื่อใด

- ก. จุดหมุนอยู่กึ่งกลางคาน
- ข. โมเมนต์ตามเท่ากับโมเมนต์ทวน
- ค. คานมีขนาดสม่ำเสมอและมีน้ำหนักเบา
- ง. น้ำหนักที่แขวนทางซ้ายและทางขวาของจุดหมุนเท่ากัน

5. โมเมนต์ของแรงมีหน่วยตามข้อใด

- ก. จูล (J)
- ข. เมตร (m)
- ค. นิวตัน (N)
- ง. นิวตัน เมตร (N·m)

6. ลักษณะการหมุนของโมเมนต์จำแนกได้ตามข้อใด

- ก. โมเมนต์บวกและโมเมนต์ลบ
- ข. โมเมนต์ของแรงขนานและโมเมนต์ของแรงคู่ควบ
- ค. โมเมนต์ด้านเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา
- ง. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

7. ถ้าออกแรง 60 นิวตัน เพื่อยกวัตถุซึ่งวางอยู่ห่างจากจุดหมุน 4 เมตร จะเกิดโมเมนต์ของแรงเท่าใด

ก. 120 N

ข. 120 N·m

ค. 240 N

ง. 240 N·m

8. ข้อใดคือความหมายของแรงคู่ควบ (couple)

ก. แรง 2 แรงที่ขนานกัน มีทิศทางเดียวกัน

ข. แรง 2 แรงที่ขนานกัน มีทิศทางตรงกันข้าม

ค. แรง 2 แรงที่มีขนาดเท่ากัน ขนานกัน และมีทิศทางเดียวกัน

ง. แรง 2 แรงที่มีขนาดเท่ากัน ขนานกัน และมีทิศทางตรงกันข้าม

9. โมเมนต์ของแรงคู่ควบมีค่าตามข้อใด

ก. ผลคูณระหว่างแรงกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงไปถึงจุดหมุน

ข. ผลคูณระหว่างแรงทั้งสองกับระยะตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสอง

ค. ผลคูณระหว่างแรงใดแรงหนึ่งกับระยะตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสอง

ง. ผลคูณระหว่างแรงใดแรงหนึ่งกับระยะตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสองไปถึงจุดหมุน

10. คาน AB ยาว 3 เมตร มีน้ำหนัก 150 นิวตัน กระทำที่ปลายคานทั้งสองข้าง คำนวณหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบได้เท่าใด

ก. 450 N

ข. 450 N·m

ค. 600 N

ง. 600 N·m

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 3 โมเมนต์

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ง	ข	ง	ข	ง	ง	ง	ง	ค	ง

แบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือความหมายของ “โมเมนต์ของแรง”

ก. ผลของแรงที่ทำให้วัตถุหมุนรอบจุดหมุน

ข. ผลรวมของวัตถุที่กระทำต่อจุดหมุน

ค. ผลรวมของแรงที่กระทำต่อคาน

ง. ระยะห่างของแรงถึงจุดหมุน

2. ลักษณะการหมุนของโมเมนต์จำแนกได้ตามข้อใด

ก. โมเมนต์ด้านเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

ข. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

ค. โมเมนต์ของแรงขนานและโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

ง. โมเมนต์บวกและโมเมนต์ลบ

3. โมเมนต์ของแรง มีค่าเท่ากับศูนย์เมื่อใด

ก. แรงกระทำทางซ้ายและทางขวาของจุดหมุนเท่ากัน

ข. แรงกระทำที่ปลายสุดของคาน

ค. แรงกระทำกึ่งกลางคาน

ง. แรงกระทำที่จุดหมุน

4. คานจะอยู่ในภาวะสมดุลต่อการหมุนเมื่อใด

ก. น้ำหนักที่แขวนทางซ้ายและทางขวาของจุดหมุนเท่ากัน

ข. คานมีขนาดสม่ำเสมอและมีน้ำหนักเบา

ค. โมเมนต์ตามเท่ากับโมเมนต์ทวน

ง. จุดหมุนอยู่กึ่งกลางคาน

5. โมเมนต์ของแรงคู่ควบมีหน่วยตามข้อใด

ก. นิวตัน เมตร (N·m)

ข. นิวตัน (N)

ค. เมตร (m)

ง. จูล (J)

6. ถ้าออกแรง 80 นิวตัน เพื่อยกวัตถุซึ่งวางอยู่ห่างจากจุดหมุน 5 เมตร จะเกิดโมเมนต์ของแรงเท่าใด

ก. 400 N

ข. 400 N·m

ค. 200 N

ง. 200 N·m

7. โมเมนต์ของแรงคู่ควบ คือ โมเมนต์ที่เกิดจากแรงกระทำตามข้อใด

ก. แรง 2 แรงที่มีขนาดเท่ากัน ขนานกัน และมีทิศทางตรงกันข้าม

ข. แรง 2 แรงที่มีขนาดเท่ากัน ขนานกัน และมีทิศทางเดียวกัน

ค. แรง 2 แรงที่ขนานกัน มีทิศทางตรงกันข้าม

ง. แรง 2 แรงที่ขนานกัน มีทิศทางเดียวกัน

8. โมเมนต์ของแรงคู่ควบมีค่าตามข้อใด

ก. ผลคูณระหว่างแรงใดแรงหนึ่งกับระยะตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสองไปถึงจุดหมุน

ข. ผลคูณระหว่างแรงใดแรงหนึ่งกับระยะตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสอง

ค. ผลคูณระหว่างแรงทั้งสองกับระยะตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสอง

ง. ผลคูณระหว่างแรงกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงไปถึงจุดหมุน

9. คาน AB ยาว 2 เมตร มีน้ำหนัก 200 นิวตัน กระทำที่ปลายคานทั้งสองข้าง คำนวณหาโมเมนต์ของแรงคู่ควบได้เท่าใด

ก. 600 N

ข. 600 N·m

ค. 400 N

ง. 400 N·m

10. ชายคนหนึ่งขับรถยนต์เลี้ยวซ้าย เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบที่พวงมาลัยเท่ากับ 200 นิวตัน เมตร ถ้าพวงมาลัยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.40 เมตร จงหาแรงที่มือแต่ละข้างดึงพวงมาลัย

ก. 500 N

ข. 500 N·m

ค. 80 N

ง. 80 N·m

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 3 โมเมนต์

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก	ข	ง	ค	ก	ข	ก	ข	ง	ก

	แผนการจัดการเรียนรู้	บทเรียนที่ 4
	รหัสวิชา 20106-2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	สอนครั้งที่ 7-9
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การสมดุลของแรง	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน	การสมดุลของแรง	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

มีความรู้เกี่ยวกับการสมดุลของแรง เพื่อประยุกต์ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ปัญหาทางกลศาสตร์อย่างง่ายได้อย่างถูกต้องในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการการสมดุล
2. คำนวณหาขนาดของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุล
3. ประยุกต์ใช้หลักการสมดุลในการคำนวณทางวิศวกรรม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของการสมดุลได้
2. บอกประเภทของการสมดุลได้
3. อธิบายหลักการสมดุลของแรงได้
4. คำนวณหาขนาดของแรงโดยวิธีการแตกแรงได้
5. คำนวณหาขนาดของแรงที่โดยทฤษฎีของลามีได้
6. คำนวณหาขนาดของแรงที่โดยทฤษฎีสามเหลี่ยมแทนแรงได้
7. อธิบายหลักการสมดุลต่อการหมุนได้
8. บรรยายความสำคัญของหลักการสมดุลได้
9. ประยุกต์ใช้หลักการสมดุลในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

5. สารการเรียนรู้

4.1 ความหมายของการสมดุล

การสมดุล (Equilibrium) หรืออาจเรียกว่า “สภาพสมดุล” หมายถึง สภาพที่วัตถุสามารถรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิม โดยผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุอยู่ในสภาพอยู่นิ่งยังคงรักษาสภาพอยู่นิ่งเหมือนเดิม หรือทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ยังมีสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในทิศทางเดิม

4.2 ประเภทของการสมดุล

สภาพสมดุลของวัตถุสามารถพิจารณาตามสภาพการเคลื่อนที่ได้ 2 ประเภท คือ

1. สมดุลสถิต (static equilibrium)
2. สมดุลจลน์ (kinetic equilibrium)

4.3 การสมดุลของแรง

การสมดุลของแรง สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. การสมดุลของแรงในเส้นตรงเดียวกัน (Linear Force System)
2. การสมดุลของแรงขนานกัน (Parallel Fore System)
3. การสมดุลของแรงที่ไม่ขนานกัน (Non Parallel Force System)
4. ผลรวมของแรงคู่หนึ่งต้องมีขนาดเท่ากับแรงที่สาม แต่อยู่ในทิศทางตรงกันข้าม

4.4 การหาขนาดของแรงโดยวิธีการแตกแรง

เมื่อมีแรงหลายแรงมากระทำร่วมกันหรือพบกันที่จุด ๆ หนึ่ง ถ้าจุดนั้นอยู่ในสภาวะสมดุล จะสามารถหาแรงย่อยด้วยวิธีการแตกแรงเข้าหาแกนอ้างอิงตามหลักการแตกแรง โดยแตกแรงให้อยู่ในแนวตั้ง (แกน y) และแนวนอน (แกน x) จากนั้นใช้หลักการสมดุลเพื่อหาผลรวมของแรงแต่ละแกนที่ทำให้วัตถุสมดุล

4.5 การหาขนาดของแรงโดยทฤษฎีของลามิ

ทฤษฎีของลามิ (Lami Theorem) หรืออาจเรียกว่าทฤษฎีของไซน์ (sin) คืออัตราส่วนของแรงต่อค่า sin ของมุมตรงข้ามของแรงนั้น มีค่าเท่ากันเมื่อแรงกระทำทั้งสามอยู่ในสภาพสมดุล หรือกล่าวได้ว่า "เมื่อมีแรง 3 แรงมากระทำต่อวัตถุที่จุด ๆ หนึ่งและอยู่ในสภาวะสมดุล จะได้ว่าอัตราส่วนของแรงต่อ sin ของมุมตรงข้ามแรงนั้น ย่อมมีค่าเท่ากัน "

4.6 การหาขนาดของแรงที่โดยทฤษฎีสามเหลี่ยมแทนแรง

ทฤษฎีสามเหลี่ยมแทนแรง (Triangle Theorem) เมื่อมีแรง 3 แรงมากระทำต่อวัตถุที่จุด ๆ หนึ่งและอยู่ในสภาวะสมดุล โดยที่ขนาดและทิศทางของแรงทั้ง 3 สามารถแทนได้ด้วยด้านทั้ง 3 ของรูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่ง หรือแรงทั้ง 3 ตั้งฉากกับด้านทั้ง 3 ด้านของรูปสามเหลี่ยมนั้น จะได้ว่า "อัตราส่วนของแรงต่อความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมที่ขนานกับแรงนั้นย่อมมีค่าเท่ากัน"

4.7 การสมดุลต่อการหมุน

สมดุลต่อการหมุน (rotational equilibrium) หรืออาจเรียกว่า "สมดุลโมเมนต์" คือสภาพที่วัตถุอยู่นิ่งๆ ไม่หมุนหรืออาจหมุนด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยวัตถุที่สมดุลต่อการหมุน โมเมนต์ของแรงกระทำจะเป็นไปตามเงื่อนไข คือผลรวมของโมเมนต์รอบจุดใด ๆ มีค่าเป็นศูนย์ ($\sum M = 0$)

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้
บทเรียนที่ 4 เรื่อง การสมดุลของแรง
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนที่ 4 เรื่อง การสมดุลของแรง หน้า 103 -104
ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

ขั้นสอน

4. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทเรียนที่ 4 เรื่อง การสมดุลของแรง
5. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4 เรื่อง การสมดุลของแรง หน้า 127 - 129 ในหนังสือ
เรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1 ครูให้คำแนะนำ และตอบข้อซักถาม
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4 เรื่อง การสมดุลของแรง

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนที่ 4 เรื่อง การสมดุลของแรง หน้า 130 - 131
ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1
9. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลย
คำตอบ

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 หนังสือเรียนรายวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106-2018) ของบริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น
จำกัด (มหาชน)
- 7.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 7.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

แบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนที่ 4 เรื่อง การสมดุลของแรง

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบฝึกหัดในบทเรียนที่ 4 เรื่อง การสมดุลของแรง

9. การวัดผลประเมินผล

9.1 วิธีการประเมิน

- 1) สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล

2) ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้แบบที่ 4 เรื่อง การสมดุลของแรง

3) สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 เครื่องมือประเมิน

1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล

2) แบบประเมินผลการเรียนรู้แบบที่ 4 เรื่อง การสมดุลของแรง

3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 เกณฑ์การประเมินผล

1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

2) แบบประเมินผลการเรียนรู้แบบที่ 3 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป

3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาล้างต่อไป

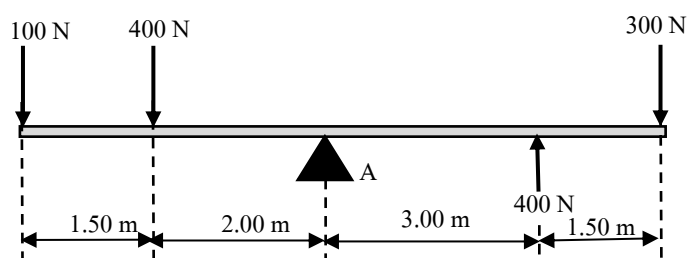
.....

.....

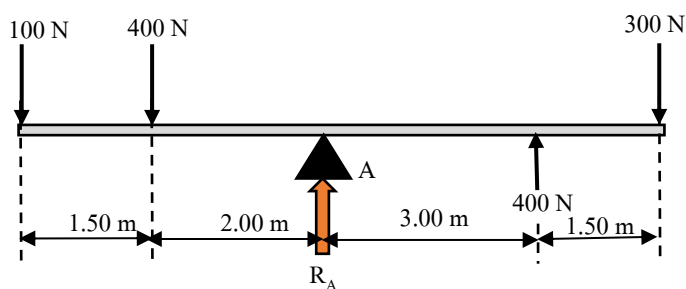
เจดยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4	บทเรียนที่ 4
ชื่อวิชา : กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา : 20106-2018	สัปดาห์ที่ 7 -9
ชื่อบทเรียน : การสมดุลของแรง	จำนวน 6 ชม.

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. คานยาว 8 เมตร รับน้ำหนักดังรูป จงหาแรงต้านทานที่จุดรองรับ A



วิธีทำ



$$\sum F_y = 0$$

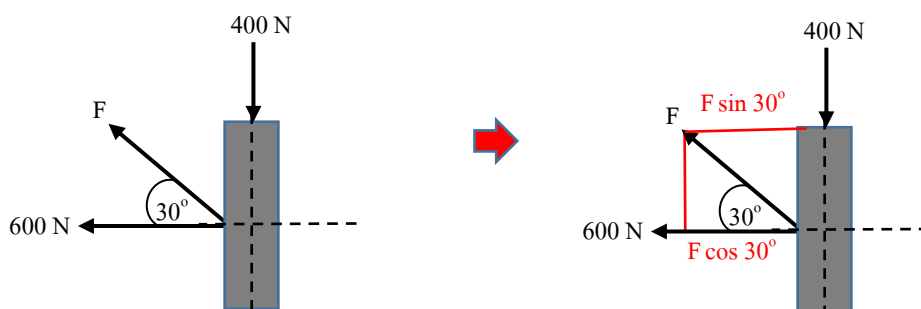
$$R_A + 400 - 100 - 400 - 300 = 0$$

$$R_A = 100 + 400 + 300 - 400$$

$$R_A = 400 \text{ N}$$

ตอบ

2. จงหาขนาดของแรง F ที่ทำให้โครงสร้างดังรูปมีความสมดุล



วิธีทำ

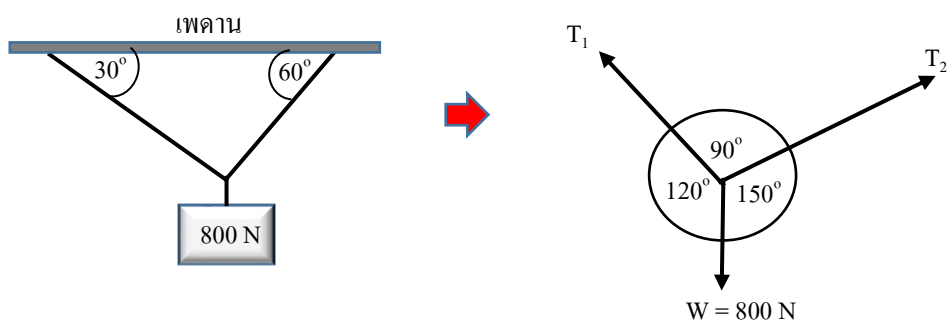
$$\Sigma F_y = 0$$

$$F \sin 30^\circ - 400 = 0$$

$$F = 800 \text{ N}$$

ตอบ

3. แขนงวัตถุน้ำหนัก 800 นิวตัน ไว้กับเพดานดังรูป จงคำนวณหาแรงดึงเชือกทุกเส้น



วิธีทำ

$$\frac{T_1}{\sin 150^\circ} = \frac{T_2}{\sin 120^\circ} = \frac{800}{\sin 90^\circ}$$

หาแรงดึงเชือก T_1

$$\frac{T_1}{\sin 150^\circ} = \frac{800}{\sin 90^\circ}$$

$$T_1 = \frac{800 \sin 150^\circ}{\sin 90^\circ}$$

$$T_1 = 400 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ

หาแรงดึงเชือก T_2

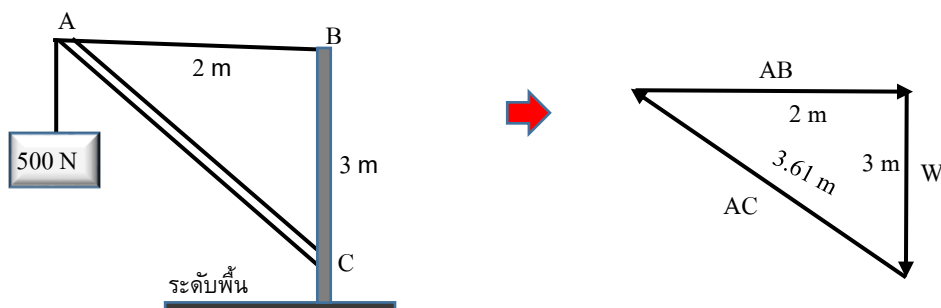
$$\frac{T_2}{\sin 120^\circ} = \frac{800}{\sin 90^\circ}$$

$$T_2 = \frac{800 \sin 120^\circ}{\sin 90^\circ}$$

$$T_2 = 692.82 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ

4. วัตถุน้ำหนัก 500 นิวตัน ถูกยึดไว้กับโครงสร้างดังรูป จงคำนวณหาแรงดึงในโซ่โยง AB และแรงกดที่เสาค้ำโซ่ AC



วิธีทำ

$$\frac{AB}{2} = \frac{AC}{3.61} = \frac{500}{3}$$

หาแรงดึงในโซ่โยงหัวเสา (AB)

$$\frac{AB}{2} = \frac{500}{3}$$

$$AB = \frac{500 \times 2}{3}$$

$$AB = 333.33 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ

หาแรงกดที่เสาค้ำโซ่ (AC)

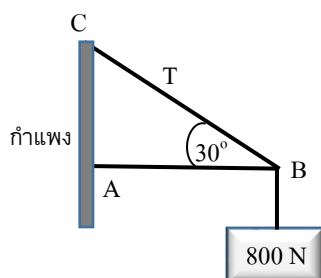
$$\frac{AC}{3.61} = \frac{500}{3}$$

$$AC = \frac{500 \times 3.61}{3}$$

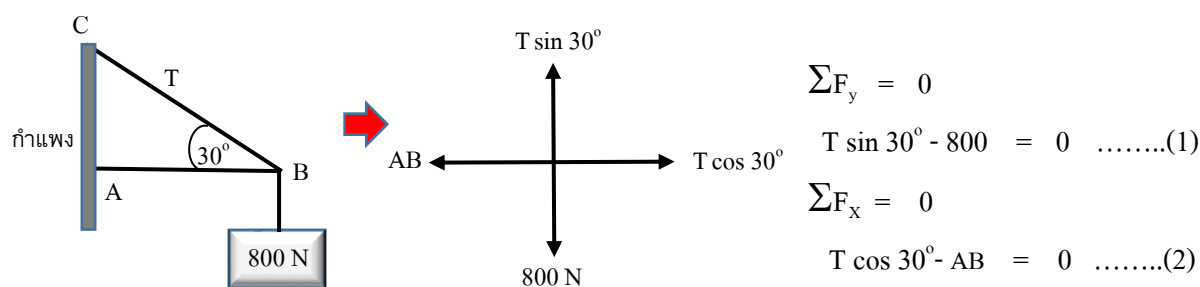
$$AC = 601.67 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ

5. กาน AB ยาว 8 เมตร แขนงวัตถุหนัก 800 นิวตัน ไว้ที่จุด B และ BC เป็นเส้นลวดผูกโยงกานไว้กับกำแพงดังรูป จงคำนวณหาแรงดึงในเส้นลวด T และแรงปฏิกิริยาของบานพับที่จุด A โดยวิธีแตกแรง ทฤษฎีลามี และสามเหลี่ยมแทนแรง



5.1 วิธีแตกแรง



วิธีทำ

หาแรงดึงในเส้นลวด T จากสมการที่ (1)

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ T \sin 30^\circ - 800 &= 0 \\ T &= \frac{800}{\sin 30^\circ} \\ &= 1,600 \text{ นิวตัน}\end{aligned}$$

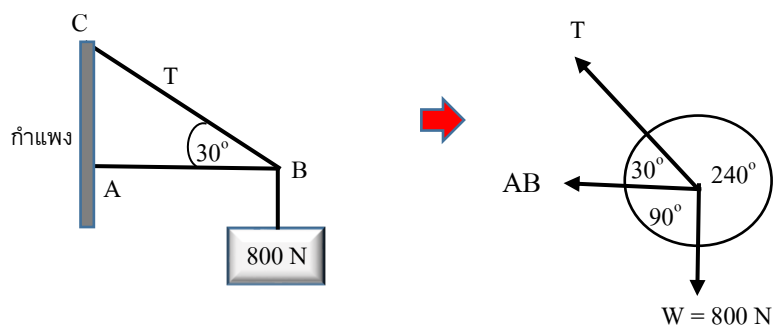
ตอบ

หาแรงปฏิกิริยาของบานพับที่จุด A จากสมการที่ (2)

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ T \cos 30^\circ - AB &= 0 \\ AB &= T \cos 30^\circ \\ AB &= 1,600 \cos 30^\circ \\ AB &= 1,385.64 \text{ นิวตัน}\end{aligned}$$

ตอบ

5.2 วิธีทฤษฎีลามี



วิธีทำ

$$\frac{T}{\sin 90^\circ} = \frac{AB}{\sin 240^\circ} = \frac{800}{\sin 30^\circ}$$

หาแรงดึงในเส้นลวด T

$$\frac{T}{\sin 90^\circ} = \frac{800}{\sin 30^\circ}$$

$$T = \frac{800 \sin 90^\circ}{\sin 30^\circ}$$

$$T = 1,600 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ

หาแรงปฏิกิริยาของบานพับที่จุด A

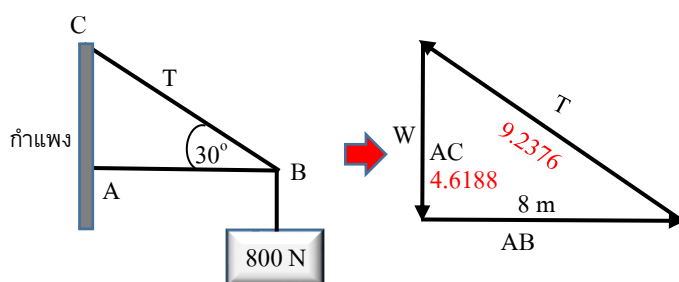
$$\frac{AB}{\sin 240^\circ} = \frac{800}{\sin 30^\circ}$$

$$AB = \frac{800 \sin 240^\circ}{\sin 30^\circ}$$

$$AB = 1,385.64 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ

5.3 วิธีสามเหลี่ยมแทนแรง



$$\tan \theta = \frac{AC}{8}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{AC}{8}$$

$$AC = \tan 30^\circ (8)$$

$$AC = 4.6188 \text{ m}$$

วิธีทำ

$$\frac{AB}{8} = \frac{T}{9.2376} = \frac{800}{4.6188}$$

หาแรงดึงในเส้นลวด T

$$\frac{T}{9.2376} = \frac{800}{4.6188}$$

$$T = \frac{800 \times 9.2376}{4.6188}$$

$$T = 1,600 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ

หาแรงปฏิกิริยาของบานพับที่จุด A

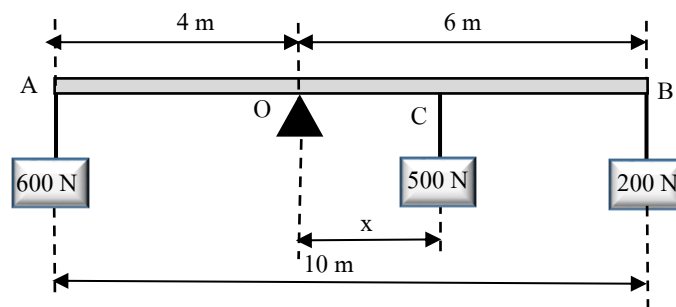
$$\frac{AB}{8} = \frac{800}{4.6188}$$

$$AB = \frac{800 \times 8}{4.6188}$$

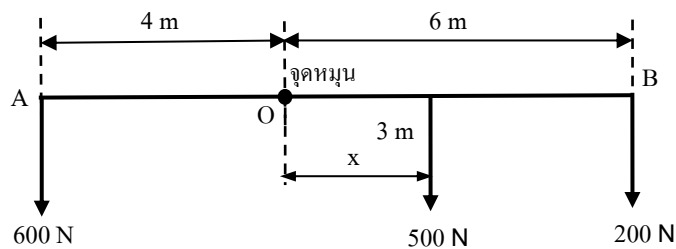
$$AB = 1,385.64 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ

6. กานส์ม่แสมยว 10 เมตร มีน้ำหนักระทำบนกานดังรูป ต้องแขวนวัตถุน้ำหนั 500 นิวตัน ห่างจากจุดหมุนเท่าใด กานจึงจะอยู่ในสภาวะสมดุล



วิธีทำ



หาระยะทางที่ทำให้กานสมดุล (x)

$$\Sigma M_O = 0$$

$$M_{\text{ตาม}} = M_{\text{ทวน}}$$

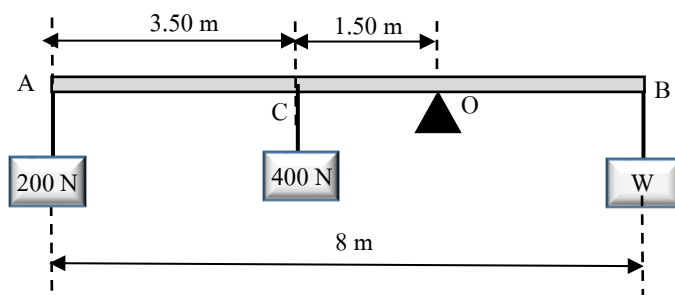
$$(500 \times x) + (200 \times 6) = (600 \times 4)$$

$$x = \frac{(600 \times 4) - (200 \times 6)}{500}$$

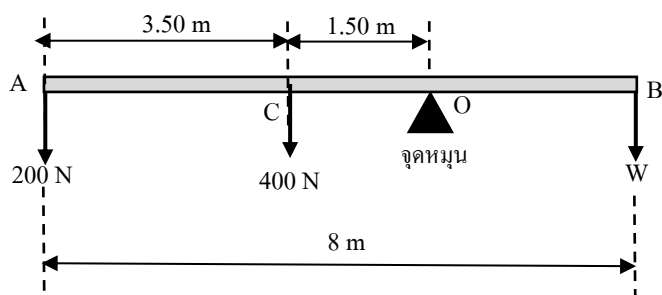
$$x = 2.40 \text{ m}$$

ตอบ

7. คานสม่ำเสมอยาว 8 เมตร มีไม้หมอนหนุนที่จุด O มีวัตถุหนัก 400 นิวตัน และ 200 นิวตันแขวนไว้ที่คานดังรูป ถ้าต้องการให้คานสมดุลต้องแขวนน้ำหนักที่จุด B เพิ่มอีกเท่าใด



วิธีทำ



หาน้ำหนักที่ทำให้คานสมดุล (W)

$$\Sigma M_O = 0$$

$$M_{\text{ตาม}} = M_{\text{ทวน}}$$

$$(W \times 3) = (400 \times 1.50) + (200 \times 5)$$

$$W = \frac{600 + 1,000}{3}$$

$$W = 533.33 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ความหมายของการสมดุลข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิม

ข. วัตถุรักษาสภาพอยู่นิ่งให้เคลื่อนที่อย่างคงที่

ค. วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้ลดลงจนหยุดนิ่ง

ง. วัตถุรักษาสภาพอยู่นิ่งให้เคลื่อนที่ในทิศทางเดิม

2. ข้อใดคือสภาพของวัตถุประเภทสมดุลสถิต

ก. วัตถุอยู่ในสภาพค่อยๆ หยุดนิ่ง

ข. วัตถุอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

ค. วัตถุอยู่ในสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ง. วัตถุอยู่ในสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลง

3. ข้อใดคือหลักการสมดุลของแรงในเส้นตรงเดียวกัน

ก. เกิดจากแรงเพียง 1 แรงมากระทำต่อวัตถุ

ข. เกิดจากแรงมากกว่า 2 แรงที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางเดียวกัน

ค. เกิดจากแรงไม่เกิน 2 แรงที่มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม

ง. เกิดจากแรงหลายแรงที่ขนานกันมากระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงกันข้าม

4. นาย A น้ำหนัก 50 kg นั่งห่างจากจุดหมุนเป็นระยะทาง 4 เมตร นาย B น้ำหนัก 80 kg ต้องนั่งห่างจากจุดหมุนเป็นระยะทางเท่าใดจึงจะทำให้เกิดความสมดุล

ก. 2.00 m

ข. 2.50 m

ค. 3.50 m

ง. 32.50 m

5. การคำนวณหาขนาดของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลโดยวิธีการแตกแรงต้องอาศัยข้อมูลตามข้อใด

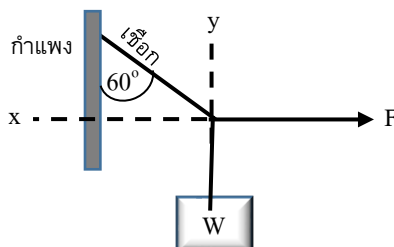
ก. มุมที่แรงกระทำกับแกนทั้งสอง

ข. ขนาดของแรงที่กระทำกับแกนทั้งสอง

ค. ขนาดของแรงและมุมที่แรงกระทำกับแกนทั้งสอง

ง. ขนาดของแรงและทิศทางที่แรงกระทำกับแกนทั้งสอง

6. จากรูปต่อไปนี้ แยกแรงในเส้นเชือก (T) เข้าหาแกน x ได้ตามข้อใดถูกต้องที่สุด



ก. $T \sin 30^\circ$

ข. $T \sin 60^\circ$

ค. $T \cos 30^\circ$

ง. $T \cos 60^\circ$

7. การคำนวณหาขนาดของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลโดยทฤษฎีของลามีมีหลักการตามข้อใด

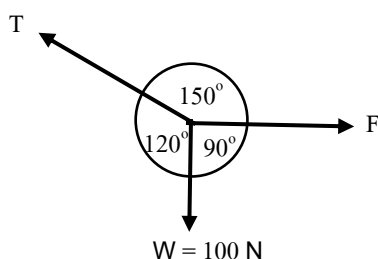
ก. อัตราส่วนของแรงต่อ $\cos$ ของมุมติดกับแรงนั้น มีค่าเท่ากัน

ข. อัตราส่วนของแรงต่อ $\sin$ ของมุมติดกับแรงนั้น มีค่าเท่ากัน

ค. อัตราส่วนของแรงต่อ $\cos$ ของมุมตรงข้ามแรงนั้น มีค่าเท่ากัน

ง. อัตราส่วนของแรงต่อ $\sin$ ของมุมตรงข้ามแรงนั้น มีค่าเท่ากัน

8. จากรูปต่อไปนี้ หาอัตราส่วนของแรง T โดยทฤษฎีของลามีได้ตามข้อใด



ก. $\frac{T}{\sin 90^\circ}$

ข. $\frac{T}{\sin 120^\circ}$

ค. $\frac{T}{\sin 150^\circ}$

ง. $\frac{T}{\sin 360^\circ}$

9. การคำนวณหาขนาดของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลโดยทฤษฎีสามเหลี่ยมแทนแรงต้องอาศัยข้อมูลตามข้อใด

ก. ความยาวของด้านในรูปสามเหลี่ยมแทนแรง

ข. มุมที่แรงกระทำกับด้านในรูปสามเหลี่ยมแทนแรง

ค. ค่า $\sin$ ของแรงที่กระทำกับด้านในรูปสามเหลี่ยมแทนแรง

ง. แกนอ้างอิงที่กระทำกับความยาวของด้านในรูปสามเหลี่ยมแทนแรง

10. หลักการสมดุลต่อการหมุน ข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. สภาพที่วัตถุอยู่นิ่งๆ ไม่มีการหมุน

ข. สภาพที่วัตถุหมุนด้วยอัตราเร็วคงที่

ค. สภาพที่วัตถุอยู่นิ่งหรืออาจหมุนด้วยอัตราเร่งคงที่

ง. สภาพที่วัตถุอยู่นิ่งหรืออาจหมุนด้วยอัตราเร็วคงที่

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 4 การสมดุลของแรง

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก	ข	ค	ข	ค	ง	ง	ก	ก	ง

แบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ความหมายของการสมดุลข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้ลดลงจนหยุดนิ่ง
- ข. วัตถุรักษาสภาพอยู่นิ่งให้เคลื่อนที่ในทิศทางเดิม
- ค. วัตถุรักษาสภาพอยู่นิ่งให้เคลื่อนที่อย่างคงที่
- ง. วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิม

2. ข้อใดคือสภาพของวัตถุประเภทสมดุลสถิต

- ก. วัตถุอยู่ในสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลง
- ข. วัตถุอยู่ในสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
- ค. วัตถุอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
- ง. วัตถุอยู่ในสภาพค่อยๆ หยุดนิ่ง

3. ข้อใดคือหลักการสมดุลของแรงที่ขนานกัน

- ก. เกิดจากแรงไม่เกิน 2 แรงที่ขนานกันมากระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงกันข้าม
- ข. เกิดจากแรงมากกว่า 2 แรงขนานกันมากระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกัน
- ค. เกิดจากแรงหลายแรงที่ขนานกันมากระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงกันข้าม
- ง. เกิดจากแรงหลายแรงที่ขนานกันมากระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกัน

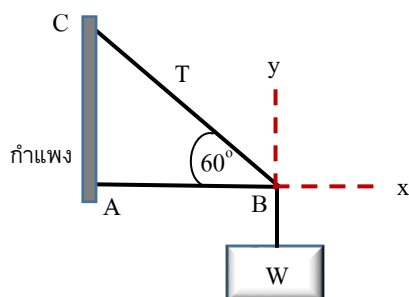
4. นาย A น้ำหนัก 80 kg นั่งห่างจากจุดหมุนเป็นระยะทาง 2.50 m นาย B น้ำหนัก 50 kg ต้องนั่งห่างจากจุดหมุนเป็นระยะทางเท่าใดจึงจะทำให้เกิดความสมดุล

- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 5.20 m | ข. 4.50 m |
| ค. 4.00 m | ง. 3.50 m |

5. การคำนวณหาขนาดของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลโดยวิธีการแตกแรงต้องอาศัยข้อมูลตามข้อใด

- ก. ขนาดของแรงและทิศทางที่แรงกระทำกับแกนทั้งสอง
- ข. ขนาดของแรงและมุมที่แรงกระทำกับแกนทั้งสอง
- ค. ขนาดของแรงที่กระทำกับแกนทั้งสอง
- ง. มุมที่แรงกระทำกับแกนทั้งสอง

6. จากรูปต่อไปนี้ แยกแรงในเส้นเชือก (T) เข้าหาแกน y ได้ตามข้อใดถูกต้องที่สุด



ก. $T \sin 60^\circ$

ข. $T \cos 60^\circ$

ค. $T \cos 30^\circ$

ง. $T \sin 30^\circ$

7. การคำนวณหาขนาดของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลโดยทฤษฎีของลามีมีหลักการตามข้อใด

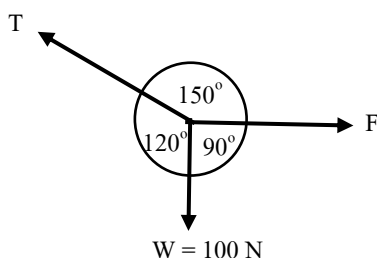
ก. อัตราส่วนของแรงต่อ $\cos$ ของมุมตรงข้ามแรงนั้น มีค่าเท่ากัน

ข. อัตราส่วนของแรงต่อ $\sin$ ของมุมตรงข้ามแรงนั้น มีค่าเท่ากัน

ค. อัตราส่วนของแรงต่อ $\cos$ ของมุมนติดกับแรงนั้น มีค่าเท่ากัน

ง. อัตราส่วนของแรงต่อ $\sin$ ของมุมนติดกับแรงนั้น มีค่าเท่ากัน

8. จากรูปต่อไปนี้ หาอัตราส่วนของแรง F โดยทฤษฎีของลามีได้ตามข้อใด



ก. $\frac{F}{\sin 90^\circ}$

ข. $\frac{F}{\sin 120^\circ}$

ค. $\frac{F}{\sin 150^\circ}$

ง. $\frac{F}{\sin 360^\circ}$

9. การคำนวณหาขนาดของแรงที่ทำให้วัตถุสมดุลโดยทฤษฎีสามเหลี่ยมแทนแรงต้องอาศัยข้อมูลตามข้อใด

- ก. แกนอ้างอิงที่กระทำกับความยาวของด้านในรูปสามเหลี่ยมแทนแรง
- ข. ค่า $\sin$ ของแรงที่กระทำกับด้านในรูปสามเหลี่ยมแทนแรง
- ค. มุมที่แรงกระทำกับด้านในรูปสามเหลี่ยมแทนแรง
- ง. ความยาวของด้านในรูปสามเหลี่ยมแทนแรง

10. หลักการสมดุลต่อการหมุน ข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. สภาพที่วัตถุอยู่นิ่งหรืออาจหมุนด้วยอัตราเร็วคงที่
- ข. สภาพที่วัตถุอยู่นิ่งหรืออาจหมุนด้วยอัตราเร่งคงที่
- ค. สภาพที่วัตถุหมุนด้วยอัตราเร็วคงที่
- ง. สภาพที่วัตถุอยู่นิ่งๆ ไม่มีการหมุน

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 4 การสมดุลของแรง

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ข	ค	ค	ข	ก	ข	ข	ง	ง

	แผนการจัดการเรียนรู้	บทเรียนที่ 5
	รหัสวิชา 20106-2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	สอนครั้งที่ 10 - 11
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน	จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

มีความรู้เกี่ยวกับจุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วงเพื่อประยุกต์ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ปัญหาทางกลศาสตร์อย่างง่ายได้อย่างถูกต้องในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการของจุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง
2. คำนวณหาจุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง
3. ประยุกต์ใช้หลักการของจุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วงในการคำนวณทางวิศวกรรม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของจุดเซนทรอยด์ได้
2. คำนวณวิธีการหาจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่รูปทรงเรขาคณิตได้
3. คำนวณหาจุดเซนทรอยด์ของรูปทรงเรขาคณิตหน้าตัดสมมาตรได้
4. คำนวณหาจุดเซนทรอยด์ของรูปทรงเรขาคณิตหน้าตัดประกอบได้
5. บอกความหมายของจุดศูนย์กลางถ่วง จุดศูนย์กลางมวลได้
6. คำนวณหาจุดศูนย์กลางถ่วง จุดศูนย์กลางมวลได้
7. บรรยายความสำคัญของจุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วงได้
8. ประยุกต์ใช้ของจุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วงในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

5. ตารางการเรียนรู้

5.1 ความหมายของจุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง

1. จุดเซนทรอยด์ (Centroid : C) หมายถึง จุดศูนย์กลางของวัตถุรูปทรงเรขาคณิต
2. จุดศูนย์กลางถ่วง (center of gravity : C.G.) หมายถึง จุดศูนย์กลางรวมของน้ำหนักวัตถุทั้งก้อน
3. จุดศูนย์กลางมวล (center of mass : C.M.) หมายถึงจุดเสมือนเป็นที่ยึดรวมของมวลทั้งหมดของวัตถุ

ทั้งหมดของวัตถุ

5.2 ลักษณะหน้าตัดของชิ้นส่วนโครงสร้าง

1. หน้าตัดสมมาตร หมายถึงหน้าตัดที่มีชิ้นส่วนขององค์อาคารหลักทำจากวัสดุเนื้อเดียว และมีรูปหน้าตัดเป็นรูปเรขาคณิตพื้นฐาน
2. หน้าตัดประกอบ เป็นหน้าตัดที่ไม่เป็นรูปเรขาคณิตพื้นฐาน หรือเกิดจากการใช้แท่งวัสดุหลายๆ ชิ้นมาประกอบเป็นชิ้นส่วนของโครงสร้าง

5.3 จุดเซนทรอยด์ของพื้นที่รูปทรงเรขาคณิต

ตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ (จุด C) ของพื้นที่รูปทรงเรขาคณิตแบบต่าง ๆ มีดังนี้

1. พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม (rectangular area)
2. พื้นที่สามเหลี่ยมมุมฉาก (right triangle area)
3. พื้นที่สามเหลี่ยมด้านไม่เท่า (scalene triangle area)
4. พื้นที่สามเหลี่ยมหน้าจั่ว (isosceles triangle area)
5. พื้นที่วงกลม (circle area)
6. พื้นที่ครึ่งวงกลม (semicircular area)
7. พื้นที่ $\frac{1}{4}$ วงกลม (quarter circle area)

5.4 จุดเซนทรอยด์ของพื้นที่หน้าตัดสมมาตร

สมมาตร (symmetry) หมายถึงการเข้ากันได้ หรือความงามได้สัดส่วน และความสมดุล ดังนั้นในทางเรขาคณิต “พื้นที่หน้าตัดสมมาตร” จึงหมายถึง พื้นที่หน้าตัดที่มีความสมดุล ซึ่งจุดเซนทรอยด์ของหน้าตัดนี้จะอยู่ในจุดกึ่งกลางของพื้นที่

5.5 จุดเซนทรอยด์ของพื้นที่ประกอบ

พื้นที่ประกอบ (composite area) หรืออาจเรียกว่าพื้นที่หน้าตัดไม่สมมาตร (non symmetry) เป็นพื้นที่ประกอบโดยการบวกเพิ่มหรือตัดออกจากพื้นที่รูปเรขาคณิตพื้นฐาน สามารถหาจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่ประกอบได้โดยวิธีโมเมนต์ของพื้นที่รอบแกน x และแกน

5.6 จุดศูนย์กลางถ่วง

จุดศูนย์กลางถ่วง (Center of Gravity : C.G.) คือจุดที่เสมือนเป็นที่รวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน และเป็นจุดที่แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำที่จุดนี้ ซึ่งจุดศูนย์กลางถ่วงอาจไม่อยู่ในเนื้อของวัตถุและไม่จำเป็นต้องอยู่ตรงกลางของวัตถุเสมอไป

5.7 จุดศูนย์กลางมวล

จุดศูนย์กลางมวล (center of mass : C.M.) เป็นจุดที่เสมือนเป็นที่รวมของมวลวัตถุทั้งก้อน การหาจุดศูนย์กลางมวล หาได้โดยการออกแรงกระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ตามแนวแรงโดยไม่หมุนหลายๆ ครั้ง แล้วพบว่า แนวแรงนั้นจะตัดกันที่จุดๆ หนึ่ง เรียกว่า “จุดศูนย์กลางมวล”

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้
บทเรียนที่ 5 เรื่อง จุลเซนทรอยด์และจุลศูนย์ถ่วง

2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนที่ 5 เรื่อง จุลเซนทรอยด์และจุลศูนย์ถ่วง
หน้า 130 -131 ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

ขั้นสอน

4. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทเรียนที่ 5 เรื่อง จุลเซนทรอยด์และจุลศูนย์ถ่วง

5. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาพร้อมกับครู

6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5 เรื่อง จุลเซนทรอยด์และจุลศูนย์ถ่วง หน้า 166 - 168
ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1 ครูให้คำแนะนำ และตอบข้อซักถาม

7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5 เรื่อง จุลเซนทรอยด์และ
จุลศูนย์ถ่วง

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนที่ 5 เรื่อง จุลเซนทรอยด์และจุลศูนย์ถ่วง
หน้า 169 - 170 ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

9. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลย
คำตอบ

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 หนังสือเรียนรายวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106-2018) ของบริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น
จำกัด (มหาชน)

7.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

7.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

แบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนที่ 5 เรื่อง จุลเซนทรอยด์และจุลศูนย์ถ่วง

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบฝึกหัดในบทเรียนที่ 5 เรื่อง จุลเซนทรอยด์และจุลศูนย์ถ่วง

9. การวัดผลประเมินผล

9.1 วิธีการประเมิน

- 1) สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
- 2) ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้บทเรียนที่ 5 เรื่อง จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลาง
- 3) สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอัน

พึงประสงค์

9.2 เครื่องมือประเมิน

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
- 2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 5 เรื่อง จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลาง
- 3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 เกณฑ์การประเมินผล

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
- 2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 5 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
- 3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนน

ขึ้นอยู่กับประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

- 1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

- 2) แนวทางแก้ปัญหาครั้งต่อไป

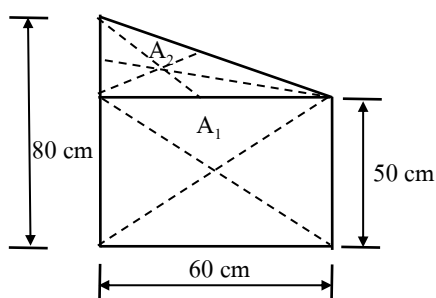
.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5	บทเรียนที่ 5
ชื่อวิชา : กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา : 20106-2018	สัปดาห์ที่ 10 - 11
ชื่อบทเรียน : จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง	จำนวน 4 ชม.

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. จงหาจุดเซนทรอยด์ของแผ่นพลาสติกเบา ดังรูป



$$\begin{aligned}
 A_1 &= 50 \times 60 \\
 &= 3,000 \text{ cm}^2 \\
 A_2 &= \frac{1}{2} \times 30 \times 60 \\
 &= 1,800 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \frac{60}{2} = 30 \text{ cm} & y_1 &= \frac{50}{2} = 25 \text{ cm} \\
 x_2 &= \frac{60}{3} = 20 \text{ cm} & y_2 &= \frac{30}{3} + 50 = 60 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

โมเมนต์ของพื้นที่ที่รอบแกน y จะได้

$$\bar{x} = \frac{(A_1 x_1) + (A_2 x_2)}{(A_1 + A_2)}$$

$$\bar{x} = \frac{(3,000 \times 30) + (1,800 \times 20)}{(3,000 + 1,800)}$$

$$\bar{x} = 30 \text{ cm}$$

ตอบ

โมเมนต์ของพื้นที่ที่รอบแกน x จะได้

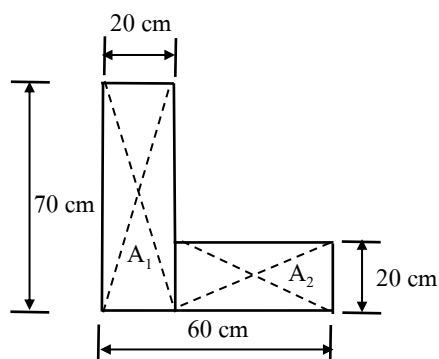
$$\bar{y} = \frac{(A_1 y_1) + (A_2 y_2)}{(A_1 + A_2)}$$

$$\bar{y} = \frac{(3,000 \times 25) + (1,800 \times 60)}{(3,000 + 1,800)}$$

$$\bar{y} = 38.13 \text{ cm}$$

ตอบ

2. จงหาจุดเซนทรอยด์ของแผ่นพลาสติกเบา ดังรูป



$$\begin{aligned} A_1 &= 20 \times 70 \\ &= 1,400 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= 20 \times 40 \\ &= 800 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

วิธีทำ

$$x_1 = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

$$y_1 = \frac{70}{2} = 35 \text{ cm}$$

$$x_2 = \frac{40}{2} + 20 = 40 \text{ cm}$$

$$y_2 = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

โมเมนต์ของพื้นที่ที่รอบแกน y จะได้

$$\bar{x} = \frac{(A_1 x_1) + (A_2 x_2)}{(A_1 + A_2)}$$

$$\bar{x} = \frac{(1,400 \times 10) + (800 \times 40)}{(1,400 + 800)}$$

$$\bar{x} = 20.91 \text{ cm}$$

ตอบ

โมเมนต์ของพื้นที่ที่รอบแกน x จะได้

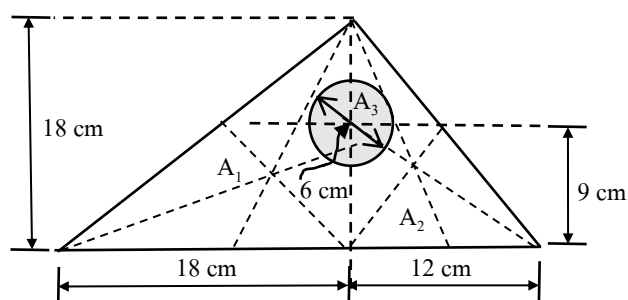
$$\bar{y} = \frac{(A_1 y_1) + (A_2 y_2)}{(A_1 + A_2)}$$

$$\bar{y} = \frac{(1,400 \times 35) + (800 \times 10)}{(1,400 + 800)}$$

$$\bar{y} = 25.91 \text{ cm}$$

ตอบ

3. จงหาจุดเซนทรอยด์ของแผ่นโลหะเจาะรู ดังรูป



$$A_1 = \frac{1}{2} \times 18 \times 18 = 162 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{1}{2} \times 12 \times 18 = 108 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{22}{7} \times 3^2 = 28.29 \text{ cm}^2$$

วิธีทำ

$$x_1 = \frac{2 \times 18}{3} = 12 \text{ cm} \quad y_1 = y_2 = \frac{18}{3} = 6 \text{ cm}$$

$$x_2 = \frac{12}{3} + 18 = 22 \text{ cm} \quad y_3 = 9 \text{ cm}$$

$$x_3 = 18 \text{ cm}$$

โมเมนต์ของพื้นที่ที่รอบแกน y จะได้

$$\bar{x} = \frac{(A_1 x_1) + (A_2 x_2)}{(A_1 + A_2)}$$

$$\bar{x} = \frac{(162 \times 12) + (108 \times 22) - (28.29 \times 18)}{(162 + 108 - 28.29)}$$

$$\bar{x} = 15.77 \text{ cm}$$

ตอบ

โมเมนต์ของพื้นที่ที่รอบแกน x จะได้

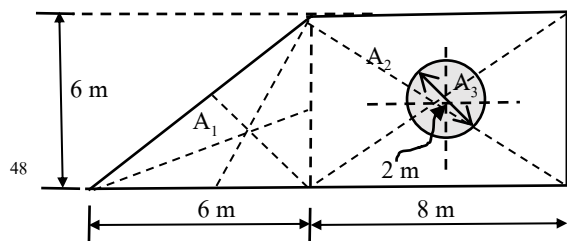
$$\bar{y} = \frac{(A_1 y_1) + (A_2 y_2)}{(A_1 + A_2)}$$

$$\bar{y} = \frac{(162 \times 6) + (108 \times 6) - (28.29 \times 9)}{(162 + 108 - 28.29)}$$

$$\bar{y} = 5.65 \text{ cm}$$

ตอบ

4. จงหาจุดเซนทรอยด์ของแผ่นโลหะเจาะรู ดังรูป



$$A_1 = \frac{1}{2} \times 6 \times 8 = 24 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 6 \times 8 = 48 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{22}{7} \times 1^2 = 3.14 \text{ m}^2$$

วิธีทำ

$$x_1 = \frac{2 \times 6}{3} = 4 \text{ m}$$

$$y_1 = \frac{6}{3} = 2 \text{ m}$$

$$x_2 = \frac{8}{2} + 6 = 10 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{6}{2} = 3 \text{ m}$$

$$x_3 = \frac{8}{2} + 6 = 10 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{6}{3} = 3 \text{ m}$$

โมเมนต์ของพื้นที่รอบแกน y จะได้

$$\bar{x} = \frac{(A_1 x_1) + (A_2 x_2)}{(A_1 + A_2)}$$

$$\bar{x} = \frac{(24 \times 4) + (48 \times 10) - (3.14 \times 10)}{(24 + 48 - 3.14)}$$

$$\bar{x} = 7.91 \text{ cm}$$

ตอบ

โมเมนต์ของพื้นที่รอบแกน x จะได้

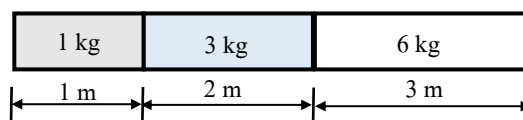
$$\bar{y} = \frac{(A_1 y_1) + (A_2 y_2)}{(A_1 + A_2)}$$

$$\bar{y} = \frac{(24 \times 2) + (48 \times 3) - (3.14 \times 3)}{(24 + 48 - 3.14)}$$

$$\bar{y} = 2.65 \text{ cm}$$

ตอบ

5. ท่อนโลหะ 3 ท่อนแต่ละท่อนมีขนาดสม่ำเสมอ ยาว 1, 2 และ 3 เมตร มีมวล 1, 3 และ 6 กิโลกรัม ตามลำดับ นำโลหะทั้งสามท่อนนี้มาเชื่อมให้ติดกันตามยาว จงหาจุดศูนย์กลางมวล เมื่อให้ท่อนโลหะยาว 2 เมตรอยู่กึ่งกลาง



วิธีทำ

$$\begin{array}{ll} m_1 = 1 \text{ kg} & x_1 = 0.50 \text{ m} \\ m_2 = 3 \text{ kg} & x_2 = 2 \text{ m} \\ m_3 = 6 \text{ kg} & x_3 = 4.50 \text{ m} \end{array}$$

จุดศูนย์กลางมวลของระบบบนพิกัด x (x_{cm})

$$\begin{aligned} x_{cm} &= \bar{x} = \frac{(m_1 x_1) + (m_2 x_2) + (m_3 x_3)}{(m_1 + m_2 + m_3)} \\ \bar{x} &= \frac{(1 \times 0.50) + (3 \times 2) + (6 \times 4.50)}{(1 + 3 + 6)} \\ \bar{x} &= 3.35 \text{ m} \end{aligned}$$

ตอบ

6. วัตถุน้ำหนัก 20 N, 30 N และ 50 N วางอยู่ในตำแหน่งพิกัด (0,0) , (4,0) และ (2,4) เมตร ตามลำดับในระนาบ (x,y) จงหาจุดศูนย์กลางถ่วงของระบบ

วิธีทำ

จุดศูนย์กลางถ่วงของระบบบนพิกัด x (x_{cg})

$$\begin{aligned} x_{cg} &= \bar{x} = \frac{(w_1 x_1) + (w_2 x_2) + (w_3 x_3)}{(w_1 + w_2 + w_3)} \\ \bar{x} &= \frac{(20 \times 0) + (30 \times 4) + (50 \times 2)}{(20 + 30 + 50)} \\ \bar{x} &= 2.20 \text{ m} \end{aligned}$$

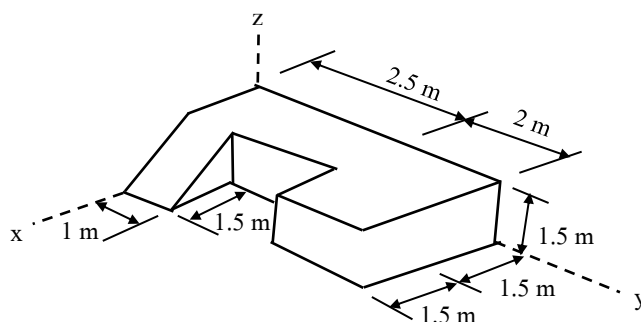
ตอบ

จุดศูนย์กลางถ่วงของระบบบนพิกัด y (y_{cg})

$$\begin{aligned} y_{cg} &= \bar{y} = \frac{(w_1 x_1) + (w_2 x_2) + (w_3 x_3)}{(w_1 + w_2 + w_3)} \\ \bar{y} &= \frac{(20 \times 0) + (30 \times 0) + (50 \times 4)}{(20 + 30 + 50)} \\ \bar{y} &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

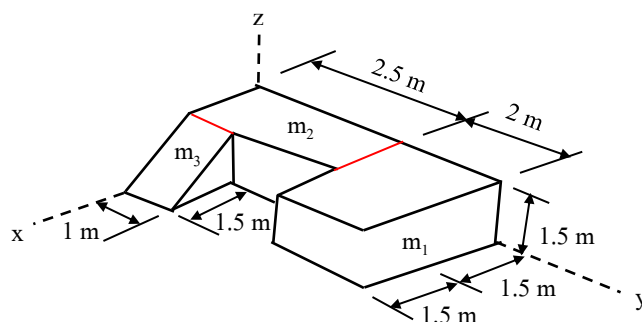
ตอบ

7. จากรูปต่อไปนี้ จงหาจุดศูนย์กลางมวลของระบบ



วิธีทำ

1. หามวลและศูนย์กลางมวลแต่ละก้อนอ้างอิงกับระนาบแกน x แกน y และแกน z



$$m_1 = 2 \times 3 \times 1.50 = 9 \text{ m}^3$$

$$m_2 = 1.50 \times 2.50 \times 1.50 = 5.63 \text{ m}^3$$

$$m_3 = 0.50 \times 1 \times 1.50 \times 1.50 = 1.13 \text{ m}^3$$

$$x_1, y_1, z_1 = 1.50 \text{ m}, 3.50 \text{ m}, 0.75 \text{ m}$$

$$x_2, y_2, z_2 = 0.75 \text{ m}, 1.25 \text{ m}, 0.75 \text{ m}$$

$$x_3, y_3, z_3 = 2 \text{ m}, 0.50 \text{ m}, 1 \text{ m}$$

2. หาจุดศูนย์กลางมวลของระบบ

จุดศูนย์กลางมวลของระบบบนพิกัด x (x_{cm})

$$x_{cm} = \bar{x} = \frac{(m_1 x_1) + (m_2 x_2) + (m_3 x_3)}{(m_1 + m_2 + m_3)}$$

$$\bar{x} = \frac{(9 \times 1.50) + (5.63 \times 0.75) + (1.13 \times 2)}{(9 + 5.63 + 1.13)}$$

$$\bar{x} = 1.27 \text{ m}$$

ตอบ

จุดศูนย์กลางมวลของระบบบนพิกัด y (y_{cm})

$$y_{cm} = \bar{y} = \frac{(m_1 y_1) + (m_2 y_2) + (m_3 y_3)}{(m_1 + m_2 + m_3)}$$

$$\bar{y} = \frac{(9 \times 3.50) + (5.63 \times 1.25) + (1.13 \times 0.50)}{(9 + 5.63 + 1.13)}$$

$$\bar{y} = 2.48 \text{ m}$$

ตอบ

จุดศูนย์กลางมวลของระบบบนพิกัด z (z_{cm})

$$z_{cm} = \bar{z} = \frac{(m_1 z_1) + (m_2 z_2) + (m_3 z_3)}{(m_1 + m_2 + m_3)}$$

$$\bar{z} = \frac{(9 \times 2) + (5.63 \times 0.50) + (1.13 \times 1)}{(9 + 5.63 + 1.13)}$$

$$\bar{z} = 1.39 \text{ m}$$

ตอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือความหมายของจุดเซนทรอยด์

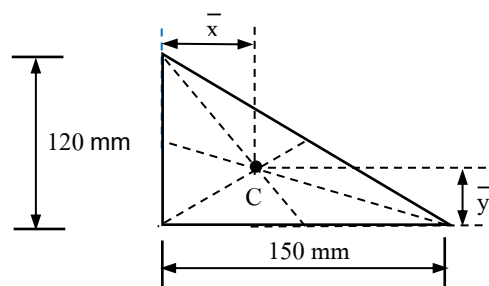
ก. จุดศูนย์กลางของพื้นที่

ข. จุดศูนย์กลางของพื้นที่

ค. จุดศูนย์กลางของน้ำหนัก

ง. จุดศูนย์กลางของน้ำหนัก

2. จากรูปสามเหลี่ยมต่อไปนี้มีค่า $\bar{x}$ ตามข้อใด



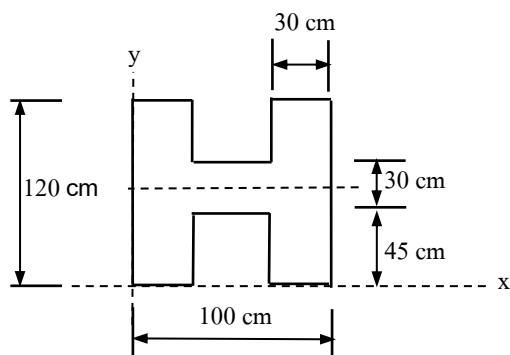
ก. 40 mm

ข. 50 mm

ค. 80 mm

ง. 100 mm

3. จากรูปต่อไปนี้มีค่า $\bar{y}$ ตามข้อใด



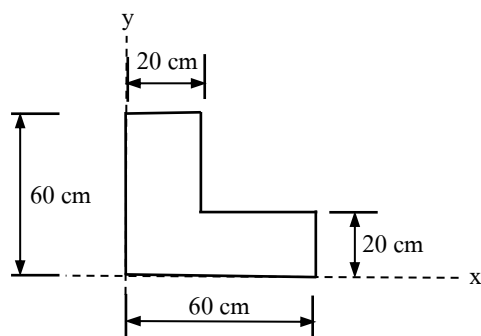
ก. 30 mm

ข. 45 mm

ค. 50 mm

ง. 60 mm

4. จากรูปต่อไปนี้มีค่า $\bar{x}$ ตามข้อใด



ก. 20 cm

ข. 28 cm

ค. 30 cm

ง. 35 cm

5. ข้อใดคือความหมายของจุดศูนย์กลางถ่วง

ก. จุดรวมของมวลวัตถุทั้งก้อน

ข. จุดรวมของน้ำหนักวัตถุทั้งก้อน

ค. จุดศูนย์กลางของพื้นที่วัตถุทั้งก้อน

ง. จุดที่แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุ

6. จุดเซนทรอยด์กับจุดศูนย์กลางถ่วงจะเป็นจุดเดียวกันในกรณีใด

ก. เมื่อวัตถุมีปริมาตรคงที่

ข. เมื่อวัตถุวางอยู่บนจุดสมดุล

ค. เมื่อมีพื้นที่หน้าตัดสมมาตร

ง. เมื่อวัตถุมีความหนาแน่นสม่ำเสมอ

7. การหาจุดเซนทรอยด์ของรูปหน้าตัดประกอบ ใช้หลักการตามข้อใด

ก. โมเมนต์ของพื้นที่

ข. การสมดุลของพื้นที่

ค. การสมดุลของน้ำหนัก

ง. ผลรวมของเซนทรอยด์รูปผสม

8. ข้อความใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับจุดศูนย์กลางถ่วงและจุดศูนย์กลางมวล

ก. จุดศูนย์กลางถ่วงและจุดศูนย์กลางมวลต้องอยู่ในเนื้อวัตถุเสมอ

ข. จุดศูนย์กลางมวลเป็นเสมือนจุดรวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน

ค. จุดศูนย์กลางถ่วงและจุดศูนย์กลางมวลไม่จำเป็นต้องอยู่ในเนื้อวัตถุ

ง. จุดศูนย์กลางถ่วงของแผ่นรูปสามเหลี่ยมอยู่ที่จุดตัดของเส้นทแยงมุม

9. จุดศูนย์กลางของแผ่นพลาสติกเบารูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วอยู่สูงกว่าฐานเป็นระยะเท่าใดถ้ารูปสามเหลี่ยมมีความสูง 120 มิลลิเมตร

ก. 30 mm

ข. 40 mm

ค. 60 mm

ง. 80 mm

10. จุดศูนย์กลางมวลของแผ่นโลหะที่ความหนาแน่นสม่ำเสมอ ขนาด 6×6 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร อยู่ที่ตำแหน่งใด

ก. จุดที่แบ่งกึ่งกลางของบนพื้นที่หน้าตัด

ข. จุดที่เส้นทแยงมุมตัดกันบนพื้นที่หน้าตัด

ค. จุดที่แบ่งยอดลงไปแบ่งครึ่งฐานบนพื้นที่หน้าตัด

ง. จุดที่แบ่งมุมภายในให้เท่า ๆ กันบนพื้นที่หน้าตัด

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 5 จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลาง

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ข	ข	ง	ข	ข	ง	ก	ค	ข	ข

แบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือความหมายของจุดศูนย์กลาง

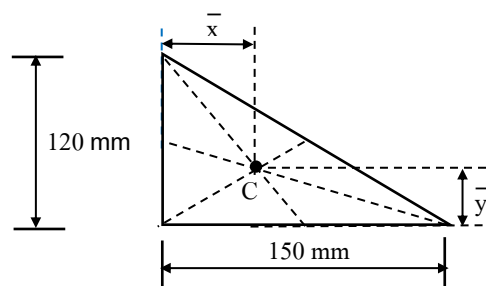
ก. จุดศูนย์กลางของน้ำหนัก

ข. จุดศูนย์กลางของน้ำหนัก

ค. จุดศูนย์กลางของพื้นที่

ง. จุดศูนย์กลางของพื้นที่

2. จากรูปสามเหลี่ยมต่อไปนี้มีค่า $\bar{y}$ ตามข้อใด



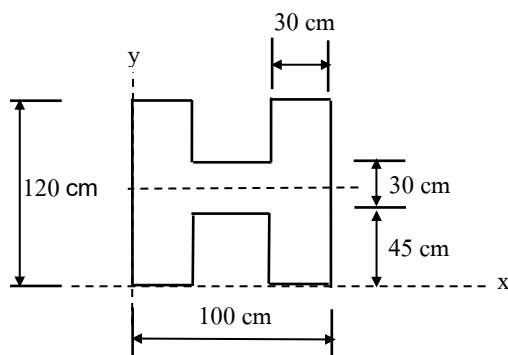
ก. 100 mm

ข. 80 mm

ค. 50 mm

ง. 40 mm

3. จากรูปต่อไปนี้มีค่า $\bar{x}$ ตามข้อใด



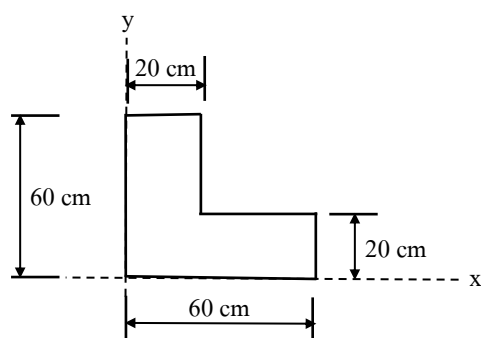
ก. 60 mm

ข. 50 mm

ค. 45 mm

ง. 30 mm

4. จากรูปต่อไปนี้มีค่า $\bar{y}$ ตามข้อใด



ก. 35 cm

ข. 30 cm

ค. 28 cm

ง. 20 cm

5. ข้อใดคือความหมายของจุดเซนส์ทรอยด์

ก. จุดที่แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุ

ข. จุดศูนย์กลางของพื้นที่วัตถุทั้งก้อน

ค. จุดรวมของน้ำหนักวัตถุทั้งก้อน

ง. จุดรวมของมวลวัตถุทั้งก้อน

6. จุดศูนย์กลางถ่วงกับจุดศูนย์กลางมวลจะเป็นจุดเดียวกันในกรณีใด

ก. วัตถุมีความหนาแน่นสม่ำเสมอ

ข. วัตถุมีพื้นที่หน้าตัดสมมาตร

ค. วัตถุวางอยู่บนจุดสมดุล

ง. วัตถุมีปริมาตรคงที่

7. การหาจุดศูนย์กลางถ่วงของวัตถุ ใช้หลักการตามข้อใด

ก. ผลรวมของน้ำหนักวัตถุ

ข. การสมดุลของน้ำหนัก

ค. การสมดุลของพื้นที่

ง. โมเมนต์ของพื้นที่

8. ข้อความใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับจุดศูนย์กลางมวลและจุดศูนย์กลางถ่วง

ก. จุดศูนย์กลางถ่วงของแผ่นรูปสามเหลี่ยมอยู่ที่จุดตัดของเส้นทแยงมุม

ข. จุดศูนย์กลางถ่วงและจุดศูนย์กลางมวลไม่จำเป็นต้องอยู่ในเนื้อวัตถุ

ค. จุดศูนย์กลางมวลเป็นเสมือนจุดรวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน

ง. จุดศูนย์กลางถ่วงและจุดศูนย์กลางมวลต้องอยู่ในเนื้อวัตถุเสมอ

9. จุดศูนย์กลางถ่วงของแผ่นพลาสติกเบารูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วอยู่สูงกว่าฐานเป็นระยะเท่าใดถ้ารูปสามเหลี่ยมมีความสูง 18 เซนติเมตร

ก. 18 cm

ข. 12 cm

ค. 9 cm

ง. 6 cm

10. จุดศูนย์กลางของแผ่นโลหะที่ความหนาแน่นสม่ำเสมอ หน้าตัดสามเหลี่ยมอยู่ที่ตำแหน่งใด

ก. จุดที่แบ่งจากยอดลงไปแบ่งครึ่งฐานบนพื้นที่หน้าตัด

ข. จุดที่แบ่งมุมภายในให้เท่า ๆ กันบนพื้นที่หน้าตัด

ค. จุดที่เส้นทแยงมุมตัดกันบนพื้นที่หน้าตัด

ง. จุดที่แบ่งกึ่งกลางของบนพื้นที่หน้าตัด

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 5 จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลาง

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ข	ง	ข	ค	ข	ก	ง	ข	ง	ก

	แผนการจัดการเรียนรู้	บทเรียนที่ 6
	รหัสวิชา 20106-2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	สอนครั้งที่ 12 - 13
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ โมเมนต์ความเฉื่อย	ทฤษฎี 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน	โมเมนต์ความเฉื่อย	ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

มีความรู้เกี่ยวกับโมเมนต์ของความเฉื่อย เพื่อประยุกต์ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ปัญหาทางกลศาสตร์อย่างง่ายได้อย่างถูกต้องในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการของโมเมนต์ความเฉื่อย
2. คำนวหาโมเมนต์ความเฉื่อย
3. ประยุกต์ใช้หลักการของโมเมนต์ความเฉื่อยในการคำนวณทางวิศวกรรม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของโมเมนต์ความเฉื่อยได้
2. อธิบายโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนผ่านจุดเซนทรอยด์ได้
3. คำนวหาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รูปทรงเรขาคณิตได้
4. อธิบายหลักการทฤษฎีแกนขนานได้
5. คำนวหาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ประกอบได้
6. บรรยายความสำคัญของโมเมนต์ความเฉื่อยได้
7. ประยุกต์ใช้ของโมเมนต์ความเฉื่อยในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

5. สารการเรียนรู้

6.1 ความหมายของโมเมนต์ความเฉื่อย

โมเมนต์ความเฉื่อย (moment of inertia : I) หมายถึง ผลรวมของผลคูณของพื้นที่นั้น กับ ระยะทางตั้งฉากจากพื้นที่นั้นถึงแกนที่พิจารณาที่กำลังสอง เป็นหน่วยวัดความต้านทานของวัตถุต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่แบบหมุน หรืออาจกล่าวได้ว่า โมเมนต์ความเฉื่อยหรือโมเมนต์ที่สองของพื้นที่หน้าตัดวัตถุ หมายถึงผลรวมของผลคูณของพื้นที่หน้าตัดพื้นที่เล็กๆ ที่แบ่งออกมาจากพื้นที่ใหญ่กับระยะทางกำลังสองจากแกนอ้างอิง ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยที่ใช้กันในทางวิศวกรรมจะเป็นค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดวัตถุที่หมุนรอบแกนสะเทิน (Neutral Axis) การหาค่าของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ใดๆ และรอบแกนใดแกนหนึ่งจะมีค่าเท่ากับผลรวมของผลคูณของ

พื้นที่เล็ก ๆ ที่แบ่งออกจากพื้นที่ใหญ่กับระยะทางจากแกนนั้นๆ ยกกำลังสอง โมเมนต์ความเฉื่อยมีหน่วยเป็น ความยาวยกกำลังสี่ (m^4, cm^4, mm^4)

6.2 โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนผ่านจุดเซนทรอยด์

แบ่งการพิจารณาตามลักษณะของหน้าตัดได้ดังนี้

1. หน้าตัดสมมาตร เป็นพื้นที่ที่หน้าตัดรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ที่ระยะของแกนสะเทินนี้จะเป็นแนวที่พาดผ่านจุดเซนทรอยด์หรือจุดศูนย์กลางของหน้าตัด
2. หน้าตัดผสมหรือหน้าตัดประกอบ เป็นหน้าตัดของวัตถุที่มีพื้นที่หน้าตัดสมมาตรหลาย ๆ รูปมาผสมรวมกันเป็นพื้นที่หน้าตัดรวม

6.3 โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รูปทรงเรขาคณิต

โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่หน้าตัดรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ รอบแกนผ่านจุดเซนทรอยด์ (จุด C) หาได้ดังนี้

1. พื้นที่สี่เหลี่ยม (rectangular area)
2. พื้นที่สามเหลี่ยมมุมฉาก (right triangle area)
3. พื้นที่สามเหลี่ยมด้านไม่เท่า (scalene triangle area)
4. พื้นที่สามเหลี่ยมหน้าจั่ว (isosceles triangle area)
5. พื้นที่วงกลม (circular area)
6. พื้นที่ครึ่งวงกลม (semicircular area)
7. พื้นที่ $\frac{1}{4}$ วงกลม (quarter circle area)
8. พื้นที่วงรี (oval area)

6.4 ทฤษฎีแกนขนาน

ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยจะขึ้นอยู่กับแกนอ้างอิง ดังนั้นค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่เดียวกัน รอบแกนอ้างอิงที่ต่างกันจะมีค่าไม่เท่ากัน แต่ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่ (ซึ่งเป็นค่าคงที่) จะเป็นค่าคงที่ การหาค่าโมเมนต์ของความเฉื่อยของพื้นที่รอบแกนใด ๆ ที่ขนานกับแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์โดยใช้ “ทฤษฎีแกนขนาน” (Parallel Axis Theorem) หรืออาจเรียกว่า “ทฤษฎีการย้ายแกน (Transfer Theorem)”

6.5 โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ประกอบ

การหาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ประกอบ (composite area) รอบแกนหมุนใด ๆ นั่นก็คือการหาผลรวมของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ โดยแยกคิดแต่ละพื้นที่รอบแกนหมุนเดียวกัน โดยการหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนหมุนดังกล่าวของพื้นที่ต่าง ๆ นั้นบางพื้นที่อาจจำเป็นต้องใช้ทฤษฎีบทแกนขนาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้
บทเรียนที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย หน้า 130 -131
ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

ขั้นสอน

4. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทเรียนที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย
5. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย หน้า 166 - 168 ในหนังสือ
เรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1 ครูให้คำแนะนำ และตอบข้อซักถาม
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย หน้า 169 -
170 ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1
9. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลย

คำตอบ

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 หนังสือเรียนรายวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106-2018) ของบริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น
จำกัด (มหาชน)
- 7.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 7.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

8. หลักฐานการเรียนรู้

- 8.1 หลักฐานความรู้
แบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย
- 8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน
แบบฝึกหัดในบทเรียนที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย

9. การวัดผลประเมินผล

9.1 วิธีการประเมิน

- 1) สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
- 2) ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้บทเรียนที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย

3) สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 เครื่องมือประเมิน

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
- 2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 6 เรื่อง โมเมนตัมความเลื่อย
- 3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 เกณฑ์การประเมินผล

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
- 2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 6 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
- 3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนน

ขึ้นอยู่กับประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

- 1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลดีต่อผู้เรียน

.....

.....

- 2) แนวทางแก้ปัญหาล้างต่อไป

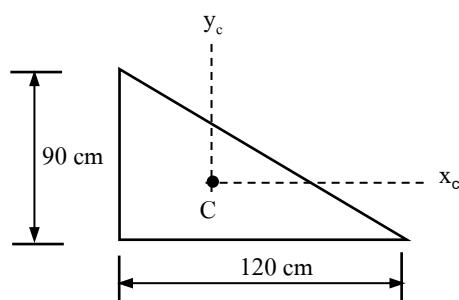
.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6	บทเรียนที่ 6
ชื่อวิชา : กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา : 20106-2018	สัปดาห์ที่ 12 - 13
ชื่อบทเรียน : โมเมนต์ความเฉื่อย	จำนวน 4 ชม.

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนผ่านจุด C ของหน้าตัดสามเหลี่ยมมุมฉากดังรูป



วิธีทำ

1. โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x

$$I_x = \frac{bh^3}{36}$$

$$I_x = \frac{120 \times 90^3}{36} = 2.43 \times 10^6 \text{ cm}^4$$

ตอบ

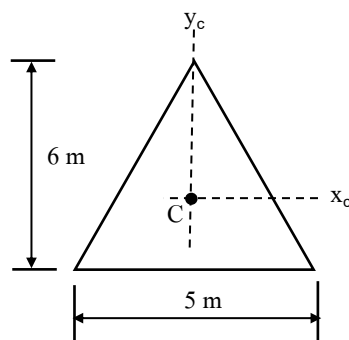
2. โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y

$$I_y = \frac{hb^3}{36}$$

$$I_y = \frac{90 \times 120^3}{36} = 4.32 \times 10^6 \text{ cm}^4$$

ตอบ

2. จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนผ่านจุด C ของหน้าตัดสามเหลี่ยมหน้าจั่วดังรูป



วิธีทำ

1. โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x

$$I_x = \frac{bh^3}{36}$$

$$I_x = \frac{5 \times 6^3}{36} = 30 \text{ m}^4$$

ตอบ

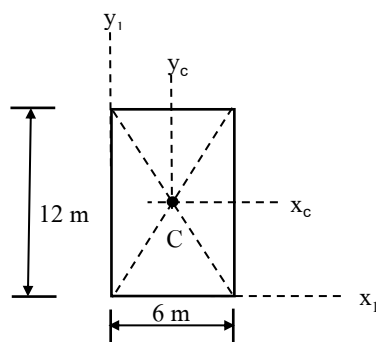
2. โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y

$$I_y = \frac{hb^3}{48}$$

$$I_y = \frac{6 \times 5^3}{48} = 15.63 \text{ m}^4$$

ตอบ

3. จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน
- y_1
- ของพื้นที่หน้าตัดดังรูป



วิธีทำ

$$I_{y1} = I_{yc} + Ad^2$$

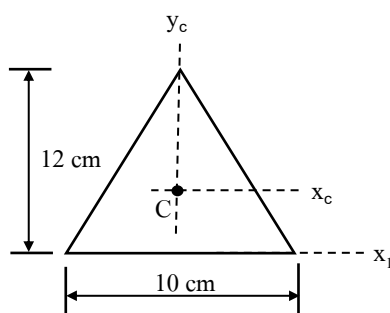
$$I_{y1} = \frac{12 \times 6^3}{12} + (6 \times 12)(3)^2$$

$$I_{y1} = 216 + 648$$

$$I_{y1} = 864 \text{ m}^4$$

ตอบ

4. จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน
- x_1
- ของพื้นที่หน้าตัดดังรูป



วิธีทำ

$$I_{x1} = I_{xc} + Ad^2$$

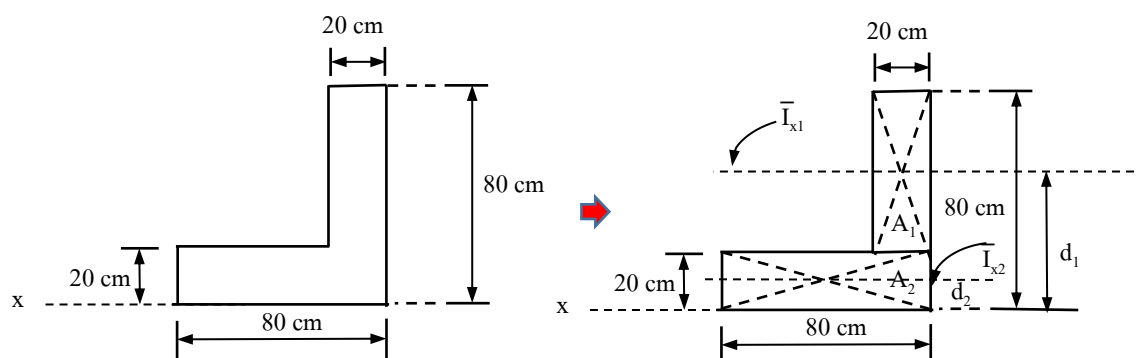
$$I_{x1} = \frac{10 \times 12^3}{36} + \left(\frac{10 \times 12}{2}\right)(4)^2$$

$$I_{x1} = 480 + 960$$

$$I_{x1} = 1,440 \text{ cm}^4$$

ตอบ

5. จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่หน้าตัดประกอบที่หมุนรอบแกน x ดังรูป



วิธีทำ

$$A_1 = 20 \times 60 = 1,200 \text{ cm}^2$$

$$d_1 = \frac{60}{2} + 20 = 50 \text{ cm}$$

$$A_2 = 20 \times 80 = 1,600 \text{ cm}^2$$

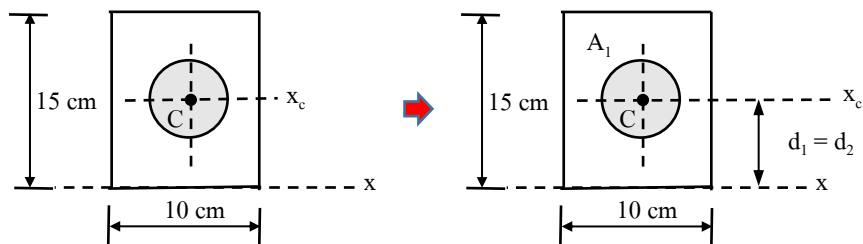
$$d_2 = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

หาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ประกอบ

$$\begin{aligned} I_x &= [I_{x(A1)} + A_1 (d_1)^2] + [I_{x(A2)} + A_2 (d_2)^2] \\ &= \left[\frac{bh^3}{12} + 1,200(50)^2\right] + \left[\frac{bh^3}{12} + 1,600(10)^2\right] \\ &= \left[\frac{20 \times 60^3}{12} + 3,000,000\right] + \left[\frac{80 \times 20^3}{12} + 160,000\right] \\ &= [360,666 + 3,000,000] + [53,333.33 + 160,000] \\ &= 3,360,000 + 213,333.33 \\ &= 3,573,333.33 \text{ cm}^4 \quad (3.57 \times 10^6 \text{ cm}^4) \end{aligned}$$

ตอบ

6. จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ของพื้นที่หน้าตัดประกอบเจาะรูเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. ดังรูป



วิธีทำ

$$A_1 = 10 \times 15 = 150 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 3.14 \times 2.5^2 = 19.63 \text{ cm}^2$$

$$d_1 = \frac{15}{2} = 7.50 \text{ cm}$$

$$d_2 = \frac{15}{2} = 7.50 \text{ cm}$$

หาโมเมนต์ความเฉื่อยของแต่ละพื้นที่ย่อย

$$\text{พื้นที่ } A_1 \quad I_{x(A1)} = I_{xc1} + A_1 (d_1)^2$$

$$= \frac{bh^3}{12} + 150 (7.50)^2$$

$$= \frac{10 \times 15^3}{12} + 8,437.50$$

$$= 2,812.50 + 8,437.50 = 11,250 \text{ cm}^4 \quad \text{ตอบ}$$

$$\text{พื้นที่ } A_2 \quad I_{x(A2)} = I_{xc2} + A_2 (d_2)^2$$

$$= \frac{\pi r^4}{4} + 19.63 (7.50)^2$$

$$= \frac{3.14 \times 2.50^4}{4} + 1,108.19$$

$$= 30.66 + 1,108.19 = 1,134.85 \text{ cm}^4 \quad \text{ตอบ}$$

หาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ประกอบ

$$I_x = I_{x(A1)} - I_{x(A2)} - I_{x(A3)}$$

$$= 11,250 - 1,134.85$$

$$= 10,115.15 \text{ cm}^4 \quad \text{ตอบ}$$

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือความหมายของโมเมนต์ความเฉื่อย

ก. ผลคูณของพื้นที่ที่หน้าตัดกับระยะทางจากแกนอ้างอิง

ข. ผลคูณของพื้นที่ที่หน้าตัดกับระยะทางกำลังสองจากแกนอ้างอิง

ค. ผลคูณของพื้นที่ที่หน้าตัดกับระยะทางกำลังสามจากแกนอ้างอิง

ง. ผลคูณของพื้นที่ที่หน้าตัดกับระยะทางกำลังสองจากแกนตั้งฉาก

2. ข้อใดคือหน่วยของโมเมนต์ความเฉื่อย

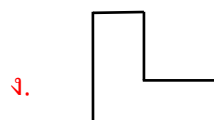
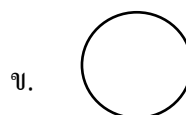
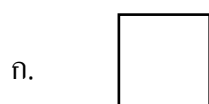
ก. ความยาว

ข. ความยาวยกกำลังสอง

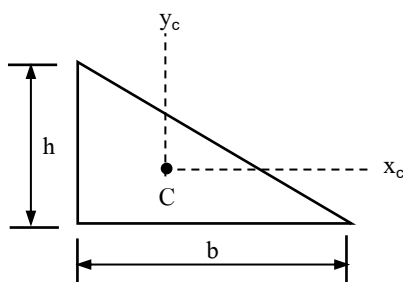
ค. ความยาวยกกำลังสาม

ง. ความยาวยกกำลังสี่

3. จากรูปต่อไปนี้ข้อใดจัดอยู่ในลักษณะโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดประกอบ



4. จากรูปสามเหลี่ยมต่อไปนี้หาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยได้ตามข้อใด



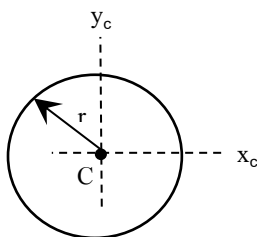
ก. $I_x = \frac{bh^3}{36}$

ข. $I_x = \frac{hb^3}{36}$

ค. $I_x = \frac{bh^3}{12}$

ง. $I_x = \frac{hb^3}{12}$

5. จากรูปวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ม. คำนวณค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ได้ตามข้อใด



$$\text{ก. } I_{xc} = \frac{3.14 \times 2.50^3}{4}$$

$$\text{ข. } I_{xc} = \frac{3.14 \times 2.50^4}{4}$$

$$\text{ค. } I_{xc} = \frac{3.14 \times 2.50^3}{12}$$

$$\text{ง. } I_{xc} = \frac{3.14 \times 2.50^4}{12}$$

6. รูปสี่เหลี่ยมที่มีฐานกว้าง 2 ซม. สูง 4 ซม. คำนวณค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ได้ตามข้อใด

$$\text{ก. } I_x = \frac{2 \times 4^3}{36}$$

$$\text{ข. } I_x = \frac{4 \times 2^3}{36}$$

$$\text{ค. } I_x = \frac{2 \times 4^3}{12}$$

$$\text{ง. } I_x = \frac{4 \times 2^3}{12}$$

7. รูปวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 ซม. คำนวณค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ได้เท่าใด

$$\text{ก. } I_x = 10.17 \text{ cm}^4$$

$$\text{ข. } I_x = 28.26 \text{ cm}^4$$

$$\text{ค. } I_x = 56.52 \text{ cm}^4$$

$$\text{ง. } I_x = 63.59 \text{ cm}^4$$

8. ข้อใดคือสมการของโมเมนต์ความเฉื่อยตามหลักการของทฤษฎีแกนขนาน

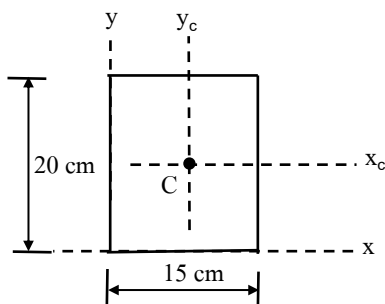
$$\text{ก. } I_x = I_{xc} + A (d_y)^4$$

$$\text{ข. } I_x = I_{xc} + A (d_y)^3$$

$$\text{ค. } I_x = I_{xc} + A (d_y)^2$$

$$\text{ง. } I_x = I_{xc} + A (d_y)$$

9. แผ่นโลหะรูปสี่เหลี่ยมมีขนาดดังรูป คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อย รอบแกน x ได้ตามข้อใด



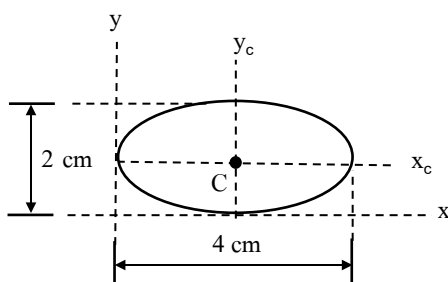
$$\text{ก. } I_x = \frac{20 \times 15^3}{12} + (20 \times 15)(10)^2$$

$$\text{ข. } I_x = \frac{15 \times 20^3}{12} + (20 \times 15)(7.5)^2$$

$$\text{ค. } I_x = \frac{15 \times 20^3}{12} + (20 \times 15)(10)^2$$

$$\text{ง. } I_x = \frac{20 \times 15^3}{12} + (20 \times 15)(7.5)^2$$

10. พื้นที่รูปวงรีมีขนาดดังรูป คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y ได้ตามข้อใด



$$\text{ก. } I_y = \frac{3.14 \times 4 \times 2^3}{4} + (3.14 \times 2 \times 4)(2)^2$$

$$\text{ข. } I_y = \frac{3.14 \times 4 \times 2^3}{4} + (3.14 \times 2 \times 4)(1)^2$$

$$\text{ค. } I_y = \frac{3.14 \times 2 \times 4^3}{4} + (3.14 \times 3 \times 4)(1)^2$$

$$\text{ง. } I_y = \frac{3.14 \times 2 \times 4^3}{4} + (3.14 \times 2 \times 4)(2)^2$$

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 6 โมเมนต์ความเฉื่อย

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ข	ง	ง	ก	ข	ก	ง	ก	ก	ง

แบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

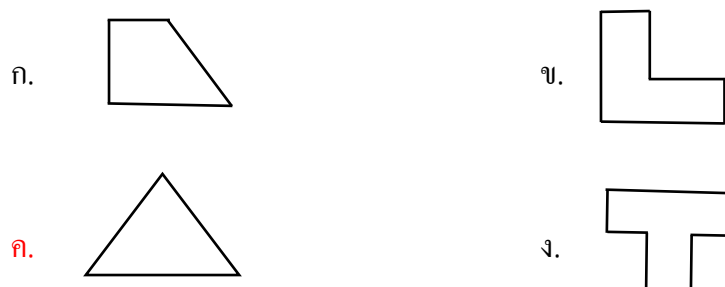
1. โมเมนต์ความเฉื่อยมีความหมายตามข้อใด

- ก. ผลคูณของพื้นที่ที่หน้าตัดกับระยะทางกำลังสองจากแกนตั้งฉาก
- ข. ผลคูณของพื้นที่ที่หน้าตัดกับระยะทางกำลังสามจากแกนอ้างอิง
- ค. ผลคูณของพื้นที่ที่หน้าตัดกับระยะทางกำลังสองจากแกนอ้างอิง
- ง. ผลคูณของพื้นที่ที่หน้าตัดกับระยะทางจากแกนอ้างอิง

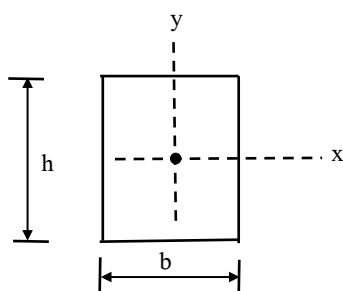
2. ข้อใดคือหน่วยของโมเมนต์ความเฉื่อย

- ก. ความยาวยกกำลังสี่
- ข. ความยาวยกกำลังสาม
- ค. ความยาวยกกำลังสอง
- ง. ความยาว

3. จากรูปต่อไปนี้ข้อใดจัดอยู่ในลักษณะโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดสมมาตร



4. จากรูปสามเหลี่ยมต่อไปนี้หาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ได้ตามข้อใด



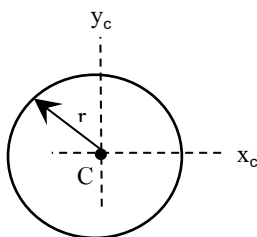
ก. $I_x = \frac{bh^3}{12}$

ข. $I_x = \frac{hb^3}{12}$

ค. $I_x = \frac{bh^3}{36}$

ง. $I_x = \frac{hb^3}{36}$

5. จากรูปวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ม. คำนวณค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ได้ตามข้อใด



ก. $I_{xc} = \frac{3.14 \times 2^4}{12}$

ข. $I_{xc} = \frac{3.14 \times 2^3}{12}$

ค. $I_{xc} = \frac{3.14 \times 2^3}{4}$

ง. $I_{xc} = \frac{3.14 \times 2^4}{4}$

6. รูปสี่เหลี่ยมที่มีฐานกว้าง 2 ซม. สูง 4 ซม. คำนวณค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ได้ตามข้อใด

ก. $I_y = \frac{2 \times 4^3}{12}$

ข. $I_y = \frac{4 \times 2^3}{12}$

ค. $I_y = \frac{2 \times 4^3}{36}$

ง. $I_y = \frac{4 \times 2^3}{36}$

7. รูปวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ซม. คำนวณค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ได้เท่าใด

ก. $I_y = 50.24 \text{ cm}^4$

ข. $I_y = 28.26 \text{ cm}^4$

ค. $I_y = 25.12 \text{ cm}^4$

ง. $I_y = 12.56 \text{ cm}^4$

8. ข้อใดคือสมการของโมเมนต์ความเฉื่อยตามหลักการของทฤษฎีแกนขนาน

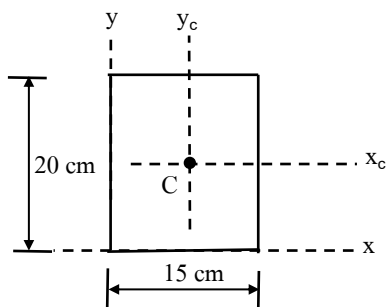
ก. $I_y = I_{yc} + A (d_y)$

ข. $I_y = I_{yc} + A (d_y)^2$

ค. $I_y = I_{yc} + A (d_y)^3$

ข. $I_y = I_{yc} + A (d_y)^4$

9. แผ่นโลหะรูปสี่เหลี่ยมมีขนาดดังรูป คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อย รอบแกน y ได้ตามข้อใด



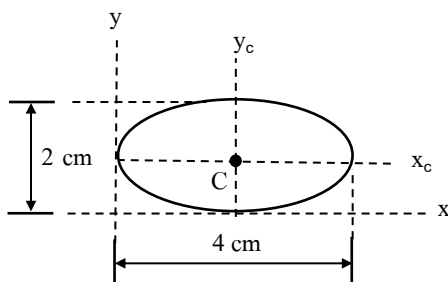
ก. $I_y = \frac{20 \times 15^3}{12} + (20 \times 15)(7.5)^2$

ข. $I_y = \frac{15 \times 20^3}{12} + (20 \times 15)(7.5)^2$

ค. $I_y = \frac{20 \times 15^3}{12} + (20 \times 15)(10)^2$

ง. $I_y = \frac{15 \times 20^3}{12} + (20 \times 15)(10)^2$

10. พื้นที่รูปวงรีมีขนาดดังรูป คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อย รอบแกน x ได้ตามข้อใด



ก. $I_x = \frac{3.14 \times 2 \times 4^3}{4} + (3.14 \times 2 \times 4)(2)^2$

ข. $I_x = \frac{3.14 \times 2 \times 4^3}{4} + (3.14 \times 3 \times 4)(1)^2$

ค. $I_x = \frac{3.14 \times 4 \times 2^3}{4} + (3.14 \times 2 \times 4)(1)^2$

ง. $I_x = \frac{3.14 \times 4 \times 2^3}{4} + (3.14 \times 2 \times 4)(2)^2$

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 6 โมเมนต์ความเฉื่อย

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก	ก	ค	ก	ง	ข	ง	ข	ก	ค

	แผนการจัดการเรียนรู้	บทเรียนที่ 7
	รหัสวิชา 20106-2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ รัศมีการหมุนของพื้นที่	ทฤษฎี 2 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน	รัศมีการหมุนของพื้นที่	ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

มีความรู้เกี่ยวกับรัศมีการหมุน เพื่อประยุกต์ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ปัญหาทางกลศาสตร์อย่างง่ายได้อย่างถูกต้องในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการของรัศมีการหมุนของพื้นที่
2. คำนวณหารัศมีการหมุนของพื้นที่
3. ประยุกต์ใช้หลักการของรัศมีการหมุนของพื้นที่ในการคำนวณทางวิศวกรรม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของรัศมีการหมุนได้
2. การคำนวณหารัศมีการหมุนของพื้นที่ได้
3. อธิบายการใช้ค่ารัศมีการหมุนในการออกแบบโครงสร้างได้
4. บรรยายความสำคัญของรัศมีการหมุนของพื้นที่ได้
5. ประยุกต์ใช้รัศมีการหมุนของพื้นที่ในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

5.สาระการเรียนรู้

7.1 ความหมายของรัศมีการหมุน

รัศมีการหมุน หรืออาจเรียกว่า “รัศมีไจเรชัน” (Radius of gyration) : r คือค่ารากที่สองของอัตราส่วนระหว่างโมเมนต์ความเฉื่อยต่อพื้นที่หน้าตัด ซึ่งหมายความว่าถ้านำค่าโมเมนต์ความเฉื่อยหารด้วยค่าพื้นที่หน้าตัดของแท่งวัสดุนั้นแล้วนำเอาผลที่ได้มาทำการถอดรากที่สองจะได้ค่ารัศมีการหมุน ในงานวิศวกรรมโครงสร้างค่ารัศมีการหมุนจะใช้ในขั้นตอนการคำนวณออกแบบเสาหรือท่อนวัสดุรับแรงอัดหรือท่อนวัสดุรับแรงตามแนวแกนปกติ ค่ารัศมีการหมุน มีหน่วยเป็นความยาว เช่น ม.(m), ซม. (cm) ,หรือ มม. (mm) ใช้สัญลักษณ์ r

7.2 การคำนวณหารัศมีการหมุนของพื้นที่

การคำนวณหารัศมีการหมุนของพื้นที่ที่มีหลักการคือ การนำค่าโมเมนต์ความเฉื่อยมาหารด้วยค่าพื้นที่หน้าตัดของวัสดุนั้น แล้วนำเอาผลที่ได้มาทำการถอดรากที่สอง

7.3 การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การหมุนในการออกแบบโครงสร้าง

สัมประสิทธิ์การหมุนเป็นค่าที่สำคัญในการออกแบบโครงสร้างเพราะช่วยประเมินความแข็งแกร่งและเสถียรภาพของโครงสร้าง โดยเฉพาะในส่วนที่รับแรงอัดหรือแรงคด การคำนวณสัมประสิทธิ์การหมุนและนำไปใช้อย่างถูกต้องจะช่วยให้โครงสร้างมีความปลอดภัยและประสิทธิภาพสูง ดังนี้

1. การออกแบบเสา (Column Design)
2. การออกแบบคาน (Beam Design)
3. การออกแบบโครงถัก (Truss Design)
4. การประเมินเสถียรภาพของโครงสร้าง
5. การเลือกวัสดุและหน้าตัด
6. การคำนวณความปลอดภัย (Safety Factor)

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้
บทเรียนที่ 7 เรื่อง สัมประสิทธิ์การหมุน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนที่ 7 เรื่อง สัมประสิทธิ์การหมุน หน้า 172 - 174 ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

ขั้นสอน

4. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทเรียนที่ 7 เรื่อง สัมประสิทธิ์การหมุน
5. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7 เรื่อง สัมประสิทธิ์การหมุน หน้า 198 - 199 ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1 ครูให้คำแนะนำ และตอบข้อซักถาม
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7 เรื่อง สัมประสิทธิ์การหมุน

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนที่ 7 เรื่อง สัมประสิทธิ์การหมุน หน้า 200 - 201 ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1
9. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลยคำตอบ

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 หนังสือเรียนรายวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106-2018) ของบริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

7.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

7.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

แบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนที่ 7 เรื่อง รัศมีการหมุน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบฝึกหัดในบทเรียนที่ 7 เรื่อง รัศมีการหมุน

9. การวัดผลประเมินผล

9.1 วิธีการประเมิน

1) สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล

2) ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้บทเรียนที่ 7 เรื่อง รัศมีการหมุน

3) สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอัน

พึงประสงค์

9.2 เครื่องมือประเมิน

1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล

2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 7 เรื่อง รัศมีการหมุน

3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 เกณฑ์การประเมินผล

1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 7 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป

3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนน

ขึ้นอยู่กับประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหาอุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไข้ปัญหา

1) ผลการแก้ไข้ปัญหาที่ส่งผลพัธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ไข้ปัญหาครั้งต่อไป

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7	บทเรียนที่ 7
ชื่อวิชา : กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา : 20106-2018	สัปดาห์ที่ 14
ชื่อบทเรียน : รัศมีการหมุน	จำนวน 2 ชม.

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

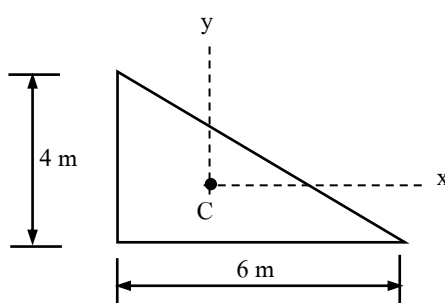
1. จงหารัศมีการหมุนของวัตถุชิ้นหนึ่งที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยเท่ากับ 0.50 m^4 และพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 0.02 m^2

วิธีทำ

$$\text{จากสมการ} \quad r^2 = \frac{I}{A}$$

$$r = \sqrt{\frac{0.50 \text{ cm}^4}{0.02 \text{ cm}^2}} = 5 \text{ cm} \quad \text{ตอบ}$$

2. จงคำนวณหารัศมีการหมุนรอบแกน x ของวัตถุหน้าตัดสามเหลี่ยมดังรูป



วิธีทำ

โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x (I_x)

$$I_x = \frac{bh^3}{36}$$

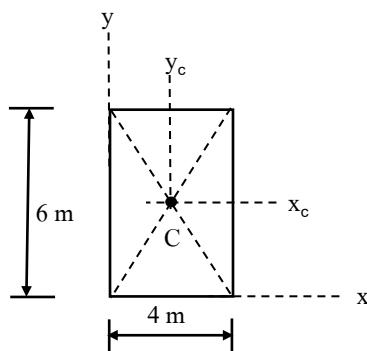
$$I_x = \frac{6 \times 4^3}{36} = 10.67 \text{ cm}^4 \quad \text{ตอบ}$$

รัศมีการหมุนรอบแกน x (r_x)

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

$$r_x = \sqrt{\frac{10.67 \text{ cm}^4}{0.50 \times 4 \times 6 \text{ cm}^2}} = 0.94 \text{ cm}^4 \quad \text{ตอบ}$$

3. จงหาอัตราการหมุนรอบแกน y ของพื้นที่หน้าตัดดังรูป



วิธีทำ

โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y (I_y)

$$\begin{aligned} I_y &= \frac{hb^3}{12} + (4 \times 6)(2)^2 \\ &= \frac{6 \times 4^3}{12} + 96 \\ &= 32 + 96 = 128 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

ตอบ

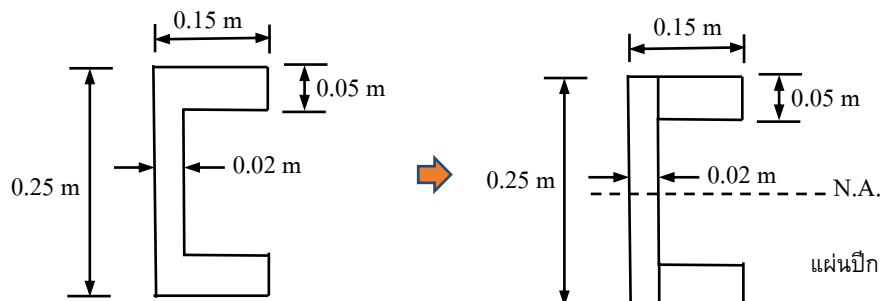
รัศมีการหมุนรอบแกน x (r_y)

$$\begin{aligned} r_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A}} \\ &= \sqrt{\frac{128 \text{ cm}^4}{4 \times 6 \text{ cm}^2}} = 2.31 \text{ cm} \end{aligned}$$

ตอบ

4. หน้าตัดของโครงสร้างเหล็กดังรูป มีค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนสะเทินเท่ากับ 0.0012 m^4

จงคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของเหล็กและค่ารัศมีการหมุน



วิธีทำ

$$r_{N.A.}^2 = \frac{I_{N.A.}}{A} \quad (\text{กำหนด } I_{N.A.} = 0.0012 \text{ m}^4)$$

หาพื้นที่หน้าตัดของโครงสร้างหลัก

$$\text{พื้นที่หน้าตัดของเหล็ก (A)} = \text{พื้นที่แผ่นตั้ง} + (2) \text{ พื้นที่แผ่นปีก}$$

$$\text{พื้นที่แผ่นตั้ง} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว}$$

$$= 0.02 \times 0.25 = 0.005 \text{ m}^2$$

$$\text{พื้นที่แผ่นปีก} = 2 \times \text{กว้าง} \times \text{ยาว}$$

$$= 2 \times 0.05 \times (0.15 - 0.02) = 0.013 \text{ m}^2$$

$$\text{รวมเป็นพื้นที่หน้าตัด} = 0.005 + 0.013$$

$$= 0.018 \text{ m}^2$$

ตอบ

หารัศมีการหมุน

$$r_{NA} = \sqrt{\frac{0.0012 \text{ m}^4}{0.018 \text{ m}^2}}$$

$$= 0.2582 \text{ m}$$

ตอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือความหมายของรัศมีการหมุน

ก. รัศมีของพื้นที่หน้าตัดวัตถุ

ข. รัศมีของโมเมนต์ความเฉื่อย

ค. รากที่สองของโมเมนต์ความเฉื่อยต่อพื้นที่หน้าตัด

ง. รากที่สองของพื้นที่หน้าตัดต่อโมเมนต์ความเฉื่อย

2. ข้อใดคือหน่วยของรัศมีการหมุนของพื้นที่

ก. ความยาว

ข. ความยาวยกกำลังสอง

ค. ความยาวยกกำลังสาม

ง. ความยาวยกกำลังสี่

3. ข้อใดคือสมการของของรัศมีการหมุนของพื้นที่

ก. $r = \frac{I}{A}$

ข. $r^2 = \frac{I}{A}$

ค. $r = \frac{A}{I}$

ง. $r^2 = \frac{A}{I}$

4. ในสมการรัศมีการหมุน I หมายถึงอะไร

ก. พื้นที่หน้าตัด

ข. มวลของวัตถุ

ค. ความยาวของวัตถุ

ง. โมเมนต์ความเฉื่อย

5. วัตถุมีค่าโมเมนต์ความเฉื่อยเท่ากับ 0.04 ม.^4 และพื้นที่หน้าตัดขนาด 0.01 ม.^2 คำนวณหารัศมีการหมุนได้เท่าใด

ก. 0.20 m

ข. 0.40 m

ค. 2.00 m

ง. 4.00 m

6. รัศมีการหมุนมีประโยชน์ในการวิเคราะห์โครงสร้างข้อใด

ก. ความเร็วในการหมุน

ข. ความยาวของคาน

ค. ความแข็งแรงของเสา

ง. อัตราส่วนความชะลูดของเสา

7. วัตถุที่มีค่ารัศมีการหมุนน้อยมีความหมายตามข้อใด

ก. วัตถุมีความแข็งแรงน้อย

ข. วัตถุมีความแข็งแรงมาก

ค. วัตถุมีความเร็วในการหมุนมาก

ง. วัตถุมีความเร็วในการหมุนน้อย

8. อัตราส่วนความชะลูด (Slenderness Ratio) ของเสาคำนวณจากอะไร

- ก. ความยาวจริงหารด้วยพื้นที่หน้าตัด
- ข. โมเมนต์ความเฉื่อยหารด้วยพื้นที่หน้าตัด
- ค. ความยาวประสิทธิผลหารด้วยรัศมีการหมุน
- ง. ความยาวประสิทธิผลหารด้วยโมเมนต์ความเฉื่อย

9. เสาที่มีอัตราส่วนความชะลูดสูงมีแนวโน้มจะเกิดผลอย่างไร

- ก. การบิดตัว (Torsion)
- ข. การแตกหัก (Fracture)
- ค. การโก่งเดาะ (Buckling)
- ง. การยืดตัว (Elongation)

10. หากเสามีรัศมีการหมุนน้อยลง จะส่งผลต่ออัตราส่วนความชะลูดอย่างไร

- ก. อัตราส่วนความชะลูดจะลดลง
- ข. อัตราส่วนความชะลูดจะเพิ่มขึ้น
- ค. อัตราส่วนความชะลูดจะไม่เปลี่ยนแปลง
- ง. อัตราส่วนความชะลูดจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับวัสดุ

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 7 รัศมีการหมุน

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค	ก	ข	ง	ค	ค	ก	ค	ค	ข

แบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. รัศมีการหมุนมีความหมายตรงกับข้อใด

ก. ระยะทางสมมติที่แสดงการกระจายมวลรอบแกนหมุน

ข. ระยะทางจากจุดศูนย์กลางมวลถึงจุดใดจุดหนึ่ง

ค. ความยาวของวัตถุที่รับแรงดึง

ง. รัศมีความโค้งของวัตถุ

2. ข้อใดคือหน่วยของรัศมีการหมุนของพื้นที่

ก. ไม่มีหน่วย (Unitless)

ข. นิวตัน (N)

ค. ปาสคาล (Pa)

ง. เมตร (m)

3. ข้อใดคือสมการของของรัศมีการหมุนของพื้นที่

ก. $r = \sqrt{\frac{A}{I}}$

ข. $r^2 = \sqrt{\frac{A}{I}}$

ค. $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$

ข. $r^2 = \sqrt{\frac{I}{A}}$

4. ในสมการรัศมีการหมุน A หมายถึงอะไร

ก. โมเมนต์ความเฉื่อย

ข. ความยาวของวัตถุ

ค. มวลของวัตถุ

ง. พื้นที่หน้าตัด

5. วัตถุมีค่าโมเมนต์ความเฉื่อยเท่ากับ 0.09 ม.^4 และพื้นที่หน้าตัดขนาด 0.03 ม.^2 คำนวณหารัศมีการหมุนได้เท่าใด

ก. 3.00 m

ข. 1.73 m

ค. 0.90 m

ง. 0.30 m

6. อัตราส่วนความชะลูด (Slenderness Ratio) ของเสาคำนวณจากอะไร

ก. ความยาวประสิทธิผลหารด้วยโมเมนต์ความเฉื่อย

ข. ความยาวประสิทธิผลหารด้วยรัศมีการหมุน

ค. โมเมนต์ความเฉื่อยหารด้วยพื้นที่หน้าตัด

ง. ความยาวจริงหารด้วยพื้นที่หน้าตัด

7. รัศมีการหมุนมีประโยชน์ในการวิเคราะห์โครงสร้างข้อใด

ก. อัตราส่วนความชะลูดของเสา

ข. ความแข็งแรงของคาน

ค. ความสูงของเสา

ง. ความเร็วในการหมุน

8. วัตถุที่มีค่ารัศมีการหมุนมากมีความหมายตามข้อใด

ก. วัตถุมีความเร็วในการหมุนน้อย

ข. วัตถุมีความเร็วในการหมุนมาก

ค. วัตถุมีความแข็งแรงมาก

ง. วัตถุมีความแข็งแรงน้อย

9. เสาที่มีอัตราส่วนความชะลูดต่ำจะมีลักษณะอย่างไร

ก. มีความยืดหยุ่นสูง

ข. มีความเร็วในการหมุนสูง

ค. มีความเสี่ยงต่อการโก่งเคาะสูง

ง. มีความแข็งแรงและเสถียรภาพสูง

10. หากเรามีรัศมีการหมุนมากขึ้น จะส่งผลต่ออัตราส่วนความชะลูดอย่างไร

ก. อัตราส่วนความชะลูดจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับวัสดุ

ข. อัตราส่วนความชะลูดจะไม่เปลี่ยนแปลง

ค. อัตราส่วนความชะลูดจะเพิ่มขึ้น

ง. อัตราส่วนความชะลูดจะลดลง

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 7 รัศมีการหมุน

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก	ง	ค	ง	ข	ข	ก	ค	ง	ง

	แผนการจัดการเรียนรู้	บทเรียนที่ 8
	รหัสวิชา 20106-2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	สอนครั้งที่ 15 - 16
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ความเค้น ความเครียด	ทฤษฎี 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน ความเค้น ความเครียด		ปฏิบัติ 0 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

มีความรู้เกี่ยวกับความเค้น ความเครียด เพื่อประยุกต์ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ปัญหาทางกลศาสตร์อย่างง่ายได้อย่างถูกต้องในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการของความเค้นและความเครียด
2. คำนวณหาความเค้นและความเครียด
3. ประยุกต์ใช้หลักการของความเค้นและความเครียดในการคำนวณทางวิศวกรรม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของความเค้นได้
2. บอกชนิดของความเค้นได้
3. คำนวณหาค่าความเค้นได้
4. บอกความหมายของความเครียดได้
5. บอกชนิดของความเครียดได้
6. คำนวณหาค่าความเครียดได้
7. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยืดหดตัวได้
8. บรรยายความสำคัญของความเค้นและความเครียดได้
9. ประยุกต์ใช้ความเค้นและความเครียดในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

5. สารการเรียนรู้

8.1 ความหมายของความเค้น

ความเค้น (Stress) หมายถึงปริมาณที่ใช้แรงภายในที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดของวัตถุ ซึ่งแรงภายในนี้ได้จากการเฉลี่ยแรงต้านการกระทำจากแรงภายนอกให้กระจายทั่วหน้าตัดของท่อนวัตถุนั้น หรืออาจกล่าวได้ว่า

“ความเค้นคืออัตราส่วนระหว่างแรงที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดของวัตถุ” ความเค้นใช้สัญลักษณ์ σ (sigma) มีหน่วยเป็นพาสคาล (Pascal, Pa) หรือนิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)

8.2 ชนิดของความเค้น

โดยทั่วไปความเค้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะของแรงที่มากระทำดังนี้

1. ความเค้นดึง (Tensile Stress)

ความเค้นดึง (ใช้สัญลักษณ์ σ_t) ลักษณะของความเค้นดึงมีดังนี้

1. แรงดึงจะกระทำในทิศทางที่ทำให้วัตถุยืดออกหรือยาวขึ้น
2. มีผลทำให้วัตถุเกิดการยืดตัว (Elongation) และอาจนำไปสู่การแตกหัก (Fracture) หากความเค้น

ถึงเกินกว่าความแข็งแรงของวัสดุ

3. ใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงดึง

2. ความเค้นอัด (Compressive Stress)

ความเค้นอัด (ใช้สัญลักษณ์ σ_c) ลักษณะของความเค้นอัดมีดังนี้

1. ทิศทางของแรงอัดจะกระทำในทิศทางที่ทำให้วัตถุหดตัวหรือสั้นลง
2. มีผลทำให้วัตถุเกิดการหดตัว (Compression) และอาจนำไปสู่การโก่งเดาะ (Buckling) หรือการ

แตกหัก (Fracture) หากความเค้นอัดเกินกว่าความแข็งแรงของวัสดุ

3. ใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัด เช่น เสา คาน และฐานราก

3. ความเค้นเฉือน (Shear Stress)

ความเค้นเฉือน (ใช้สัญลักษณ์ τ) ความเค้นเฉือนแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. แรงเฉือนเดี่ยว (Single Shear)
2. แรงเฉือนสองชั้น (Double Shear)

8.3 ความหมายของความเครียด

ความเครียด (Strain) หรืออาจเรียกว่า “หน่วยการยืดหดตัว” หมายถึง การเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือขนาดของวัตถุต่อขนาดเดิมเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำกับวัตถุ เนื่องจากเป็นอัตราส่วนระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดกับขนาดเดิม ความเครียดช่วยบ่งบอกถึงการเสียรูปของวัตถุเมื่อได้รับแรง เช่น การยืดออก การหดตัว หรือการบิดเบี้ยว ความเครียดเป็นค่าที่สำคัญในงานวิศวกรรมก่อสร้าง เพราะช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างให้มีความแข็งแรงและปลอดภัย หรืออาจกล่าวได้ว่า “ความเครียดคืออัตราส่วนระหว่างขนาดที่เปลี่ยนไปต่อขนาดตั้งต้น” ความเครียด ใช้สัญลักษณ์ ϵ เรียกว่า (epsilon)

8.4 ชนิดของความเครียด

ความเครียดสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. ความเครียดดึง (Tensile Strain)

ความเครียดดึง (ใช้สัญลักษณ์ ϵ_t) ความสำคัญของความเครียดดึงมีดังนี้

1. ช่วยประเมินความสามารถของวัสดุในการรับแรงดึงโดยไม่เกิดการเสียหาย
2. ใช้ในการทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ (Tensile Test) เพื่อหาค่าความเครียดดึงสูงสุดที่วัสดุ

สามารถทนได้ก่อนการแตกหัก

3. ช่วยในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่ต้องรับแรงดึง

2. ความเครียดอัด (Compressive Strain)

ความเครียดอัด (ใช้สัญลักษณ์ ϵ_c) ความสำคัญของความเครียดอัดมีดังนี้

1. ช่วยประเมินความสามารถของวัสดุในการรับแรงอัดโดยไม่เกิดการเสียหาย
2. ใช้ในการทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ (Compression Test) เพื่อหาค่าความเครียดอัดสูงสุด

ที่วัสดุสามารถทนได้ก่อนการแตกหัก

3. ช่วยในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่ต้องรับแรงอัด

3. ความเครียดเฉือน (Shear Strain)

ความเครียดเฉือน (ใช้สัญลักษณ์ γ) ความสำคัญของความเครียดเฉือนมีดังนี้

1. ช่วยประเมินความสามารถของวัสดุในการรับแรงเฉือนโดยไม่เกิดการเสียหาย
2. ใช้ในการทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ (Shear Test) เพื่อหาค่าความเครียดเฉือนสูงสุดที่

วัสดุสามารถทนได้ก่อนการแตกหัก

3. ช่วยในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่ต้องรับแรงเฉือน

8.5 เปอร์เซนต์การยืดหดตัว

ลักษณะของเปอร์เซนต์การยืดหดตัวมีดังนี้

1. การยืดตัว (Elongation) เกิดขึ้นเมื่อวัตถุได้รับแรงดึง ทำให้วัตถุยืดออกหรือยาวขึ้น
2. การหดตัว (Contraction) เกิดขึ้นเมื่อวัตถุได้รับแรงอัด ทำให้วัตถุหดตัวหรือสั้นลง
3. ความเหนียว (Ductility) วัสดุที่มีเปอร์เซนต์การยืดหดตัวสูงจะมีความเหนียวสูง สามารถยืด

ตัวได้มากก่อนการแตกหัก

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 8 เรื่อง ความเค้น ความเครียด

2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนที่ 8 เรื่อง ความเค้น ความเครียด หน้า 222 -223 ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

ขั้นสอน

4. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทเรียนที่ 8 เรื่อง ความเค้น ความเครียด

5. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู

6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 8 เรื่อง ความเค้น ความเครียด หน้า 241 - 242 ในหนังสือเรียนวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 ครูให้คำแนะนำและตอบข้อซักถาม

7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 8 เรื่อง ความเค้น ความเครียด

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนที่ 8 เรื่อง ความเค้น ความเครียด หน้า 243 - 244 ในหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

9. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลยคำตอบ

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 หนังสือเรียนรายวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106-2018) ของบริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

7.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

7.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

แบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนที่ 8 เรื่อง ความเค้น ความเครียด

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบฝึกหัดในบทเรียนที่ 8 เรื่อง ความเค้น ความเครียด

9. การวัดผลประเมินผล

9.1 วิธีการประเมิน

1) สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล

2) ตรวจสอบประเมินผลแบบการเรียนรู้บทเรียนที่ 8 เรื่อง ความเค้น ความเครียด

3) สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 เครื่องมือประเมิน

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
- 2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 8 เรื่อง ความเค้น ความเครียด
- 3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 เกณฑ์การประเมินผล

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
- 2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 8 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
- 3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการ

ประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

- 1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

- 2) แนวทางแก้ปัญหาค้างต่อไป

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 8	บทเรียนที่ 8
ชื่อวิชา : กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา : 20106-2018	สัปดาห์ที่ 15-16
ข้อบทเรียน : ความเค้น ความเครียด	จำนวน 4 ชม.

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

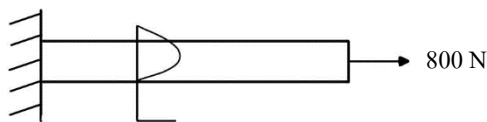
1. จงหาความเค้นที่เกิดขึ้นในเส้นลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. ซึ่งอยู่ภายใต้แรงดึง 300 นิวตัน

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \sigma_t &= \frac{P_t}{A} \\ A &= \frac{\pi(D)^2}{4} = \frac{22 \times (2)^2}{7 \times 4} = 3.14 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad \sigma_t &= \frac{300 \text{ N}}{3.14 \text{ mm}^2} \\ &= 95.54 \text{ N/mm}^2 \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

2. จงคำนวณหาความเค้นดึงที่เกิดขึ้นเมื่อเหล็กกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. ถูกดึงด้วยแรง 800 นิวตัน

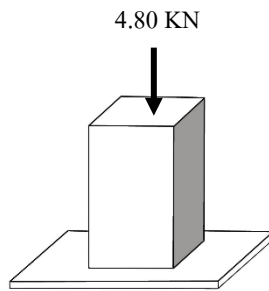


วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \sigma_t &= \frac{P_t}{A} \\ A &= \frac{\pi(D)^2}{4} = \frac{22 \times (6)^2}{7 \times 4} = 28.26 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad \sigma_t &= \frac{800 \text{ N}}{28.26 \text{ mm}^2} \\ &= 28.31 \text{ N/mm}^2 \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

3. จงคำนวณหาค่าความเค้นอัดที่เกิดขึ้นกับวัตถุหน้าตัดสี่เหลี่ยมขนาด 8×12 ซม. ที่มีแรงกระทำดังรูป



วิธีทำ

จากสูตร

$$\sigma_c = \frac{P_c}{A}$$

$$A = \text{กว้าง} \times \text{ยาว} = 0.08 \times 0.12 = 0.01 \text{ m}^2$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{4.80 \times 1,000 \text{ N}}{0.01 \text{ m}^2} \\ &= 480,000 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

ตอบ

4. จงหาแรงดึงในท่อนเหล็กกลมซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มม. ถ้าให้ความเค้นดึงห้ามเกิน 100 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

วิธีทำ

จากสูตร

$$\sigma_t = \frac{P_t}{A}$$

$$A = \frac{\pi(D)^2}{4} = \frac{22 \times (75)^2}{7 \times 4} = 4,419.64 \text{ mm}^2$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} 100 \text{ N/mm}^2 &= \frac{P_t}{4,419.64 \text{ mm}^2} \\ P_t &= 4,419.64 \text{ mm}^2 \times 100 \text{ N/mm}^2 \\ &= 4,419.64 \times 100 \frac{\text{N/mm}^2}{\text{mm}^2} \\ &= 441,964 \text{ N} \end{aligned}$$

ตอบ

5. เสาคอนกรีตขนาด 30×30 ซม. มีความเค้นอัด 400 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร จงหาปริมาณน้ำหนักสูงสุดที่เสา
คอนกรีตรับได้

วิธีทำ

จากสูตร	$\sigma_c = \frac{P_c}{A}$	
	$A = กว้าง \times ยาว = 300 \times 300 = 90,000 \text{ mm}^2$	
แทนค่า	$400 \text{ N/mm}^2 = \frac{P_c}{90,000 \text{ mm}^2}$	
	$P_c = 90,000 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2$	
	$= 90,000 \times 400 \frac{\text{N/mm}^2}{\text{mm}^2}$	
	$= 3.60 \times 10^7 \text{ N}$	ตอบ

6. จงหาแรงในการตัดเจาะแผ่นโลหะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม. แผ่นโลหะหนา 16 มม. และความเค้น
เฉือนที่เกิดขึ้นเท่ากับ 260 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

วิธีทำ

จากสูตร	$\tau = \frac{P}{A}$	
เมื่อ	$\tau = 260 \text{ N/mm}^2$	
	$A = \pi D t \text{ (D = 10 mm, t = 16 mm)}$	
	$= \frac{22 \times 10 \times 16}{7} = 502.86 \text{ mm}^2$	
แทนค่า	$260 \text{ N/mm}^2 = \frac{P}{502.86 \text{ mm}^2}$	
	$P = 502.86 \text{ mm}^2 \times 260 \text{ N/mm}^2$	
	$= 502.86 \times 260 \frac{\text{N/mm}^2}{\text{mm}^2}$	
	$= 130,743.60 \text{ N}$	ตอบ

7. จงหาความเครียดที่เกิดขึ้นในท่อนอลูมิเนียมยาว 3 ม. ซึ่งจะหดลงไป 5.20 มม. เมื่ออยู่ภายใต้แรงกด

วิธีทำ

จากสูตร	$\epsilon_c = \frac{\Delta L}{L}$
---------	-----------------------------------

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ} \quad \Delta L &= \text{ระยะที่หดตัว} = 5.20 \text{ mm} \\
 L &= \text{ความยาวเดิม} = 3,000 \text{ mm} \\
 \text{แทนค่า} \quad \epsilon_c &= \frac{5.20 \text{ mm}}{3,000 \text{ mm}} = 0.002 \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

8. จงหาความยาวเดิมของท่อนโลหะ เมื่ออยู่ภายใต้แรงดึงทำให้ท่อนโลหะยืดออก 5 มม. ถ้าให้ความเครียดที่เกิดขึ้นห้ามเกิน 0.005

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad \epsilon_t &= \frac{\Delta L}{L} \\
 \text{เมื่อ} \quad \Delta L &= \text{ระยะยืดออก} = 5 \text{ mm} \\
 \epsilon_t &= \text{ความเครียด} = 0.005 \\
 \text{ดังนั้น} \quad \Delta L &= \epsilon_t \times L \\
 \text{แทนค่า} \quad 5 \text{ mm} &= 0.005 \times L \\
 L &= \frac{5 \text{ mm}}{0.005} = 1,000 \text{ mm} \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

9. จงหาส่วนที่ยืดออกของท่อนทองแดง ถ้าความยาวเดิมของท่อนทองแดงเท่ากับ 5 ม. เมื่ออยู่ภายใต้แรงดึง ทำให้เกิดความเครียดในท่อนทองแดงเท่ากับ 0.00043

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad \epsilon_c &= \frac{\Delta L}{L} \\
 \text{เมื่อ} \quad L &= \text{ความยาวเดิม} = 5,000 \text{ mm} \\
 \epsilon_c &= \text{ความเครียด} = 0.00043 \\
 \text{ดังนั้น} \quad \Delta L &= \epsilon_c \times L \\
 \text{แทนค่า} \quad \Delta L &= 0.00043 \times 5,000 \text{ mm} = 2.15 \text{ mm} \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

10. ทดสอบการกดอัดของแท่งอลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 ซม. ยาว 10 ซม. ด้วยน้ำหนักกดตามแนวแกน 100 กิโลนิวตัน แท่งอลูมิเนียมยุบสั้นลงเหลือ 9.88 ซม. จงคำนวณหาค่าความเค้น ความเครียด และเปอร์เซ็นต์การหดตัว

วิธีทำ

หาความเค้น

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \sigma_c &= \frac{P_c}{A} \\ A &= \frac{\pi(D)^2}{4} = \frac{22 \times (0.06)^2}{7 \times 4} = 0.003 \text{ m}^2 \\ \sigma_c &= \frac{100 \times 1,000 \text{ N}}{0.003 \text{ m}^2} = 3.33 \times 10^7 \text{ N/m}^2 \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

หาความเครียด

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \epsilon_c &= \frac{\Delta L}{L} \\ \text{เมื่อ} \quad \Delta L &= \text{ระยะยุบตัว} = 10 - 9.88 = 0.12 \text{ cm} \\ L &= \text{ความยาวเดิม} = 10 \text{ cm} \\ \epsilon_c &= \frac{0.12 \times 10 \text{ mm}}{10 \times 10 \text{ mm}} = 0.012 \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

3. หาเปอร์เซ็นต์การยืดหดตัว

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์การยืดหดตัว} &= \frac{\Delta L}{L} \times 100 \\ &= 0.012 \times 100 = 1.20 \text{ เปอร์เซ็นต์} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ความเค้น (Stress) มีความหมายตามข้อใด

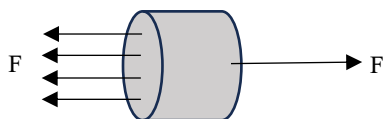
ก. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุ

ข. การยืดตัวของวัตถุเมื่อได้รับแรง

ค. แรงที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดของวัตถุ

ง. ความสามารถของวัตถุในการต้านทานแรง

2. จากรูปดังกล่าวเป็นความเค้นใด



ก. ความเค้นดัด

ข. ความเค้นเฉือน

ค. ความเค้นดึง

ง. ความเค้นอัด

3. ความเค้นเฉือน (Shear Stress) เกิดขึ้นจากแรงแบบใด

ก. แรงดึง

ข. แรงอัด

ค. แรงบิด

ง. แรงเฉือน

4. จงหาความเค้นดึงที่เกิดขึ้นในเส้นลวด เมื่อวัตถุมีมวล 200 กก.แขวนอยู่กับเส้นลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม.

ก. 24.98

ข. 25.98

ค. 26.98

ง. 27.98

5. ความเครียด (Strain) มีความหมายตามข้อใด

ก. แรงที่กระทำต่อวัตถุ

ข. พลังงานที่สะสมในวัตถุ

ค. ความสามารถของวัตถุในการรับแรง

ง. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุต่อขนาดเดิม

6. ความเครียดมีหน่วยตามข้อใด

ก. นิวตัน (N)

ข. เมตร (m)

ค. ปาสคาล (Pa)

ง. ไม่มีหน่วย (Unitless)

7. ความเครียดเฉือน (Shear Strain) มีความหมายตามข้อใด

- ก. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุเนื่องจากแรงดึง
- ข. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุเนื่องจากแรงบิด
- ค. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุเนื่องจากแรงอัด
- ง. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุเนื่องจากแรงเฉือน

8. จงหาความเครียดที่เกิดขึ้นในเส้นลวดยาว 2 ม. ซึ่งอยู่ภายใต้แรงดึงและให้เส้นลวดยืดออก 6 มม.

- ก. 0.002
- ข. 0.003
- ค. 0.004
- ง. 0.005

9. จงหาส่วนที่ยืดออกของเส้นลวดเมื่ออยู่ภายใต้แรงดึง ซึ่งทำให้เกิดความเครียดในเส้นลวดเท่ากับ 0.0080 ถ้าความยาวเดิมของเส้นลวดเท่ากับ 5 ม.

- ก. 0.01
- ข. 0.02
- ค. 0.03
- ง. 0.04

10. ข้อใดคือสมการของหาเปอร์เซ็นต์การยืดหดตัว

ก. $\frac{\text{ความยาวเดิม}}{\text{ความยาวที่เปลี่ยนแปลง}}$

ข. $\frac{\text{ความยาวที่เปลี่ยนแปลง}}{\text{ความยาวเดิม}}$

ค. $\frac{\text{ความยาวที่เปลี่ยนแปลง}}{\text{ความยาวเดิม}} \times 100$

ง. $\frac{\text{ความยาวเดิม}}{\text{ความยาวที่เปลี่ยนแปลง}} \times 100$

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 8 ความเค้น ความเครียด

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค	ค	ง	ก	ง	ง	ง	ข	ง	ค

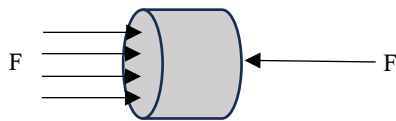
แบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ความเค้น (Stress) มีความหมายตามข้อใด

- ก. ความสามารถของวัตถุในการต้านทานแรง
- ข. แรงที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดของวัตถุ
- ค. การยืดตัวของวัตถุเมื่อได้รับแรง
- ง. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุ

2. จากรูปดังกล่าวเป็นความเค้นชนิดใด



- ก. ความเค้นเฉือน
- ข. ความเค้นอัด
- ค. ความเค้นดึง
- ง. ความเค้นดัด

3. ความเค้นเฉือน (Shear Stress) เกิดขึ้นจากแรงแบบใด

- ก. แรงดึง
- ข. แรงอัด
- ค. แรงบิด
- ง. แรงเฉือน

4. จงหาความเค้นดึงที่เกิดขึ้นในเส้นลวด เมื่อวัตถุมีมวล 300 กก.แขวนอยู่กับเส้นลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มม.

- ก. 25.66
- ข. 23.67
- ค. 18.67
- ง. 16.66

5. ความเครียด (Strain) ทำให้เกิดอะไรขึ้นกับวัตถุ

- ก. วัตถุต่อต้านการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
- ข. วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
- ค. วัตถุเกิดแรงต้านทานภายใน
- ง. ทำให้วัตถุสึกหรอเร็วขึ้น

6. หน่วยของความเค้น คือข้อใด

- ก. ไม่มีหน่วย (Unitless)
- ข. ปาสคาล (Pa)
- ค. นิวตัน (N)
- ง. เมตร (m)

7. ความเครียดคัต (Shear Strain) มีความหมายตามข้อใด

- ก. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุเนื่องจากแรงเฉือน
- ข. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุเนื่องจากแรงบิด
- ค. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุเนื่องจากแรงดึง
- ง. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุเนื่องจากแรงอัด

8. จงหาความเครียดที่เกิดขึ้นในเส้นลวดยาว 1 ม. ซึ่งอยู่ภายใต้แรงดึงและให้เส้นลวดยืดออก 3 มม.

- ก. 0.005
- ข. 0.004
- ค. 0.003
- ง. 0.002

9. จงหาส่วนที่ยืดออกของเส้นลวดเมื่ออยู่ภายใต้แรงดึง ซึ่งทำให้เกิดความเครียดในเส้นลวดเท่ากับ 0.08 ถ้าความยาวเดิมของเส้นลวดเท่ากับ 4 ม.

- ก. 0.34
- ข. 0.33
- ค. 0.32
- ง. 0.31

10. ข้อใดคือสมการของหาเปอร์เซ็นต์การยืดหดตัว

- ก. $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$
- ข. $\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \times 100$
- ค. $\epsilon = \frac{L}{\Delta L}$
- ง. $\epsilon = \frac{L}{\Delta L} \times 100$

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 8 ความเค้น ความเครียด

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ข	ข	ง	ง	ข	ข	ง	ค	ข	ข

	แผนการจัดการเรียนรู้	บทเรียนที่ 9
	รหัสวิชา 20106-2018 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ โมดูลัสยืดหยุ่น	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน	โมดูลัสยืดหยุ่น	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

มีความรู้เกี่ยวกับโมดูลัสยืดหยุ่น เพื่อประยุกต์ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ปัญหาทางกลศาสตร์อย่างง่ายได้อย่างถูกต้องในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการของโมดูลัสยืดหยุ่น
2. คำนวณหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่น
3. ประยุกต์ใช้หลักการของโมดูลัสยืดหยุ่นในการคำนวณทางวิศวกรรม

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของโมดูลัสยืดหยุ่นได้
2. บอกการใช้โมดูลัสยืดหยุ่นในงานวิศวกรรมได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดได้
4. บอกกฎของฮุกได้
5. บอกหน่วยของค่าโมดูลัสยืดหยุ่นได้
6. คำนวณหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นได้
7. คำนวณหาค่าความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้
8. บรรยายความสำคัญของโมดูลัสยืดหยุ่นได้
9. ประยุกต์ใช้โมดูลัสยืดหยุ่นในการคำนวณทางวิศวกรรมได้

5. สารการเรียนรู้

9.1 ความหมายของโมดูลัสยืดหยุ่น

ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นสามารถแยกได้เป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 โมดูลัสของยัง (Young's Modulus) คือการวัดความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความยาวของ

วัสดุ

กรณีที่ 2 โมดูลัสเฉือน (Shear Modulus) คือการวัดความต้านทานการเปลี่ยนรูปของระนาบในแนวระดับของวัสดุ

กรณีที่ 3 โมดูลัสเชิงปริมาตร (Bulk Modulus) คือการวัดความต้านทานการเปลี่ยนรูปในเชิงปริมาตรของวัสดุ

9.2 การใช้โมดูลัสยืดหยุ่นในงานวิศวกรรม

โมดูลัสยืดหยุ่นเป็นค่าที่สำคัญในทางวิศวกรรมและวัสดุศาสตร์ ซึ่งช่วยในการออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างให้มีความแข็งแรงและปลอดภัย ดังนี้

1. การออกแบบโครงสร้าง (Structural Design)
2. การเลือกวัสดุ (Material Selection)
3. การทดสอบวัสดุ (Material Testing)
4. การวิเคราะห์การเสียรูป (Deformation Analysis)
5. การออกแบบฐานราก (Foundation Design)
6. การออกแบบสะพาน (Bridge Design)
7. การตรวจสอบความเสียหาย (Damage Inspection)

9.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด

ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดนั้นหาได้จากการทดสอบ แรงดึง (Tensile Test) โดยกราฟจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงหลัก ดังนี้

1. เขตยืดหยุ่น (Elastic Region)
2. เขตพลาสติก (Plastic Region)
3. เขตแตกหัก (Fracture Region)

9.4 กฎของฮุก

“กฎของฮุก (Hooke’s Law)” เป็นการหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่น ซึ่งหาค่าได้จากสัดส่วนระหว่างความเค้นต่อความเครียดของวัสดุเมื่อมีแรงกระทำ เรียกว่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) หรือค่ายังโมดูลัส (Yong’s Modulus)

9.5 หน่วยของค่าโมดูลัสยืดหยุ่น

หน่วยของค่าโมดูลัสยืดหยุ่นจะเป็นแรงต่อพื้นที่ คือ

1. มาตรฐานเมตริก จะมีหน่วยเป็น กิโลกรัม/ซม.² kg/cm^2 , ksc
2. มาตรฐานสากล จะมีหน่วยเป็น นิวตัน/มม.² N/mm^2 , kN/m^2
3. มาตรฐานอังกฤษ จะมีหน่วยเป็น ปอนด์/นิ้ว² lb/in^2 , psi

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 9 เรื่อง โมดูลสยิดหยุ่น
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนที่ 9 เรื่อง โมดูลสยิดหยุ่น หน้า 249 -250 ในหนังสือเรียน วิชาเกษตรศาสตร์โครงสร้าง 1

ขั้นสอน

4. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทเรียนที่ 9 เรื่อง โมดูลสยิดหยุ่น
5. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาพร้อมกับครู
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 9 เรื่อง โมดูลสยิดหยุ่น หน้า 261 - 262 ในหนังสือเรียน วิชาเกษตรศาสตร์โครงสร้าง 1 ครูให้คำแนะนำและตอบข้อซักถาม
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 9 เรื่อง โมดูลสยิดหยุ่น

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนที่ 9 เรื่อง โมดูลสยิดหยุ่น หน้า 263 - 264 ในหนังสือเรียน วิชาเกษตรศาสตร์โครงสร้าง 1
9. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลยคำตอบ

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 หนังสือเรียนรายวิชาเกษตรศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106-2018) ของบริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 7.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 7.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียน วิชาเกษตรศาสตร์โครงสร้าง 1

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

แบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนที่ 9 เรื่อง โมดูลสยิดหยุ่น

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบฝึกหัดในบทเรียนที่ 9 เรื่อง โมดูลสยิดหยุ่น

9. การวัดผลประเมินผล

9.1 วิธีการประเมิน

- 1) สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล

2) ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้บทเรียนที่ 9 เรื่อง โมดูลสยิดหยุ่น

3) สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.2 เครื่องมือประเมิน

1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล

2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 9 เรื่อง โมดูลสยิดหยุ่น

3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 เกณฑ์การประเมินผล

1) แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง

2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทเรียนที่ 9 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป

3) แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ

ประเมินตามสภาพจริง

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาค้างต่อไป

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7	บทเรียนที่ 9
ชื่อวิชา : กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา : 20106-2018	สัปดาห์ที่ 17
ชื่อบทเรียน : โมดูลัสยืดหยุ่น	จำนวน 2 ชม.

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. จงหาโมดูลัสยืดหยุ่นของท่อโลหะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. ยาว 3 ม. เมื่ออยู่ภายใต้แรงดึง 800 กิโลนิวตัน ท่อโลหะจะยืดออก 8 มม.

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad E &= \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{P}{A} \times \frac{L}{\Delta L} \\
 \text{เมื่อ} \quad P &= 800 \times 10^3 = 800,000 \text{ N} \\
 A &= \frac{\pi(D)^2}{4} = \frac{22 \times (100)^2}{7 \times 4} = 7,847.14 \text{ mm}^2 \\
 \Delta L &= 8 \text{ mm} \quad L = 3 \times 10^3 = 3,000 \text{ mm} \\
 E &= \frac{800,000}{7,847.14} \times \frac{3,000}{8} \\
 &= 38,230.49 \text{ N/mm}^2 \quad (3.82 \times 10^4 \text{ N/mm}^2) \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

2. จงหาความเค้น ความเครียดและ โมดูลัสยืดหยุ่นของท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. ยาว 3 ม. เมื่ออยู่ภายใต้แรงดึง 250 กิโลนิวตัน ท่อทองแดงจะยืดออก 15 มม.

วิธีทำ

หาความเค้นดึง

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad \sigma_t &= \frac{P_t}{A} \\
 \text{เมื่อ} \quad P &= 250 \times 10^3 = 250,000 \text{ N} \\
 A &= \frac{\pi(D)^2}{4} = \frac{22 \times (100)^2}{7 \times 4} = 7,847.14 \text{ mm}^2 \\
 \text{แทนค่า} \quad \sigma_t &= \frac{250,000 \text{ N}}{7,847.14 \text{ mm}^2} = 31.86 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

หาความเครียดดึง

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad \epsilon_t &= \frac{\Delta L}{L} \\
 \text{เมื่อ} \quad \Delta L &= \text{ระยะที่ยืดออก} = 15 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$L = \text{ความยาวเดิม} = 3,000 \text{ mm}$$

$$\text{แทนค่า} \quad \epsilon_t = \frac{15 \text{ mm}}{3,000 \text{ mm}} = 0.005 \quad \text{ตอบ}$$

หาโมดูลัสยืดหยุ่น

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad E &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\ \text{แทนค่า} \quad E &= \frac{31.86 \text{ N/mm}^2}{0.005} = 6,372 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

3. เสาเหล็กหน้าตัดสี่เหลี่ยมสูง 3 ม. รับแรงอัด 350 กิโลนิวตัน ทำให้เสาหดตัวลงไป 12 มม. กลสมบัติของไม้

ด้านค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นเท่ากับ $242,500 \text{ N/mm}^2$ จงหาพื้นที่หน้าตัดเสาเหล็กที่สามารถรับแรงอัดได้

วิธีทำ

หาค่าความเครียด

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \epsilon &= \frac{\Delta L}{L} \\ \text{เมื่อ} \quad \Delta L &= \text{ระยะที่หดตัวลง} = 12 \text{ mm} \\ L &= \text{ความสูงเสา} = 3,000 \text{ mm} \\ \text{แทนค่า} \quad \epsilon &= \frac{12 \text{ mm}}{3,000 \text{ mm}} = 0.004 \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

หาความเค้น

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad E &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\ \sigma &= E \times \epsilon \text{ (ความเค้น} \times \text{โมดูลัสยืดหยุ่น)} \\ &= 242,500 \text{ N/mm}^2 \times 0.004 = 970 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

หาพื้นที่หน้าตัดของเสา

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \sigma &= \frac{P}{A} \\ \text{เมื่อ} \quad \sigma &= 0.84 \text{ N/mm}^2 \\ P &= 350 \times 10^3 \text{ N} \\ \text{แทนค่า} \quad 970 \text{ N/mm}^2 &= \frac{350 \times 10^3}{A} \\ A &= \frac{350 \times 10^3 \text{ N}}{970 \text{ N/mm}^2} = 360.83 \text{ mm}^2 \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

4. จงคำนวณหาการยืดตัวและความเครียดที่เกิดในคานเหล็กยาว 40 ม. มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง 35 องศาเซลเซียส กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของวัสดุตามเส้นเท่ากับ 12.9×10^{-6} องศาเซลเซียส

วิธีทำ

หาค่าการยืดตัว

$$\text{จากสูตร } \delta = L\alpha\Delta t$$

คานเหล็กยาว

$$L = 4,000 \text{ mm}$$

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของวัสดุตามเส้น } \alpha = 12.9 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$$

อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป

$$\Delta t = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{แทนค่า } \delta = L\alpha\Delta t$$

$$= 4,000 \times (12.9 \times 10^{-6}) \times 35 = 18.06 \text{ mm} \quad \text{ตอบ}$$

หาค่าความเครียด

$$\text{จากสูตร } \epsilon = \alpha\Delta t$$

$$= (12.9 \times 10^{-6}) \times (35) = 0.0004515 \quad \text{ตอบ}$$

5. จงหาความเค้น ความเครียด และแรงกดที่กระทำกับท่อนเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มม. ยาว 750 มม. ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 45°C กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของวัสดุตามเส้นเท่ากับ $12 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ และค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นเท่ากับ 205 N/mm^2

วิธีทำ

หาความเครียด

$$\text{จากสูตร } \epsilon = \alpha\Delta t$$

$$= (12 \times 10^{-6}) \times (45) = 0.001 \quad \text{ตอบ}$$

หาความเค้น

$$\text{จากสูตร } E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$\sigma = E \times \epsilon \text{ (ความเครียด} \times \text{โมดูลัสยืดหยุ่น)}$$

$$= 205 \text{ N/mm}^2 \times 0.001 = 0.205 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ตอบ}$$

หาแรงกดที่กระทำกับท่อนเหล็ก

$$\text{จากสูตร } \sigma = \frac{P}{A}$$

เมื่อ

$$\sigma = 0.205 \text{ N/mm}^2$$

$$A = \frac{\pi(D)^2}{4} = \frac{22 \times (65)^2}{7 \times 4} = 3,319.64 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่า} \quad 0.205 \text{ N/mm}^2 &= \frac{P}{3,319.64 \text{ mm}^2} \\
 P &= 3,319.64 \text{ mm}^2 \times 0.205 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 3,319.64 \times 0.205 \frac{\text{N/mm}^2}{\text{mm}^2} \\
 &= 680.53 \text{ N} \qquad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. โมดูลัสยืดหยุ่น (Young's Modulus) มีความหมายตามข้อใด

- ก. พลังงานที่สะสมในวัสดุ
- ข. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ
- ค. ความสามารถของวัสดุในการรับแรงดึง
- ง. อัตราส่วนระหว่างความเค้นและความเครียด

2. ข้อใดเป็นหน่วยของโมดูลัสยืดหยุ่น

- ก. มม./ม²
- ข. นิวตัน/มม²
- ค. นิวตัน/ม.
- ง. นิวตัน/มม.³

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดสามารถหาได้จากการทดสอบใด

- ก. การทดสอบแรง
- ข. การทดสอบแรงดึง
- ค. การทดสอบแรงอัด
- ง. การทดสอบแรงเสียดทาน

4. ข้อใดคือความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดในเขตพลาสติก (Plastic Region)

- ก. วัสดุจะเกิดการเสียรูปถาวร
- ข. วัสดุจะไม่เกิดการเสียรูปถาวร
- ค. วัสดุจะไม่สามารถรับแรงเพิ่มได้อีก
- ง. วัสดุจะสามารถกลับสู่รูปเดิมได้หลังจากที่แรงกระทำถูกขจัดออก

5. กฎของฮุค (Hooke's Law) เกี่ยวข้องกับข้อใด

- ก. การคำนวณพลังงานจลน์
- ข. การหาความหนาแน่นของวัตถุ
- ค. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและความเร่ง
- ง. ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดในเขตยืดหยุ่น

6. กฎของฮุคเขียนเป็นสมการได้ตามข้อใด

- ก. $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$
- ข. $E = \frac{\epsilon}{\sigma}$
- ค. $E = \frac{P}{\epsilon}$
- ง. $E = \frac{P}{A}$

7. สัญลักษณ์ E ในกฎของฮุก หมายถึงข้อใด

ก. ความเค้น

ข. ความเครียด

ค. พื้นที่หน้าตัด

ง. โมดูลัสยืดหยุ่น

8. วัสดุที่มีความเค้น 100 N/mm^2 และ โมดูลัสยืดหยุ่น 200 N/mm^2 ความเครียดจะมีค่าเท่าใด

ก. 0.5

ข. 0.05

ค. 0.005

ง. 0.0005

9. วัสดุที่มีความเครียด 0.0001 และ โมดูลัสยืดหยุ่น 200 N/mm^2 ความเค้นจะมีค่าเท่าใด

ก. 0.002

ข. 0.02

ค. 0.20

ง. 2.00

10. วัสดุที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน (α) เท่ากับ 18×10^{-6} องศาเซลเซียส และอุณหภูมิลดลง 25 องศาเซลเซียส ความเครียดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าใด

ก. - 0.45

ข. - 0.045

ค. - 0.0045

ง. - 0.00045

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนที่ 9 โมดูลัสยืดหยุ่น

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ง	ข	ข	ก	ง	ก	ง	ก	ค	ง

แบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. โมดูลัสยืดหยุ่น (Young's Modulus) มีความหมายตามข้อใด

ก. อัตราส่วนระหว่างความเค้นและความเครียด

ข. ความสามารถของวัสดุในการรับแรงดึง

ค. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ

ง. พลังงานที่สะสมในวัสดุ

2. ข้อใดเป็นหน่วยของโมดูลัสยืดหยุ่น

ก. mm/m^2

ข. N/mm^2

ค. N/m^2

ง. N/mm^3

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดสามารถหาได้จากการทดสอบใด

ก. การทดสอบแรง

ข. การทดสอบแรงดึง

ค. การทดสอบแรงอัด

ง. การทดสอบแรงเสียดทาน

4. ข้อใดคือความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดในเขตแตกหัก (Fracture Region)

ก. วัสดุจะสามารถกลับสู่รูปเดิมได้หลังจากที่แรงกระทำถูกขจัดออก

ข. วัสดุจะไม่สามารถรับแรงเพิ่มขึ้นได้อีก

ค. วัสดุจะไม่สามารถกลับสู่รูปเดิมได้

ง. วัสดุจะเกิดการเสียรูปถาวร

5. จากกฎของฮุก (Hook 's Law) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดไว้ว่าอย่างไร

ก. ความเค้นและความเครียดเป็นปฏิภาคโดยตรงโมดูลัสยืดหยุ่น

ข. ความเครียดจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับแรงที่กระทำ

ค. ความเค้นจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเครียด

ง. ความเค้นจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับแรงที่กระทำ

6. สมการสำหรับหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นคือข้อใด

ก. $E = \frac{P}{A}$

ข. $E = \frac{P}{\epsilon}$

ค. $E = \frac{\epsilon}{\sigma}$

ง. $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$

7. สัญลักษณ์ ϵ ในกฎของฮุก หมายถึงข้อใด

ก. โมดูลัสยืดหยุ่น

ข. พื้นที่หน้าตัด

ค. ความเครียด

ง. ความเค้น

8. วัสดุมีความเค้น $300 \times 10^6 \text{ N/mm}^2$ และโมดูลัสยืดหยุ่น $150 \times 10^9 \text{ N/mm}^2$ ความเครียดจะมีค่าเท่าไร

ก. 0.002

ข. 0.02

ค. 0.20

ง. 2.0

9. วัสดุมีความเครียด 0.005 และโมดูลัสยืดหยุ่น 150 N/mm^2 ความเค้นจะมีค่าเท่าไร

ก. 0.00075

ข. 0.0075

ค. 0.075

ง. 0.75

10. วัสดุมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน (α) เท่ากับ 15×10^{-6} องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 40 องศาเซลเซียส ความเครียดที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่าใด

ก. 0.0006

ข. 0.006

ค. 0.06

ง. 0.60

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนที่ 9 โมดูลัสยืดหยุ่น

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก	ข	ข	ข	ก	ง	ก	ก	ง	ก