

แผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อวิชา **กลศาสตร์โครงสร้าง 1**

รหัสวิชา 20106-1006

ท-ป-น 2-0-2

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

โดย

อ. เอกชัย รัตนโน

วิทยาลัย.....

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ

จัดทำโดย



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

รายการตรวจสอบและอนุญาตให้ใช้
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

☐ ควรอนุญาตให้ใช้การสอนได้

☐ ควรปรับปรุงเกี่ยวกับ

.....
.....

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

...../...../.....

☐ เห็นควรอนุญาตให้ใช้การสอนได้

☐ ควรปรับปรุงดังเสนอ

☐ อื่นๆ

.....
.....

ลงชื่อ.....

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

...../...../.....

☐ อนุญาตให้ใช้การสอนได้

☐ อื่นๆ

.....
.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ

...../...../.....

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา **กลศาสตร์** **โครงสร้าง 1** (ท-ป-น) 2-0-2 **รหัสวิชา 20106-1006** หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้จัดทำได้ใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ การแก้ปัญหา การจัดกระบวนการ รวมทั้งการประเมินตามสภาพจริง ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ ที่สามารถนำความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตประจำวันและการทำงาน นอกจากนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ยังมีการสอดแทรกความรู้ควบคู่คุณธรรม โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความซื่อสัตย์สุจริต การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ความสามัคคี และความเป็นประชาธิปไตย ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อนักเรียน นักศึกษา อย่างสูงสุดในการเรียนรู้วิชา **กลศาสตร์โครงสร้าง 1**

ลงชื่อโดย.....

(.....)

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด	1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 กฎของนิวตัน	10
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง	19
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สมดุลของระบบแรงร่วมจุด	30
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 โมเมนต์ของแรง	40
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์ถ่วง	53
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน	63
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ความเค้นและความเครียด	75

ลักษณะรายวิชา	
รหัสวิชา 20106-1006 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	ท-ป-น 2-0-2
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562	ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้ 1. มีความเข้าใจหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น การสมดุลของแรง 2. สามารถคำนวณ แรงโมเมนต์ การหาเซนทรอยด์ จุดศูนย์กลาง โมเมนต์ความเฉื่อย รัศมีการหมุน ความเค้นกับความเครียด โมดูลัสยืดหยุ่น 3. ความรับผิดชอบและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สมรรถนะรายวิชา 1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น 2. คำนวณหาค่าแรง การรวมแรง การหาแรงลัพธ์ โมเมนต์ การสมดุลของแรง 3. คำนวณหาเซนทรอยด์ จุดศูนย์กลาง โมเมนต์ของความเฉื่อย 4. คำนวณหาความเค้น ความเครียด ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด โมดูลัสยืดหยุ่น คำอธิบายรายวิชา ศึกษาเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานฟิสิกส์เบื้องต้น การสมดุลของแรง แรงโมเมนต์ การหาเซนทรอยด์ จุดศูนย์กลาง โมเมนต์ของความเฉื่อย รัศมีการหมุน ความเค้นความเครียด โมดูลัสยืดหยุ่น	

วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง

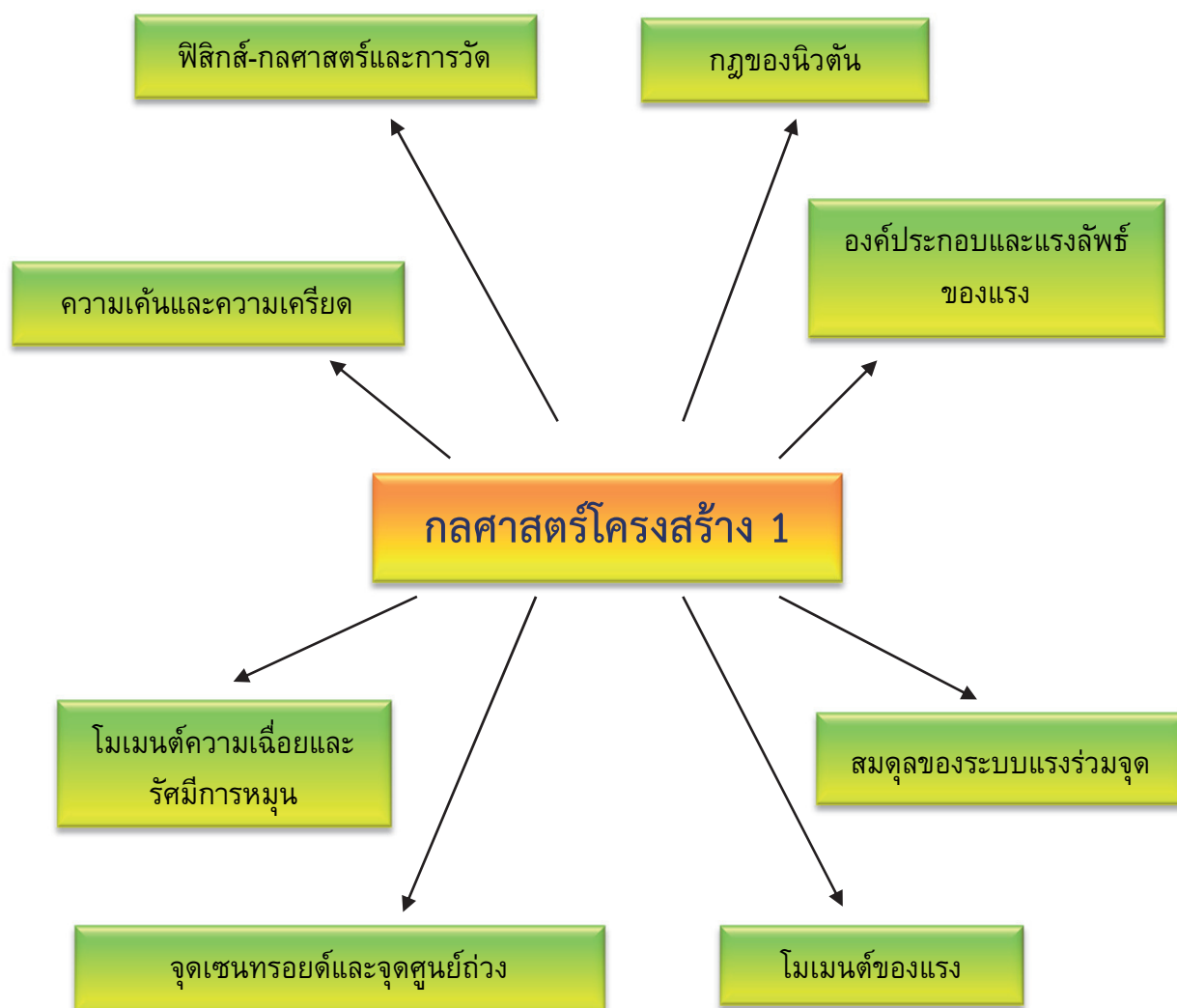
รหัสวิชา 20106-1006 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

ท-ป-น 2-0-2

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่องแบบแผนภูมิลำดับ (Scalar Pattern) หรือแบบแผนภูมิปะการัง (Coral Pattern)



วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง					
รหัสวิชา 20106-1006 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1			ท-ป-น 2-0-2		
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562			ประเภทวิชาอุตสาหกรรม		
หัวข้อหลัก (Main Element)/ หน่วยการเรียนรู้ (Learning Unit)	แหล่งข้อมูล				
	A	B	C	D	E
1. ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด	✓			✓	✓
2. กฎของนิวตัน	✓			✓	✓
3. องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง	✓			✓	✓
4. สมดุลของระบบแรงร่วมจุด	✓			✓	✓
5. โมเมนต์ของแรง	✓			✓	✓
6. จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์ถ่วง	✓			✓	✓
7. โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน	✓			✓	✓
8. ความเค้นและความเครียด	✓			✓	✓

หมายเหตุ : A : คำอธิบายรายวิชา
 B : ผู้เชี่ยวชาญ
 C : ผู้ชำนาญงาน
 D : ประสบการณ์ของครูผู้สอน
 E : เอกสาร/ตำรา/คู่มือ

วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง	
รหัสวิชา 20106-1006 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	ท-ป-น 2-0-2
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562	ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
หัวข้อหลัก (Main Element)/ หน่วยการเรียนรู้ (Learning Unit)	หัวข้อย่อย (Element)
1. ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด	1.1 ฟิสิกส์-กลศาสตร์
	1.2 ระบบหน่วยวัด
	1.3 หน่วยวัดระบบเอสไอ
	1.4 คำอุปสรรค
	1.5 หน่วยอนุพันธ์เอสไอ
	1.6 ความสัมพันธ์ของระบบมาตราชั่ง ตวง วัด
2. กฎของนิวตัน	2.1 แรง
	2.2 เซอร์ไอแซก นิวตัน
	2.3 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
	2.4 มวล
	2.5 น้ำหนัก
3. องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง	3.1 ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน
	3.2 องค์ประกอบของแรง
	3.3 แรงลัพธ์ของแรง
4. สมดุลของระบบแรงร่วมจุด	4.1 สมการสมดุล
	4.2 การเขียนแผนภาพอิสระ
5. โมเมนต์ของแรง	5.1 โมเมนต์ของแรง
	5.2 ทฤษฎีของวาร์ริยอง
6. จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์ถ่วง	6.1 จุดเซนทรอยด์
	6.2 จุดเซนทรอยด์ของรูปทรงประกอบ
	6.3 จุดศูนย์ถ่วง
7. โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน	7.1 โมเมนต์ความเฉื่อย
	7.2 ทฤษฎีแกนขนาน
	7.3 รัศมีการหมุน

วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง	
รหัสวิชา 20106-1006 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	ท-ป-น 2-0-2
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562	ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
หัวข้อหลัก (Main Element)/ หน่วยการเรียนรู้ (Learning Unit)	หัวข้อย่อย (Element)
8. ความเค้นและความเครียด	8.1 ความเค้น
	8.2 ความเค้นตึงฉาก
	8.3 ความเค้นเฉือน
	8.4 พื้นฐานความเค้นในจุดยึดต่อ
	8.5 ความเครียดตึงฉาก
	8.6 ความเครียดเฉือน
	8.7 โมดูลัสความยืดหยุ่น

วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง	
รหัสวิชา 20106-1006 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	ท-ป-น 2-0-2
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562	ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
หัวข้อหลัก (Main Element)/ หน่วยการเรียนรู้ (Learning Unit)	จุดประสงค์การปฏิบัติ (Performance Objectives)
1. ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด	จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้มีความเข้าใจ หลักการ ฟิสิกส์-กลศาสตร์เบื้องต้น ที่มาและความสำคัญของวิชาและความรู้ด้านการวัด ระบบหน่วยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและวิธีการใช้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม - อธิบายความเป็นมาและหลักการเบื้องต้นของวิชาฟิสิกส์-กลศาสตร์ได้ - อธิบายและแสดงวิธีทำในระบบหน่วยวัดได้ - อธิบายและแสดงวิธีทำหน่วยวัดระบบเอสไอได้ - อธิบายและแสดงวิธีทำคำอุปสรรคได้ - อธิบายและแสดงวิธีทำหน่วยอนุพันธ์เอสไอได้ - อธิบายและแสดงวิธีหาความสัมพันธ์ของระบบมาตราซึ่งตรงวัดได้
2. กฎของนิวตัน	จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องของแรง นิยามและความหมายของแรง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มวล น้ำหนัก ตลอดจนสามารถคำนวณหามวลและน้ำหนักของวัตถุและแรงได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม - บอกนิยามและอธิบายความหมายของแรงได้ - อธิบายเรื่องของแรงจากนิยามของไอแซก นิวตัน ได้ - อธิบายถึงกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ - บอกความหมายของมวลได้ - อธิบายและแสดงวิธีการคำนวณการหาน้ำหนัก

วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง	
รหัสวิชา 20106-1006 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	ท-ป-น 2-0-2
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562	ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
3. องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง	จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน องค์ประกอบของแรงในแนวแกน และแรงลัพธ์ของระบบแรงหลายแรง จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายถึงระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียนได้ 2. เข้าใจวิธีการและแสดงการคำนวณหาองค์ประกอบของแรงในแนวแกนได้ 3. เข้าใจวิธีการและแสดงการคำนวณหาแรงลัพธ์ของระบบแรงหลายแรง
4. สมดุลของระบบแรงร่วมจุด	จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมการสมดุลและการเขียนแผนภาพอิสระ ตลอดจนสามารถคำนวณโจทย์ปัญหาได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายถึงสมการสมดุลและแผนภาพอิสระได้ 2. เขียนรูปแผนภาพอิสระของโจทย์ปัญหาได้ 3. เข้าใจวิธีการและแสดงการคำนวณโดยใช้สมการสมดุลแก้โจทย์ปัญหาได้
5. โมเมนต์ของแรง	จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณของโมเมนต์รอบจุดพิจารณาใดๆ และสามารถใช้หลักการของวาริยองคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุดได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายปริมาณและการเกิดโมเมนต์ได้ 2. ใช้ทฤษฎีของวาริยอง แสดงวิธีการคำนวณหาปริมาณของโมเมนต์รอบจุดใดๆ ได้

วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง	
รหัสวิชา 20106-1006 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1	ท-ป-น 2-0-2
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562	ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
6. จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับตำแหน่งและวิธีการคำนวณหาจุดเซนทรอยด์ จุดเซนทรอยด์ของรูปทรงประกอบ และจุดศูนย์กลางของวัตถุได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายปริมาณตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูปเรขาคณิตต่างๆ ได้ 2. แสดงวิธีการคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูปทรงประกอบได้ 3. แสดงวิธีการคำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของวัตถุได้
7. โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน	จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อย ทฤษฎีแกนขนาน และรัศมีการหมุน ตลอดจนสามารถหาปริมาณค่าต่างๆ ได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายและแสดงวิธีการหาปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูปพื้นที่ได้ 2. อธิบายและแสดงวิธีการหาปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยโดยใช้ทฤษฎีแกนขนานของรูปพื้นที่ได้ 3. อธิบายและแสดงวิธีการหารัศมีการหมุนของรูปพื้นที่ได้
8. ความเค้นและความเครียด	จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้มีความเข้าใจความเค้น ความเครียด และโมดูลัสของความยืดหยุ่น ตลอดจนสามารถหาค่าต่างๆ ได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายและแสดงวิธีการหาค่าความเค้นตึงจาก ความเค้นเฉือนได้ 2. อธิบายและแสดงวิธีการหาค่าความเครียดตึงจาก ความเครียดเฉือนได้ 3. อธิบายพื้นฐานการหาความเค้นในจุดต่ออย่างง่ายได้ 4. อธิบายและใช้ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นในการหาค่าความเค้นความเครียดได้

วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง			
รหัสวิชา 20106-1006 ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1		ท-ป-น 2-0-2	
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562		ประเภทวิชาอุตสาหกรรม	
หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สัปดาห์ที่	ชั่วโมง
1.	ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด	1	2
2.	กฎของนิวตัน	2	2
3.	องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง	3-4	4
4.	สมดุลของระบบแรงร่วมจุด	5-7	6
5.	โมเมนต์ของแรง	8-9	4
6.	จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์ถ่วง	10-12	6
7.	โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน	13-15	6
8.	ความเค้นและความเครียด	16-18	6
รวม		18	36

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106-1006	เวลาเรียนรวม 36 ชม.
ชื่อหน่วย ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด	สอนครั้งที่ 1/18
ชื่อเรื่อง ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 ฟิสิกส์-กลศาสตร์ (Physics-Mechanics)
- 1.2 ระบบหน่วยวัด (System of Units)
- 1.3 หน่วยวัดระบบเอสไอ (SI System)
- 1.4 คำอุปสรรค (Prefixes)
- 1.5 หน่วยอนุพันธ์เอสไอ (SI Derived Units)
- 1.6 ความสัมพันธ์ของระบบมาตราชั่งตวงวัด

2. สาระสำคัญ

ฟิสิกส์-กลศาสตร์ถือเป็นปฐมบทของวิชาการคำนวณทางด้านงานช่างและวิศวกร วิชาหลากหลายในงานวิศวกรรมเป็นจำนวนมากในแต่ละสาขา ล้วนแตกตัวออกจากรากเหง้าของวิชาฟิสิกส์-กลศาสตร์ทั้งสิ้น ดังนั้นการได้เรียนรู้ที่มาและหลักการเบื้องต้น ถือเป็นการเตรียมความพร้อมที่เรียนรู้ในศาสตร์ที่ลึกซึ้งต่อไป

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการ ฟิสิกส์-กลศาสตร์เบื้องต้น ที่มา และความสำคัญของวิชาและความรู้ด้านการวัด ระบบหน่วย ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและวิธีการใช้

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความเป็นมาและหลักการเบื้องต้นของวิชาฟิสิกส์-กลศาสตร์ได้
2. อธิบายและแสดงวิธีทำในระบบหน่วยวัดได้
3. อธิบายและแสดงวิธีทำหน่วยวัดระบบเอสไอได้
4. อธิบายและแสดงวิธีทำคำอุปสรรคได้
5. อธิบายและแสดงวิธีทำหน่วยอนุพันธ์เอสไอได้
6. อธิบายและแสดงวิธีทำความสัมพันธ์ของระบบมาตราชั่งตวงวัดได้

4. สารการเรียนรู้

1.1 ฟิสิกส์-กลศาสตร์ (Physics-Mechanics)

วิชาฟิสิกส์ที่ประยุกต์เข้ากับวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับสาขาวิชาชีพนั้นมีหลากหลาย ในทางวิศวกรรม ฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์จะนำความรู้ซึ่งมีชื่อเรียกโดยเฉพาะว่า “กลศาสตร์ (Mechanics)” นำเอาความรู้เรื่องของแรง โมเมนต์ สมดุลของแรง เรขาคณิตของรูปทรง ความแข็งแรงแรงของหน้าตัด การยืดหรือการหดตัวของวัสดุ การหาแรงภายในเนื้อวัสดุหรือชิ้นส่วนโครงสร้าง มาใช้สร้างสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติ

1.2 ระบบหน่วยวัด (System of Units)

ระบบหน่วยวัด (System of Units) เริ่มมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ สันนิษฐานว่าเกิดจากความต้องการสร้างสิ่งก่อสร้างก่อน จากนั้นจึงเข้าไปเกี่ยวข้องในการพาณิชย์ค้าขายแลกเปลี่ยน

1.3 หน่วยวัดระบบเอสไอ (SI System)

สังคมของมนุษย์มีการเชื่อมต่องานกันมากขึ้น เกิดการค้าขายแลกเปลี่ยนกันอย่างกว้างขวาง ในระหว่างชุมชนหรือระหว่างประเทศทั่วโลก มนุษย์เริ่มตระหนักที่จะคิดค้นระบบหน่วยขึ้นมาใช้ร่วมกันอย่างเป็นสากลทั่วโลก ในปี ค.ศ. 1875 รัฐบาลจาก 17 ประเทศได้ร่วมมือกันก่อตั้งและร่วมลงนามในสนธิสัญญาเมตริก (The Metre Convention) ที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ซึ่งทำให้เกิดการจัดตั้งสำนักงานชั่ง ตวง วัด ระหว่างประเทศ (BIPM) เพื่อกำหนดหน่วยวัดสากล คณะกรรมการมาตรวิทยาสากล (CIPM) และการประชุมมาตรวิทยาระหว่างประเทศ (CGPM)

1.4 คำอุปสรรค (Prefixes)

ในหน่วยวัดปริมาณมูลฐานจะเป็นการกำหนดให้การวัดปริมาณนั้นๆ เป็นค่าหลัก ในการนำไปใช้กับชีวิตประจำวัน การวัดหน่วยเป็นเมตรอาจทำไม่สะดวก จำเป็นต้องใช้ตัวคูณแปลงให้หน่วยนั้นลดทอนน้อยลงหรือมากขึ้น ตัวคูณนี้เรียกว่า คำอุปสรรค (Prefixes)

1.5 หน่วยอนุพันธ์เอสไอ (SI Derived Units)

ในบางครั้งปริมาณที่ใช้หน่วยวัดมูลฐานของระบบเอสไออาจไม่ครอบคลุมถึงการวัดปริมาณต่างๆ ที่เหล่าบรรดานักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นขึ้น ในกรณีนี้จะไม่มีการสร้างหน่วยวัดมูลฐานขึ้นมาเพิ่ม แต่จะใช้การรวมกันหรือคูณหารระหว่างหน่วยวัดมูลฐานแทน ตั้งสัญลักษณ์หรือชื่อเฉพาะขึ้นใช้วัดปริมาณนั้น

1.6 ความสัมพันธ์ของระบบมาตราชั่งตวงวัด

ประเทศไทยได้มีการปรับเปลี่ยนมาใช้หน่วยวัดระบบเอสไอ (SI System) เป็นมาตรฐานตั้งแต่วันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2466 แต่ก็ยังคงบางหน่วยไว้อยู่ เช่น การวัดพื้นที่กำหนดโฉนดที่ดินต่างๆ ยังคงใช้หน่วยของ ตารางวา งาน ไร่ เช่นเดิม ส่วนความสัมพันธ์ในแต้ระบบหน่วยซึ่งที่นี้จะแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ หน่วยวัดระบบอังกฤษ หน่วยวัดระบบเอสไอ และหน่วยวัดของไทย

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายถึงขอบข่ายสาระการเรียนรู้ในรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล และแนวปฏิบัติในการเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

5. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด
6. นักเรียนทำแบบทดสอบบทที่ 1 เรื่องฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบบทที่ 1 เรื่องฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้อุ้บทที่ 1 เรื่องฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้อุ้บทที่ 1 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106–1006) ของ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษา ร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่านต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

8.1 กิจกรรมเสนอแนะ

- 8.1.1 ให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมาทางอินเทอร์เน็ต
- 8.1.2 ให้นักเรียนสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

- 8.2.1 ทำแบบฝึกหัด

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

แบบทดสอบบทที่ 1

ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด

คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ (ข้อละ 4 คะแนน)

1. น้ำหนัก $3500 \cdot \text{lb}$ จงคำนวณให้เป็นปริมาณหน่วย kips
2. พื้นที่ $12 \cdot \text{ft}^2$ เท่ากับกี่ตารางนิ้ว
3. พื้นที่ $5000 \cdot \text{km}^2$ เท่ากับกี่ตารางเมตร
4. พื้นที่ 150 ตารางวา เท่ากับกี่งาน
5. พื้นที่ 18 งาน คิดเป็นกี่ไร่
6. คลองชลประทานแห่งหนึ่งมีความยาว $50 \cdot \text{km}$ ต้องการตัดถนนใหม่เรียบริมคลองดังกล่าวตลอดความยาวคลองด้านหนึ่งโดยมีช่องจราจร 2 ช่อง หน้ากว้างของพื้นที่ถนน $8 \cdot \text{m}$ อยากทราบพื้นที่ของถนนในหน่วยตารางเมตรและหน่วยตารางกิโลเมตร
7. หน้าตัดคานกว้าง $0.25 \cdot \text{m}$ ลึก $0.55 \cdot \text{m}$ ยาว $5 \cdot \text{m}$ จงแสดงให้เป็นหน่วย ft
8. พื้นที่กว้าง $3 \cdot \text{m}$ ยาว $6 \cdot \text{m}$ ต้องการเทคอนกรีตหนา $12 \cdot \text{cm}$ คิดเป็นพื้นที่เทคอนกรีตเป็นปริมาณกี่ลูกบาศก์เมตร
9. วัดพื้นที่สามเหลี่ยมได้ความยาว 425 m ความสูง 80 m อยากทราบพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนคิดเป็นกี่ไร่ กี่งาน กี่ตารางวา
10. จังหวัดนครราชสีมาที่มีพื้นที่รวมทั้งหมด $20494 \cdot \text{km}^2$ อยากทราบว่าคิดเป็นพื้นที่จำนวนกี่ไร่ กี่งาน กี่ตารางวา

แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้บทที่ 1

ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุด (ข้อละ 2 คะแนน)

1. ข้อใดกล่าวถึง “วิชาฟิสิกส์” ได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. เป็นศาสตร์ที่เก่าแก่มากกว่าวิชาอื่นๆ
 - ข. มีรากฐานจากความคิดในห้องทดลองที่มีเครื่องทดสอบหลากหลาย
 - ค. มุ่งเน้นหาความจริงที่เกิดขึ้นในจักรวาลโดยการทดสอบ ทดลอง
 - ง. เป็นการคาดเดาปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกใบนี้อย่างมีเหตุผล

2. ข้อใดกล่าวถึง “Mechanics” ได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. การเรียนรู้เรื่องแรง การแตกแรง
 - ข. เป็นศาสตร์ที่มีรากฐานจากวิชาคณิตศาสตร์
 - ค. วิชาเกี่ยวกับงานอุตสาหกรรม การผลิต ระบบองค์การ
 - ง. เป็นฟิสิกส์ที่มีองค์ความรู้เกี่ยวข้องกับวิชาชีพวิศวกรรม

3. ระบบหน่วยวัด (System of Units) เกิดขึ้นกับมนุษย์โลกได้อย่างไร
 - ก. ความแตกต่างของลัทธิและความเชื่อ
 - ข. การมีมนุษย์โลกจำนวนมากขึ้น
 - ค. เกิดจากความต้องการสิ่งก่อสร้างและการค้า
 - ง. มีการซื้อขายทองคำระหว่างประเทศ

4. ในการวัดระยะสมัยโบราณจะใช้สิ่งใดเป็นตัวเทียบเคียง
 - ก. ความสูงรวมของพระราชวัง
 - ข. ใช้สสารเป็นตัวกำหนดน้ำหนัก
 - ค. อุณหภูมิ วัดเป็น องศาเซลเซียส
 - ง. ร่างกายของมนุษย์ นิ้ว คืบ ศอก วา

5. ในสมัยโบราณ พระเจ้าเอ็ดเวิร์ดที่ 2 แห่งอังกฤษได้กำหนดความยาว 1 นิ้วโดยวิธีใด
 - ก. ใช้ข้าวบาเลย์ที่ 3 เมล็ด มาวางเรียงต่อกัน แล้ววัดความยาว
 - ข. ใช้นิ้วหัวแม่มือของพระองค์วัดความยาว
 - ค. ใช้นิ้วชี้มือขวาของพระองค์วัดความยาว
 - ง. ใช้ข้าวเหนียวแห้งเมล็ดกลมจำนวน 3 เมล็ดมาวางต่อกัน แล้ววัดความยาว

6. วัดพื้นที่ความยาวได้ $800 \cdot \text{cm}$ คิดเป็นความยาวกี่มิลลิเมตร
- $8000 \cdot \text{mm}$
 - $80000 \cdot \text{mm}$
 - $800000 \cdot \text{mm}$
 - $8000000 \cdot \text{mm}$
7. พื้นที่ห้องกว้าง $150000 \cdot \text{cm}^2$ คิดเป็นพื้นที่กี่ตารางเมตร
- $1.5 \cdot \text{m}^2$
 - $15 \cdot \text{m}^2$
 - $150 \cdot \text{m}^2$
 - $1500 \cdot \text{m}^2$
8. ข้อใดคือผลลัพธ์ของ $\frac{8050 \cdot \text{kN}}{(20 \cdot \text{cm})(20 \cdot \text{cm})}$ จงตอบเป็นระบบหน่วยของ **MPa**
- $201250 \cdot \text{MPa}$
 - $2012.50 \cdot \text{MPa}$
 - $201.250 \cdot \text{MPa}$
 - $20.1250 \cdot \text{MPa}$
9. ข้อใดคือผลลัพธ์ของ $\frac{105050 \cdot \text{kN}}{(300 \cdot \text{mm})(250 \cdot \text{mm})}$ จงตอบเป็นระบบหน่วยของ **GPa**
- $0.140 \cdot \text{GPa}$
 - $1.401 \cdot \text{GPa}$
 - $14.010 \cdot \text{GPa}$
 - $140.100 \cdot \text{GPa}$
10. วัดพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ความยาว 700 m ความกว้าง 100 m อยากทราบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนคิดเป็นกี่ไร่ กี่งาน กี่ตารางวา
- 13 ไร่
 - 23 ไร่ 1 งาน
 - 33 ไร่ 2 งาน
 - 43 ไร่ 3 งาน

การประเมินผลบทที่ 1 ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
2. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. คะแนนแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 40 คะแนน
4. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 1 ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด			
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1		วิทยาลัย	
รหัสวิชา 20106 – 1006			
ชื่อ-สกุล.....		ครู	
ระดับ.....			
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียน		20	
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียน		20	
คะแนนแบบทดสอบ		40	
รวมคะแนนด้านทักษะ		80	
1	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ	10	
2	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต	10	
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย		20	
รวมคะแนนทั้งหมด		100	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106-1006	เวลาเรียนรวม 36 ชม.
ชื่อหน่วย กฎของนิวตัน	สอนครั้งที่ 2/18
ชื่อเรื่อง กฎของนิวตัน	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 2.1 แรง (Force)
- 2.2 เซอร์ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton)
- 2.3 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton's Laws of Motion)
- 2.4 มวล (Mass)
- 2.5 น้ำหนัก (Weight)

2. สาระสำคัญ

เซอร์ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton) เป็นนักฟิสิกส์และนักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ให้นิยาม “แรง” ว่าเป็นปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยได้สร้างกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton's Laws of Motion) เป็นกฎทางกายภาพ ใช้เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุและมีการเคลื่อนที่ และยังได้ค้นพบ “กฎความโน้มถ่วงแห่งเอกภพ (The Law of Universal)”

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องของแรง นิยาม และความหมายของแรง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มวล น้ำหนัก ตลอดจนสามารถคำนวณหามวลและน้ำหนักของวัตถุและแรงได้

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกนิยามและอธิบายความหมายของแรงได้
2. อธิบายเรื่องของแรงจากนิยามของ เซอร์ไอแซก นิวตัน ได้
3. อธิบายถึงกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้
4. บอกความหมายของมวลได้
5. อธิบายและแสดงวิธีการคำนวณการหาน้ำหนัก

4. สารการเรียนรู้

2.1 แรง (Force)

แรง (Force) คือสิ่งที่มนุษย์ทุกคนสามารถสัมผัสได้ เช่น ในการใช้ชีวิตประจำวันเราเลื่อนเมาส์ให้ขยับไปมาเพื่อใช้คอมพิวเตอร์ นั่นคือเรากำลังให้แรงกับเมาส์นั้นแล้ว

2.2 เซอร์ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton)

เซอร์ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton) เป็นนักฟิสิกส์และนักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ มีชีวิตในช่วงปี (ค.ศ. 1642 – 1727) ได้ตั้งกฎเกณฑ์และแนวคิดเกี่ยวกับวิชากลศาสตร์ไว้อย่างมากมาย โดยกล่าวถึง “แรง” ว่าเป็นปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง

2.3 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton's Laws of Motion)

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton's Laws of Motion) เป็นกฎทางกายภาพ ใช้เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุและมีการเคลื่อนที่

กฎข้อที่ 1

“วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่งอยู่กับที่ วัตถุที่ไม่มีแรงมากระทำ ความเร่งของวัตถุย่อมมีค่าเป็นศูนย์ ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่เคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงด้วยอัตราเร็วคงที่”

กฎข้อที่ 2

“ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ”

กฎข้อที่ 3

“แรงที่วัตถุหนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สอง เรียกว่า แรงกิริยา (Action Force) ย่อมเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง เรียกว่า แรงปฏิกิริยา (Reaction Force) แต่ทิศตรงข้ามกัน”

2.4 มวล (Mass)

มวล (Mass) คือสมบัติของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg ในระบบหน่วย SI มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุนั้น ถ้ามีแรงกระทำต่อวัตถุที่มีมวลน้อย วัตถุจะเกิดความเร่งมาก ในทางตรงข้าม ถ้ามีแรงเท่ากันกระทำต่อวัตถุที่มีมวลมาก วัตถุจะเกิดความเร่งน้อย มวลถือเป็นปริมาณสเกลาร์ และวัตถุหนึ่งจะมีค่ามวลที่เท่ากันตลอดไม่ว่าจะไปวัดในตำแหน่งที่ใดของจักรวาล

2.5 น้ำหนัก (Weight)

เซอร์ไอแซก นิวตัน ได้ค้นพบ “กฎความโน้มถ่วงแห่งเอกภพ (The Law of Universal)” หรือกฎของความโน้มถ่วง (Law of Gravitation) นั่นคืออนุภาค 2 ชิ้นดึงดูดกันด้วยแรงซึ่งแปรผันตามมวลของอนุภาค แต่แปรผกผันกับระยะทางระหว่างอนุภาคยกกำลังสอง ซึ่งเขียนอยู่ในรูปสมการได้ว่า

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

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายถึงขอบข่ายสาระการเรียนรู้ในรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล และแนวปฏิบัติในการเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

5. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องกฎของนิวตัน
6. นักเรียนทำแบบทดสอบบทที่ 2 เรื่องกฎของนิวตัน ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์

โครงสร้าง 1

7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบบทที่ 2 กฎของนิวตัน

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 2 กฎของนิวตัน ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 2 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106 – 1006) ของ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 1

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 2
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 2
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษา ร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่านต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 2 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

8.1 กิจกรรมเสนอแนะ

- 8.1.1 ให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมาทางอินเทอร์เน็ต
- 8.1.2 ให้นักเรียนสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอกว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

- 8.2.1 ทำแบบฝึกหัด

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

แบบทดสอบบทที่ 2

กฎของนิวตัน

คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ ข้อละ 4 คะแนน

1. น้ำหนักวัตถุ $1505 \cdot \text{N}$ จงคำนวณหาค่าของมวล
2. ออกแรงผลักวัตถุที่มีมวล $m = 88 \cdot \text{kg}$ ไปตามพื้นราบโดยไม่มีแรงเสียดทาน อยากทราบว่าต้องออกแรงผลักกี่นิวตันขึ้นไป วัตถุจึงเกิดการเคลื่อนที่
3. ใช้ลวดสลิงดึงวัตถุขึ้นหนึ่งที่มีมวล $m = 300 \cdot \text{kg}$ ให้เคลื่อนที่ตามพื้นราบ ถ้าไม่คิดแรงเสียดทาน จะต้องออกแรงดึงเท่าไรวัตถุจึงจะเริ่มเกิดการเคลื่อนที่
4. อุปกรณ์ยานอวกาศมีน้ำหนักบนผิวโลก $W = 550 \cdot \text{N}$ จงคำนวณหามวลและน้ำหนักบนดาวอังคาร
5. จงคำนวณหาค่าแรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวอังคารในรูปหน่วย SI Unit ถ้ากำหนดให้ ดวงอาทิตย์มีมวล $m_1 = 1.989 \cdot 10^{30} \cdot \text{kg}$ ดาวอังคารมีมวล $m_2 = 6.39 \cdot 10^{23} \cdot \text{kg}$ และมีระยะใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด $r = 206.62 \cdot 10^6 \cdot \text{km}$
6. เครื่องพยางค์ของนักบินอวกาศมีน้ำหนักบนดาวอังคาร $420 \cdot \text{N}$ คิดเป็นมวลและน้ำหนักเท่าใดบนพื้นผิวโลก
7. ดาวเทียมมีมวลบนพื้นผิวโลก $m = 100 \cdot \text{kg}$ ถ้านำดาวเทียมไปติดตั้งบนดาวอังคารจะมีน้ำหนักเท่าใด
8. แรง $F_1 = 400 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวนอนไปทางขวามือ แรง $F_2 = 800 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวนอนเช่นกัน แต่ไปทางซ้ายมือ อยากทราบผลรวมของแรงทั้งสองและทิศทาง
9. แรง $F_1 = 400 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวตั้งพุ่งขึ้น แรง $F_2 = 800 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวตั้งและพุ่งขึ้นเช่นกัน อยากทราบผลรวมของแรงทั้งสองและทิศทาง
10. ชุตนักบินอวกาศมีน้ำหนักบนโลก $15 \cdot \text{N}$ คิดเป็นมวลเท่าใดในหน่วยกิโลกรัมเมื่ออยู่บนดวงจันทร์ และคิดเป็นน้ำหนักเท่าใดบนดวงจันทร์

แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้บทที่ 2

กฎของนิวตัน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษรข้อที่ถูกต้องที่สุด ข้อละ 2 คะแนน

1. ข้อใดไม่ใช่การให้แรงแกว้วัตถุ
 - ก. รัชนาทเกิดการปวดศีรษะ
 - ข. สมศรีหิ้วกระเป๋า
 - ค. สมชายผลักจานข้าวออกจากตัว
 - ง. ชานนท์ล้มศีรษะฟาดพื้น

2. ข้อใดกล่าวถึง “แรง” ตามนิยามของ เซอร์ไอแซก นิวตัน ได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการเคลื่อนที่
 - ข. ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการหยุดเป็นช่วงๆ
 - ค. ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง
 - ง. ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการลอยตัว

3. ข้อใดกล่าวถึงกฎข้อที่ 1 ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่ง ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่
 - ข. แรงที่วัตถุที่หนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สองเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง
 - ค. เป็นสมบัติของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุนั้น
 - ง. ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุและแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

4. ข้อใดกล่าวถึงกฎข้อที่ 2 ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่ง ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่
 - ข. แรงที่วัตถุที่หนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สองเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง
 - ค. เป็นสมบัติของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุนั้น
 - ง. ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุและแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

5. ข้อใดกล่าวถึงกฎข้อที่ 3 ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. เป็นสมบัติของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุนั้น
 - ข. วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่ง ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่
 - ค. แรงที่วัตถุที่หนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สองเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง
 - ง. ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุและแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

6. ข้อใดคือค่าคงที่ของความโน้มถ่วงที่ได้มาจากผลการทดลอง ซึ่งถือเป็นค่าที่ใช้ได้ทั้งจักรวาล

ก. $G = 66.73 (10^{-2}) \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

ข. $G = 66.73 (10^{-12}) \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

ค. $G = 66.73 (10^{-2}) \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

ง. $G = 66.73 (10^{-12}) \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

7. ดาวเทียมมีมวลบนพื้นผิวโลก $m = 111 \cdot \text{kg}$ ถ้านำจานดาวเทียมไปติดตั้งบนดวงจันทร์จะมีน้ำหนักเท่าใด และถ้านำกลับมายังพื้นผิวโลกจะมีน้ำหนักเท่าใด

ก. บนดวงจันทร์ $424.63 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

ข. บนดวงจันทร์ $347.71 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

ค. บนดวงจันทร์ $205.71 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

ง. บนดวงจันทร์ $179.82 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

8. ข้อใดคือค่าแรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างวัตถุสองวัตถุ ถ้ากำหนดให้ $m_1 = 6.391 \cdot 10^{15} \cdot \text{kg}$ ดวงจันทร์มีมวล $m_2 = 9.135 \cdot 10^{32} \cdot \text{kg}$ และมีระยะใกล้โลกที่สุด $r = 7.731 \cdot 10^6 \cdot \text{km}$

ก. $F = 6.518 \cdot 10^{18} \cdot \text{N}$

ข. $F = 7.633 \cdot 10^{11} \cdot \text{N}$

ค. $F = 3.427 \cdot 10^{22} \cdot \text{N}$

ง. $F = 5.122 \cdot 10^{35} \cdot \text{N}$

9. ถ้ากำหนดให้มวลของวัตถุ $m_1 = 5.831 \cdot 10^{10} \cdot \text{kg}$ และ $m_2 = 3.211 \cdot 10^{10} \cdot \text{kg}$ ค่าแรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างวัตถุสองวัตถุ $F = 8.451 \cdot 10^3 \cdot \text{N}$ ข้อใดคือระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง

ก. $r = 2.147 \cdot 10^{12} \cdot \text{km}$

ข. $r = 2.147 \cdot 10^{13} \cdot \text{km}$

ค. $r = 2.147 \cdot 10^{14} \cdot \text{km}$

ง. $r = 2.147 \cdot 10^{15} \cdot \text{km}$

10. แรง $F_1 = 400 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวตั้งพุ่งขึ้น แรง $F_2 = 800 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวตั้งเช่นกัน แต่มีทิศทางพุ่งลง อยากทราบผลรวมของแรงทั้งสองและทิศทาง

ก. $F_R = 400 \cdot \text{N}$ พุ่งลง

ข. $F_R = 400 \cdot \text{N}$ พุ่งขึ้น

ค. $F_R = 1200 \cdot \text{N}$ พุ่งลง

ง. $F_R = 1200 \cdot \text{N}$ พุ่งขึ้น

การประเมินผลบทที่ 2 กฎของนิวตัน

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
2. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. คะแนนแบบทดสอบ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 40 คะแนน
4. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 2 กฎของนิวตัน		
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106 – 1006		วิทยาลัย
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....		ครู
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียน		20
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียน		20
คะแนนแบบทดสอบ		40
รวมคะแนนด้านทักษะ		80
1	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ	10
2	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต	10
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย		20
รวมคะแนนทั้งหมด		100

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	หน่วยที่ 3
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106-1006	เวลาเรียนรวม 36 ชม.
ชื่อหน่วย องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง	สอนครั้งที่ 3-4/18
ชื่อเรื่อง องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง	จำนวน 4 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 3.1 ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate System)
- 3.2 องค์ประกอบของแรง (Components of Force)
- 3.3 แรงลัพธ์ของแรง (Resultants of Force)

2. สาระสำคัญ

แรงในระบบพิกัดฉากคือ ระบบแรงที่วางตัวอยู่ในระนาบของแกน x และ y ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 จตุรภาค มีเครื่องหมายบวกและลบแตกต่างกันออกไป ในการหาองค์ประกอบของแรง F ในแนวแกน x และ y จะใช้หลักของตรีโกณมิติคือ $\sin \theta$, $\cos \theta$, $\tan \theta$ สำหรับการหาค่าแรงลัพธ์จะใช้หลักการของพีทาโกรัสจากความสัมพันธ์ของด้านและมุมของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน องค์ประกอบของแรงในแนวแกน และแรงลัพธ์ของระบบแรงหลายแรง

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายถึงระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียนได้
2. เข้าใจวิธีการและแสดงการคำนวณหาองค์ประกอบของแรงในแนวแกนได้
3. เข้าใจวิธีการและแสดงการคำนวณหาแรงลัพธ์ของระบบแรงหลายแรง

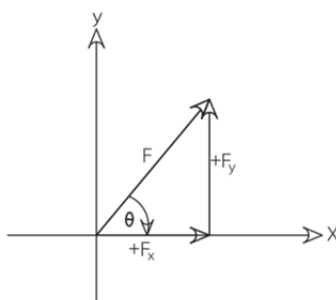
4. สาระการเรียนรู้

3.1 ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate System)

ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate System) หรือที่เรารู้จักกันในชื่อของระบบพิกัดฉาก (Rectangular) ซึ่งจะมีแกนตั้งและแกนนอนตัดกันที่จุดจุดหนึ่งเกิดเป็นพื้นที่ 4 พื้นที่ ในแต่ละพื้นที่จะเรียกว่า จตุรภาค โดยจตุรภาคที่ 1 จะอยู่ในพื้นที่ขวาบน จตุรภาคที่ 2 จะอยู่ในพื้นที่ซ้ายบน (นับทวนเข็มนาฬิกา) จตุรภาคที่ 3 จะอยู่ในพื้นที่ซ้ายล่าง และจตุรภาคที่ 4 จะอยู่ในพื้นที่ขวาล่าง

3.2 องค์ประกอบของแรง (Components of Force)

องค์ประกอบของแรง (Components of Force) คือการหาแรงในแกน x และแกน y ที่เกิดจากแรง F



พิจารณารูป จะได้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ใช้ตรีโกณมิติในการหาองค์ประกอบของแรง

$$\text{จาก } \cos \theta = \frac{F_x}{F} \quad \text{หรือ} \quad F_x = F \cos \theta \quad \dots\dots\dots[3.1]$$

$$\text{จาก } \sin \theta = \frac{F_y}{F} \quad \text{หรือ} \quad F_y = F \sin \theta \quad \dots\dots\dots[3.2]$$

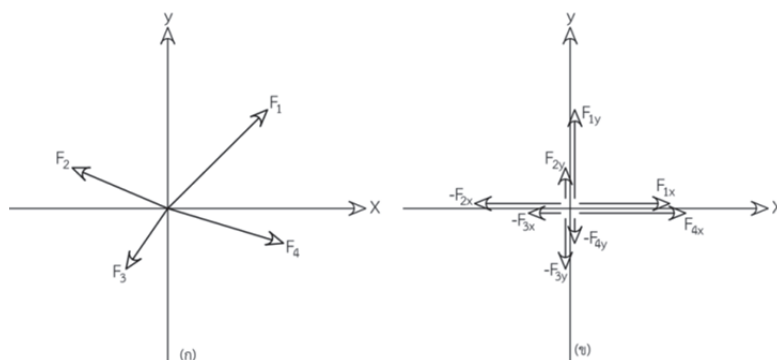
สมการที่ [3.1], [3.2] จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อเป็นการวัดมุมจากแรง F มายังแกนหลักคือ แกน x ดังนั้น ถ้าการวัดมุมไม่เป็นไปตามข้อกำหนด จะต้องมีการพิจารณาใหม่ นอกจากนี้ เรายังสามารถหาแรง F และค่ามุม θ กลับได้ อาจเพื่อใช้ในการตรวจคำตอบหรืออื่นๆ

$$F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2} \quad \dots\dots\dots[3.3]$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{F_y}{F_x} \right) \quad \dots\dots\dots[3.4]$$

3.3 แรงแลัพท์ของแรง (Resultants of Force)

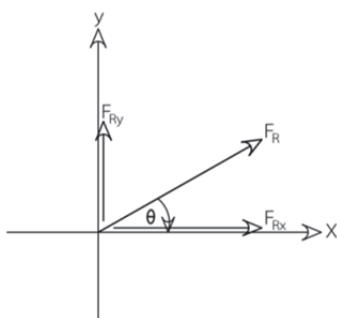
แรงแลัพท์ของแรง (Resultants of Force) คือการที่มีแรง F หลายแรงกระทำอยู่ในระบบพิกัดฉาก พิจารณารูปประกอบ ในแต่ละจตุรภาคมีแรงกระทำอยู่ทั้งหมดคือ F_1, F_2, F_3, F_4 , ในแต่ละแรงก็จะมี องค์ประกอบของแรงอยู่ในแกน x และแกน y มีทิศทางเป็นไปตามแรง F แสดงดังในรูปต่อไปนี้ โดย องค์ประกอบของแรงทั้งหมดจะสามารถแทนได้ด้วยแรงแรงเดียวเรียกว่า แรงแลัพท์



ขั้นตอนการหาแรงลัพธ์ก็จะต้องหาองค์ประกอบของแรงทุกแรงให้ได้พร้อมทิศทาง และนำมา รวมกันตามเครื่องหมายแบบพีชคณิต จากนั้นใช้พีทาโกรัสหาค่าแรงลัพธ์ ใช้ตรีโกณมิติหาค่ามุมที่แรง ลัพธ์กระทำกับแกนหลัก (แกน x ทิศทางบวก) มีสูตรในการใช้หาดังนี้

ผลรวมองค์ประกอบของแรงในแนวแกน x; $F_{Rx} = \pm F_{x1} \pm F_{x2} \pm F_{x3} \pm F_{x4} \dots\dots$

ผลรวมองค์ประกอบของแรงในแนวแกน y; $F_{Ry} = \pm F_{y1} \pm F_{y2} \pm F_{y3} \pm F_{y4} \dots\dots$



หาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรง $F_R = \sqrt{(F_{Rx})^2 + (F_{Ry})^2} \dots\dots\dots[3.5]$

หามุมของแรงลัพธ์ที่กระทำกับแกนหลัก $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{F_{Ry}}{F_{Rx}} \right) \dots\dots\dots[3.6]$

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายถึงขอบข่ายสาระการเรียนรู้ในรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล และแนวปฏิบัติในการเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

5. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่ององค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง
6. นักเรียนทำแบบทดสอบบทที่ 3 เรื่ององค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรงในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบบทที่ 3 องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้น้ำหนักที่ 3 องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรงในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้น้ำหนักที่ 3 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106 – 1006) ของ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษา ร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่านต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

8.1 กิจกรรมเสนอแนะ

- 8.1.1 ให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมาทาง อินเทอร์เน็ต
- 8.1.2 ให้นักเรียนสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอกว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์ กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

- 8.2.1 ทำแบบฝึกหัด

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

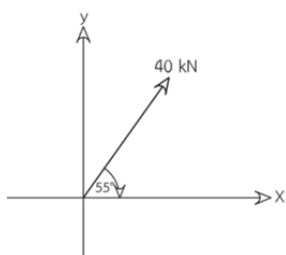
ครูผู้สอน

แบบทดสอบบทที่ 3

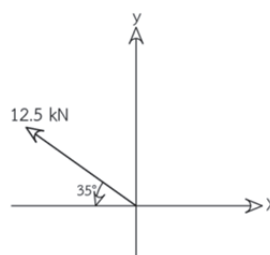
องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง

คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ ข้อละ 4 คะแนน

1. จากรูปที่ 3.14 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง
2. จากรูปที่ 3.15 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง

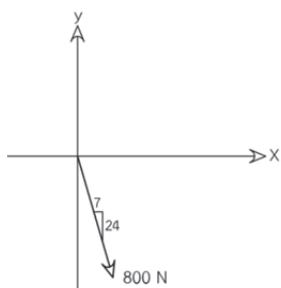


รูปที่ 3.14

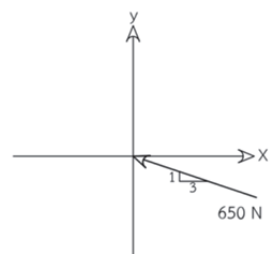


รูปที่ 3.15

3. จากรูปที่ 3.16 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง
4. จากรูปที่ 3.17 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง

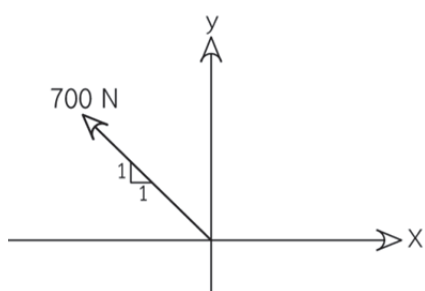


รูปที่ 3.16

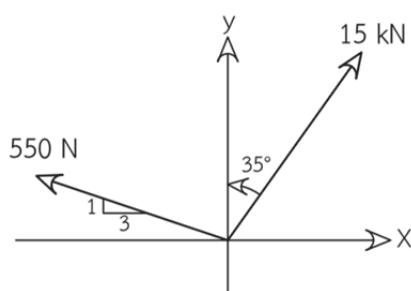


รูปที่ 3.17

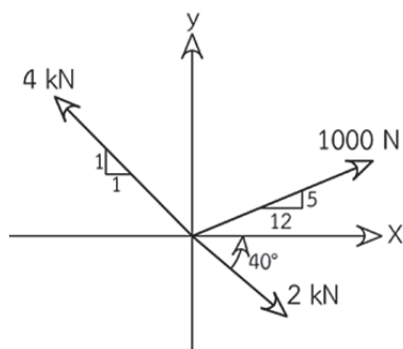
5. จากรูปที่ 3.18 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง
6. จากรูปที่ 3.19 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงและค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก พร้อมทั้งวาดรูปตำแหน่งของแรงลัพธ์ว่ากระทำอยู่ในจตุรภาคใด วางตัวเอียงเป็นมุมอย่างไรกับแกนหลัก
7. จากรูปที่ 3.20 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงและค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก พร้อมทั้งวาดรูปตำแหน่งของแรงลัพธ์ว่ากระทำอยู่ในจตุรภาคใด วางตัวเอียงเป็นมุมอย่างไรกับแกนหลัก
8. จากรูปที่ 3.21 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรง และค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก พร้อมทั้งวาดรูปตำแหน่งของแรงลัพธ์ว่ากระทำอยู่ในจตุรภาคใด วางตัวเอียงเป็นมุมอย่างไรกับแกนหลัก



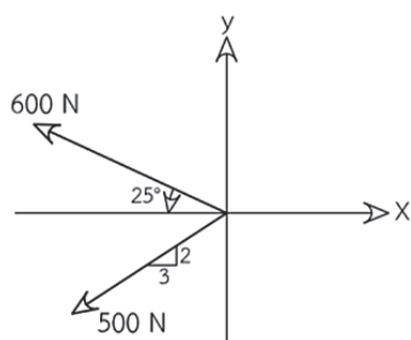
รูปที่ 3.18



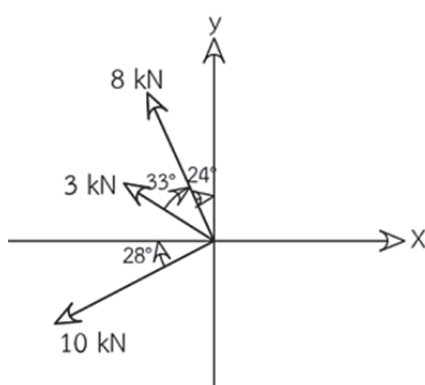
รูปที่ 3.19



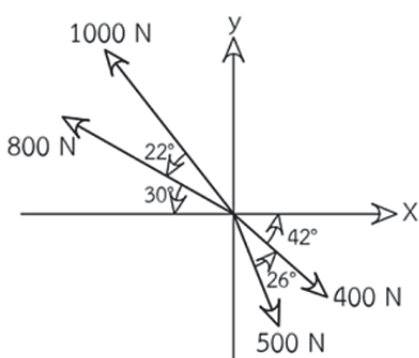
รูปที่ 3.20



รูปที่ 3.21



รูปที่ 3.22



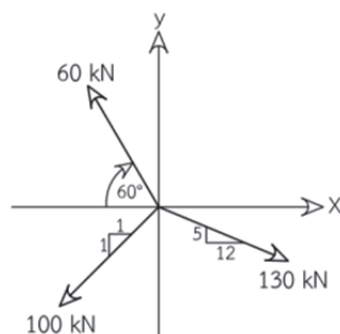
รูปที่ 3.23

9. จากรูปที่ 3.22 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงและค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก พร้อมทั้งวาดรูปตำแหน่งของแรงลัพธ์ว่ากระทำอยู่ในจตุรภาคใด วางตัวเอียงเป็นมุมอย่างไรกับแกนหลัก
10. จากรูปที่ 3.23 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงและค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก พร้อมทั้งวาดรูปตำแหน่งของแรงลัพธ์ว่ากระทำอยู่ในจตุรภาคใด วางตัวเอียงเป็นมุมอย่างไรกับแกนหลัก

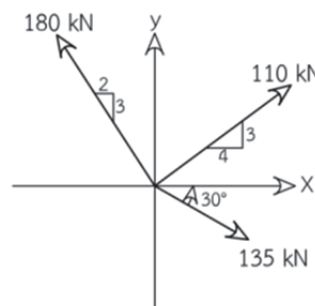
แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้

บทที่ 3 องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษรข้อที่ถูกต้องที่สุด ข้อละ 2 คะแนน



รูปที่ 3.24



รูปที่ 3.25

จากรูปที่ 3.24 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1–5 และรูปที่ 3.25 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 6–10

1. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง 60 · kN
 - ก. $F_x = -70.711 \cdot \text{kN}, F_y = -70.711 \cdot \text{kN}$
 - ข. $F_x = 120 \cdot \text{kN}, F_y = -50 \cdot \text{kN}$
 - ค. $F_x = -47.369 \cdot \text{kN}, F_y = 54.892 \cdot \text{kN}$
 - ง. $F_x = -30 \cdot \text{kN}, F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$
2. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง 130 · kN
 - ก. $F_x = -70.711 \cdot \text{kN}, F_y = -70.711 \cdot \text{kN}$
 - ข. $F_x = 120 \cdot \text{kN}, F_y = -50 \cdot \text{kN}$
 - ค. $F_x = -30 \cdot \text{kN}, F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$
 - ง. $F_x = -47.369 \cdot \text{kN}, F_y = 54.892 \cdot \text{kN}$
3. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง 100 · kN
 - ก. $F_x = -30 \cdot \text{kN}, F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$
 - ข. $F_x = 120 \cdot \text{kN}, F_y = -50 \cdot \text{kN}$
 - ค. $F_x = -70.711 \cdot \text{kN}, F_y = -70.711 \cdot \text{kN}$
 - ง. $F_x = -47.369 \cdot \text{kN}, F_y = 54.892 \cdot \text{kN}$

4. ข้อใดคือแรงลัพธ์และค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก

ก. $F_R = 111.573 \cdot \text{kN}$, $\theta = 40.654^\circ$

ข. $F_R = 35.724 \cdot \text{kN}$, $\theta = 44.631^\circ$

ค. $F_R = 71.404 \cdot \text{kN}$, $\theta = 74.327^\circ$

ง. $F_R = 125.783 \cdot \text{kN}$, $\theta = 82.637^\circ$

5. ข้อใดคือจตุรภาคที่แรงลัพธ์วางตัวอยู่

ก. จตุรภาคที่ 4

ข. จตุรภาคที่ 3

ค. จตุรภาคที่ 2

ง. จตุรภาคที่ 1

6. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง $180 \cdot \text{kN}$

ก. $F_x = 88 \cdot \text{kN}$, $F_y = 66 \cdot \text{kN}$

ข. $F_x = 116.913 \cdot \text{kN}$, $F_y = 67.5 \cdot \text{kN}$

ค. $F_x = -99.846 \cdot \text{kN}$, $F_y = 149.769 \cdot \text{kN}$

ง. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$

7. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง $110 \cdot \text{kN}$

ก. $F_x = 88 \cdot \text{kN}$, $F_y = 66 \cdot \text{kN}$

ข. $F_x = 116.913 \cdot \text{kN}$, $F_y = 67.5 \cdot \text{kN}$

ค. $F_x = -99.846 \cdot \text{kN}$, $F_y = 149.769 \cdot \text{kN}$

ง. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$

8. ข้อใดคือผลรวมองค์ประกอบของแรงในแกน x

ก. $F_{Rx} = 19.289 \cdot \text{kN}$

ข. $F_{Rx} = -68.749 \cdot \text{kN}$

ค. $F_{Rx} = 105.067 \cdot \text{kN}$

ง. $F_{Rx} = 148.269 \cdot \text{kN}$

9. ข้อใดคือผลรวมองค์ประกอบของแรงในแกน y

ก. $F_{Ry} = 19.289 \cdot \text{kN}$

ข. $F_{Ry} = -68.749 \cdot \text{kN}$

ค. $F_{Ry} = 105.067 \cdot \text{kN}$

ง. $F_{Ry} = 148.269 \text{ kN}$

10. ข้อใดคือแรงลัพธ์และค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก

ก. $F_R = 302.126 \text{ kN}$, $\theta = 54.678^\circ$

ข. $F_R = 302.126 \cdot \text{kN}$, $\theta = 74.327^\circ$

ค. $F_R = 181.722 \text{ kN}$, $\theta = 54.678^\circ$

ง. $F_R = 181.722 \text{ kN}$, $\theta = 74.327^\circ$

การประเมินผลบทที่ 3 องค์ประกอบและแรงผลักดันของแรง

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
2. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. คะแนนแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 40 คะแนน
4. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 3 องค์ประกอบและแรงผลักดันของแรง			
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106 – 1006		วิทยาลัย	
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....		ครู	
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียน		20	
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียน		20	
คะแนนแบบทดสอบ		40	
รวมคะแนนด้านทักษะ		80	
1	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ	10	
2	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต	10	
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย		20	
รวมคะแนนทั้งหมด		100	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	หน่วยที่ 4
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106-1006	เวลาเรียนรวม 36 ชม.
ชื่อหน่วย สมดุลของระบบแรงร่วมจุด	สอนครั้งที่ 5-7/18
ชื่อเรื่อง สมดุลของระบบแรงร่วมจุด	จำนวน 6 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 4.1 สมการสมดุล (Equilibrium Equations)
- 4.2 การเขียนแผนภาพอิสระ (Free Body Diagram)

2. สาระสำคัญ

สมการสมดุลคือ การพิจารณาให้ผลรวมองค์ประกอบของแรงในแต่ละแนวแกนเป็นค่าศูนย์ เพื่อที่จะหาค่าแรงต่างๆ ที่มาทำกับวัตถุที่อยู่ในสภาวะหยุดนิ่ง โดยมีการเขียนแผนภาพอิสระประกอบการคำนวณ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมการสมดุลและการเขียนแผนภาพอิสระ ตลอดจนสามารถคำนวณโจทย์ปัญหาได้

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายถึงสมการสมดุลและแผนภาพอิสระได้
2. เขียนรูปแผนภาพอิสระของโจทย์ปัญหาได้
3. เข้าใจวิธีการและแสดงการคำนวณโดยใช้สมการสมดุลแก้โจทย์ปัญหาได้

4. สาระการเรียนรู้

4.1 สมการสมดุล (Equilibrium Equations)

สมการสมดุล (Equilibrium Equations) คือสมการที่กำหนดให้ผลรวมองค์ประกอบของแรงในแนวแกนเท่ากับศูนย์ เพื่อพิจารณาหาขนาดของแรงในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งในสภาวะหยุดนิ่ง รูปสมการแสดงดังนี้

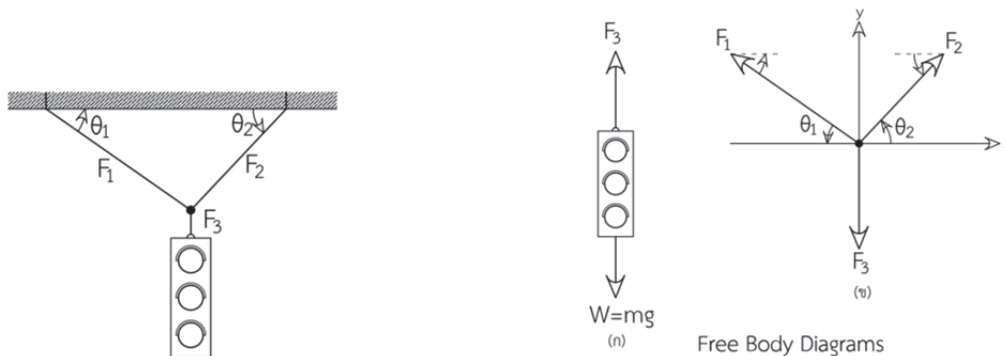
$$F_{Rx} = 0 \quad \dots\dots\dots[4.1]$$

$$F_{Ry} = 0 \quad \dots\dots\dots[4.2]$$

4.2 การเขียนแผนภาพอิสระ (Free Body Diagram)

การแก้โจทย์เกี่ยวกับการสมดุลจะต้องเขียนแผนภาพอิสระ (Free Body Diagram) ของแรงต่างๆ ให้ถูกต้อง และอาจมีการสมมติทิศทางก่อน ตัวอย่างเช่น ไฟจราจรถูกแขวนตรึงไว้ด้วยสายเคเบิล ดังแสดงในรูป โดยสายเคเบิลที่ตรึงไฟจราจรสายแรกให้เป็นแรง F_1 ทำมุมกับแนวนอน θ_1 เคเบิลสายที่สอง

ให้เป็นแรง F_2 ทำมุมกับแนวนอน θ_2 สำหรับสายเคเบิลที่แขวนไฟจราจรให้เป็น F_3 เราสามารถเขียนรูปอิสระได้ดังแสดงในรูปที่ 4.2



จะเห็นว่าการเขียนแผนภาพอิสระจะแยกชิ้นส่วนออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก แสดงดังรูป เป็นส่วนของแรงดึง F_3 ที่ดึงไฟจราจรไว้ มีทิศทางหัวลูกศรพุ่งขึ้น ส่วนน้ำหนักของไฟจราจรซึ่งคือน้ำหนักที่เกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วงของโลก จะมีทิศทางตรงพุ่งลงเท่านั้น หาได้จาก $W = m \cdot g$ ต่อมาพิจารณาเขียนแผนภาพอิสระในรูปที่ 2 ซึ่งจะสัมพันธ์กันกับรูปแรงในส่วนของแรงดึง F_3 เมื่อนำมาเขียนร่วมจุดกับแรงดึงของสายเคเบิล แรงนี้จะมีทิศทางดึงออกจากจุด นั่นคือทิศทางพุ่งลง ส่วนแรงในสายเคเบิลสมมติทิศทางให้เป็นแรงดึงทั้งหมด (ถ้าสมมติทิศทางผิด ค่าที่ออกมาจะติดลบ แก้โดยเปลี่ยนทิศทาง แต่ค่าที่คำนวณได้จะถูกตัดอยู่แล้ว) จากนั้นเขียนระบบพิกัดจากผ่านจุด ส่วนค่ามุมที่ได้จะใช้หลักการของมุมแย้ง คือการเท่ากันของมุมตรงข้าม

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายถึงขอบข่ายสาระการเรียนรู้ในรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผล และการประเมินผล และแนวปฏิบัติในการเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

5. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสมดุลของระบบแรงร่วมจุด
6. นักเรียนทำแบบทดสอบบทที่ 4 เรื่องสมดุลของระบบแรงร่วมจุด ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1

7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบบทที่ 4 สมดุลของระบบแรงร่วมจุด

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 4 สมดุลของระบบแรงร่วมจุด ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 4 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106 – 1006) ของ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 4
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 4
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่านต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 4 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

8.1 กิจกรรมเสนอแนะ

- 8.1.1 ให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมาทางอินเทอร์เน็ต
- 8.1.2 ให้นักเรียนสังเกตสิ่งรอบตัวทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอกว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

- 8.2.1 ทำแบบฝึกหัด

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

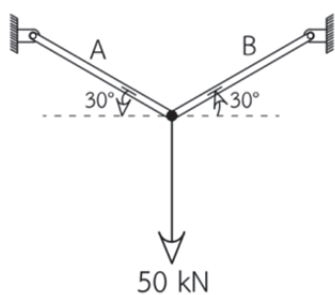
ครูผู้สอน

แบบทดสอบบทที่ 4

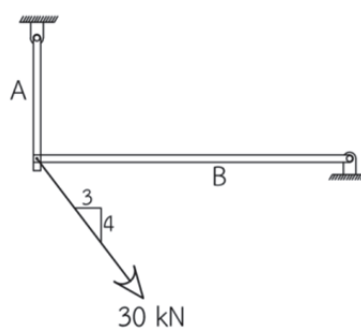
สมดุลของระบบแรงร่วมจุด

คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ ข้อละ 4 คะแนน

1. จากรูปที่ 4.8 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B
2. จากรูปที่ 4.9 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

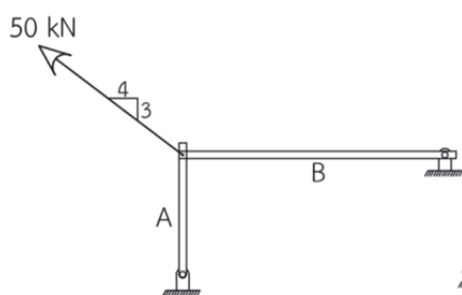


รูปที่ 4.8

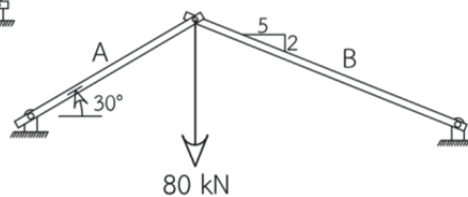


รูปที่ 4.9

3. จากรูปที่ 4.10 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B
4. จากรูปที่ 4.11 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B



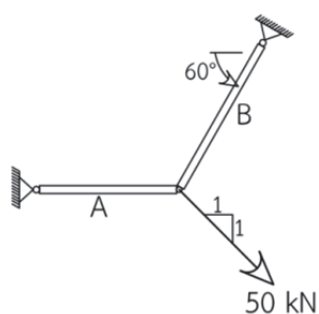
รูปที่ 4.10



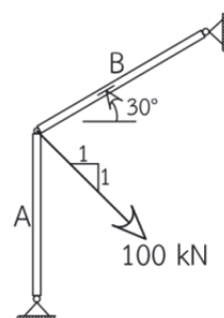
รูปที่ 4.11

5. จากรูปที่ 4.12 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

6. จากรูปที่ 4.13 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B



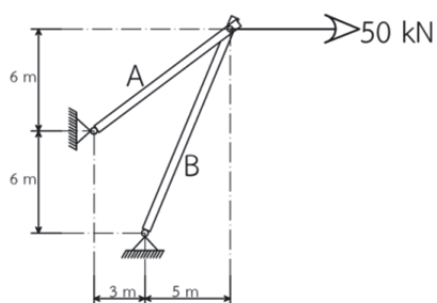
รูปที่ 4.12



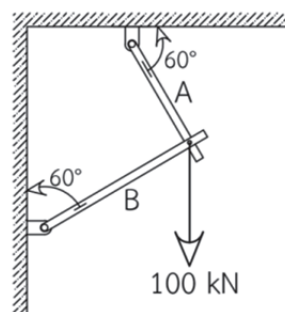
รูปที่ 4.13

7. จากรูปที่ 4.14 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

8. จากรูปที่ 4.15 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B



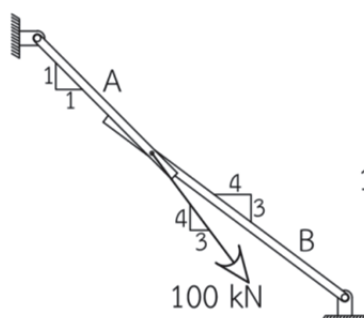
รูปที่ 4.14



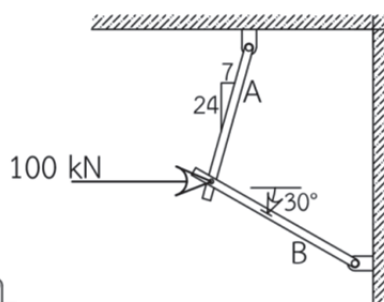
รูปที่ 4.15

9. จากรูปที่ 4.16 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

10. จากรูปที่ 4.17 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B



รูปที่ 4.16

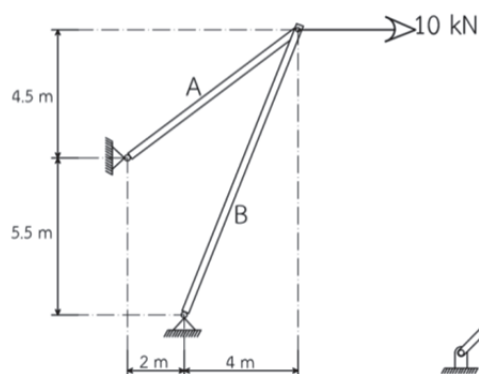


รูปที่ 4.17

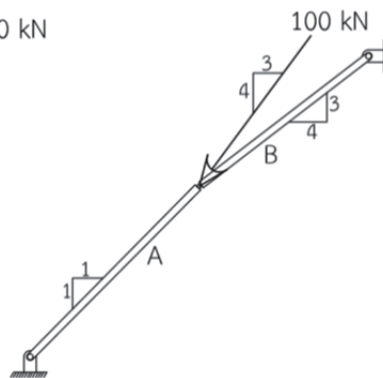
แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้บทที่ 4

สมดุลของระบบแรงร่วมจุด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุด



รูปที่ 4.18



รูปที่ 4.19

รูปที่ 4.18 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1–5 และรูปที่ 4.19 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 6–10

1. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน x

ก. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ข. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ค. $-\left(F_A \cdot \frac{2}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{1}{\sqrt{7.25}}\right) + 10 \cdot \text{kN} = 0$

ง. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}}\right) = 0$

2. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน y

ก. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ข. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ค. $-\left(F_A \cdot \frac{2}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{1}{\sqrt{7.25}}\right) + 10 \cdot \text{kN} = 0$

ง. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}}\right) = 0$

3. ข้อใดเป็นการทำให้องค์ประกอบของแรงแนว y เป็นผลสัมฤทธิ์

ก. $F_A = 1.898 \cdot F_B$

ข. $F_B = 0.647 \cdot F_A$

ค. $F_A = 70.622 + 1.898 \cdot F_B$

ง. $F_A = 84.866 + 1.132 \cdot F_B$

4. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_A

ก. $F_A = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ข. $F_A = 100 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ค. $F_A = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ง. $F_A = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

5. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_B

ก. $F_B = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ข. $F_B = 11.6 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ค. $F_B = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ง. $F_B = 198.1 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

6. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน x

ก. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ข. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}}\right) = 0$

ค. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ง. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

7. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน y

ก. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ข. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}}\right) = 0$

ค. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ง. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

8. ข้อใดเป็นการทำให้องค์ประกอบของแรงแนว x เป็นผลสำเร็จ

ก. $F_A = 1.898 \cdot F_B$

ข. $F_B = 0.647 \cdot F_A$

ค. $F_A = 70.622 + 1.898 \cdot F_B$

ง. $F_A = 84.866 + 1.132 \cdot F_B$

9. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_B

ก. $F_B = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ข. $F_B = 11.6 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ค. $F_B = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ง. $F_B = 198.1 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

10. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_A

ก. $F_A = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ข. $F_A = 11.6 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ค. $F_A = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ง. $F_A = 198.1 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

การประเมินผล บทที่ 4 สมดุลของระบบแรงร่วมจุด

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
2. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. คะแนนแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 40 คะแนน
4. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 4 สมดุลของระบบแรงร่วมจุด			
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106 – 1006		วิทยาลัย	
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....		ครู	
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียน		20	
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียน		20	
คะแนนแบบทดสอบ		40	
รวมคะแนนด้านทักษะ		80	
1	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ	10	
2	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต	10	
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย		20	
รวมคะแนนทั้งหมด		100	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106-1006	เวลาเรียนรวม 36 ชม.
ชื่อหน่วย โมเมนต์ของแรง	สอนครั้งที่ 8-9/18
ชื่อเรื่อง โมเมนต์ของแรง	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 5.1 โมเมนต์ของแรง (Moment of Force)
- 5.2 ทฤษฎีของวาร์ริยอง (Varignon's Theorem)

2. สาระสำคัญ

โมเมนต์ของแรง (Moment of Force) คือผลของแรงที่พยายามหมุนวัตถุรอบแกนใดๆ หรือรอบจุดใดๆ โดยมีทิศทางการหมุนได้ 2 ทิศทางคือ ทิศทางทวนเข็มนาฬิกาและทิศทางตามเข็มนาฬิกา หาได้จากการนำแรงคูณเข้ากับระยะทางที่ตั้งฉากกับแนวแรงไปยังจุดที่พิจารณา โมเมนต์ถือเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง

ทฤษฎีของวาร์ริยอง (Varignon's Theorem) “โมเมนต์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงลัพธ์รอบจุดหมุนใดๆ จะมีค่าเท่ากับ ผลรวมทางพีชคณิตของโมเมนต์ที่เกิดจากแรงย่อย รอบจุดหมุนเดียวกัน”

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณของโมเมนต์รอบจุดพิจารณาใดๆ และสามารถใช้หลักการของวาร์ริยองคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุดได้

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

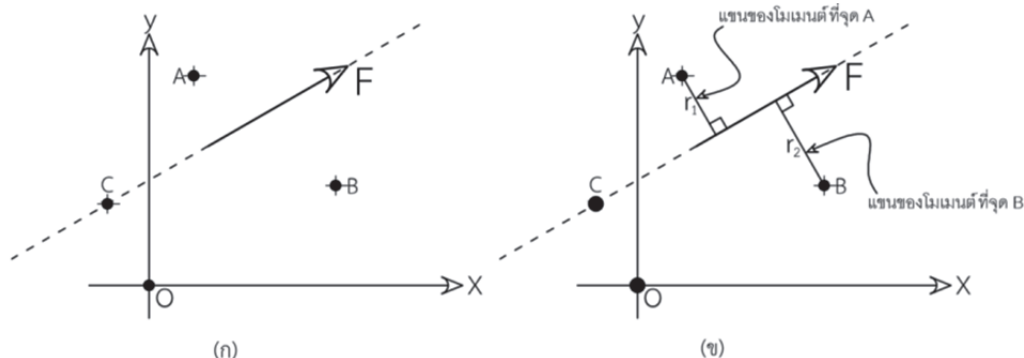
1. อธิบายปริมาณและการเกิดโมเมนต์ได้
2. ใช้ทฤษฎีของวาร์ริยองแสดงวิธีการคำนวณหาปริมาณของโมเมนต์รอบจุดใดๆ ได้

4. สาระการเรียนรู้

5.1 โมเมนต์ของแรง (Moment of Force)

โมเมนต์ (Moment) คือความพยายามในการหมุน (Rotate) ของวัตถุรอบแกนใดๆ โดยเป็นผลจากแรงที่มากระทำกับวัตถุไม่ผ่านจุดศูนย์ถ่วง ทำให้เกิดมีระยะแขนของโมเมนต์ (Moment Arm) ขึ้น วัตถุจึงเกิดการหมุน พิจารณาในรูปที่ 5.1 (ก) บนระนาบ x-y มีแรง F กระทำอยู่ มีทิศทางดังรูป เส้นประคือแนวของแรงกระทำผ่านจุด C โดยแรงเป็นเวกเตอร์ จึงมีคุณสมบัติในการเลื่อนตำแหน่งได้ จุด A และจุด B คือตำแหน่งที่ต้องการหาปริมาณโมเมนต์ที่เกิดขึ้น เนื่องจากแรง F ทำการวัดระยะทางที่ตั้งฉากกับ

แนวแรงไปยังจุด A จะได้ระยะ r_1 เรียกระยะนี้ว่า แขนของโมเมนต์ที่จุด A จากนั้นทำการวัดระยะระยะทางที่ตั้งฉากกับแนวแรงไปยังจุด B จะได้ระยะ r_2 เรียกระยะนี้ว่า แขนของโมเมนต์ที่จุด B ดังรูปที่ 5.1 (ข)



รูปที่ 5.1

ปริมาณโมเมนต์ที่หมุนรอบแกนใดๆ หรือในที่นี้เป็นการอธิบายแรงในระนาบ อาจพิจารณาว่า เป็นการหมุนรอบจุด ซึ่งจะหาปริมาณโมเมนต์ได้จาก

$$M = F \cdot r \quad \dots\dots\dots[5.1]$$

โดยที่ M = ปริมาณของโมเมนต์ มีหน่วยเป็น $N \cdot m$ หรือ $kN \cdot m$

F = ปริมาณของแรง มีหน่วยเป็น N หรือ kN

r = แขนของโมเมนต์ หาได้จากการวัดระยะเป็นแนวเส้นตรงที่ตั้งฉากกับแนวของแรงไปยังจุดที่ต้องการพิจารณาหาปริมาณโมเมนต์ มีหน่วยเป็น m

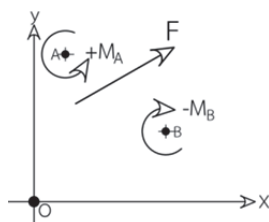
ดังนั้นปริมาณโมเมนต์รอบจุด A จะหาได้จาก

$$M_A = F \cdot r_1 \text{ มีทิศทางการหมุนทวนเข็มนาฬิกา}$$

ปริมาณโมเมนต์รอบจุด B จะหาได้จาก

$$M_B = F \cdot r_2 \text{ มีทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกาให้เป็นโมเมนต์ลบ หรือ}$$

รูปที่ 5.2 แสดงปริมาณโมเมนต์และทิศทางการหมุน โดยแรง F จะทำให้จุด A เกิดการหมุนในทิศทางการทวนเข็มนาฬิกา และแรง F จะทำให้จุด B เกิดการหมุนในทิศทางการทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งถือว่าโมเมนต์เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง สำหรับการคำนวณในหนังสือเล่มนี้ จะกำหนดทิศทางการหมุนทวนเข็มนาฬิกาเป็นค่าบวก และทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกาเป็นค่าลบ

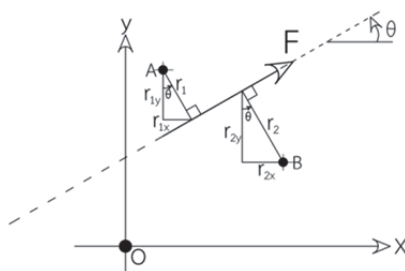


รูปที่ 5.2

5.2 ทฤษฎีของวาริยอง (Varignon's Theorem)

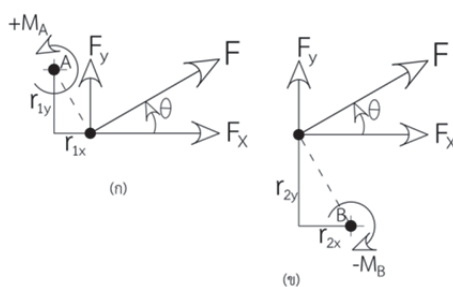
จากการอธิบายมาข้างต้น ในการคำนวณหาปริมาณโมเมนต์อาจดูว่าใช้สมการในการหาไม่ยุ่งยาก แต่แท้จริงแล้วการหาแขนของแรงหรือการวัดระยะทางที่ตั้งฉากกับแนวแรงไปยังจุดที่พิจารณาหรือจุดหมุนนั้นต้องใช้เรขาคณิตเข้าช่วย แต่มีวิธีการหนึ่งที่ทำให้การคำนวณมีความรวดเร็วขึ้น นั่นคือการใช้ทฤษฎีของวาริยอง (Varignon's Theorem) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า

“โมเมนต์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงลัพธ์รอบจุดหมุนใดๆ จะมีค่าเท่ากับผลรวมทางพีชคณิตของโมเมนต์ที่เกิดจากแรงย่อยรอบจุดหมุนเดียวกัน”



รูปที่ 5.3

พิจารณารูปที่ 5.3 จากรูปเดิม แต่จะหาองค์ประกอบระยะแขนของแรงออกเป็นแนวแกน x และ แกน y หรือจาก $r_1 = (r_{1x} + r_{1y})$ และ $r_2 = (r_{2x} + r_{2y})$ พิจารณารูปที่ 5.4 แยกคิดทีละจุด ซึ่งอาจมองว่าเป็นผลเนื่องจากแรง F เดียวกัน แต่ระยะแขนของแรงไม่เท่ากัน ในรูปที่ 5.4 (ก) นำแรง F มาพิจารณาตรงจุดที่แขนของแรงตั้งฉากกับแนวแรง หาองค์ประกอบของแรงในแนวแกน x และ y หรือ $F = (F_x + F_y)$ สามารถหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด A และ B ได้ดังนี้



รูปที่ 5.4

$$M_A = F \cdot r_1 = (F_x \cdot r_{1y}) + (F_y \cdot r_{1x})$$

$$M_B = F \cdot r_2 = (F_x \cdot r_{2y}) + (F_y \cdot r_{2x})$$

ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ [5.1] ปริมาณโมเมนต์เท่ากับผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางที่ตั้งฉากกับแนวแรงไปยังจุดหมุน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายถึงขอบข่ายสาระการเรียนรู้ในรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล และแนวปฏิบัติในการเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

5. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องโมเมนต์ของแรง
6. นักเรียนทำแบบทดสอบบทที่ 5 เรื่องโมเมนต์ของแรง ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบบทที่ 5 โมเมนต์ของแรง

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 5 โมเมนต์ของแรง ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 5 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106 – 1006) ของ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 5
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 5
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และ
นักศึกษาร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่านต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 5 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ
การประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

8.1 กิจกรรมเสนอแนะ

- 8.1.1 ให้นักศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมาทาง
อินเทอร์เน็ต
- 8.1.2 ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัวทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอกว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์
กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

- 8.2.1 ทำแบบฝึกหัด

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

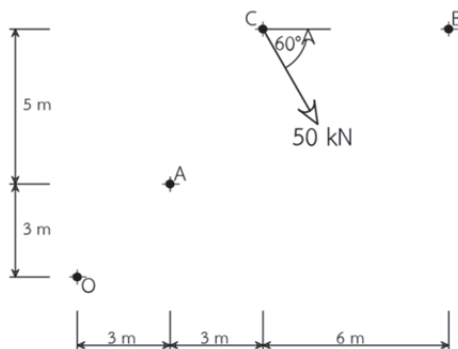
ครูผู้สอน

แบบทดสอบบทที่ 5

โมเมนต์ของแรง

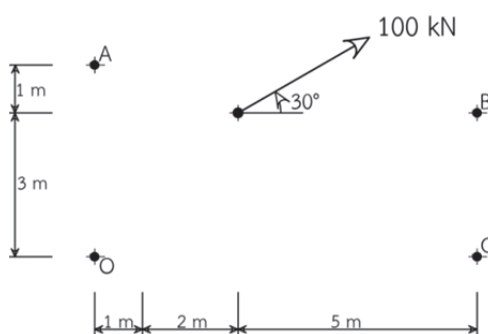
คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. จากรูปที่ 5.10 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด O
2. จากรูปที่ 5.10 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด A
3. จากรูปที่ 5.10 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด B
4. จากรูปที่ 5.10 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด C



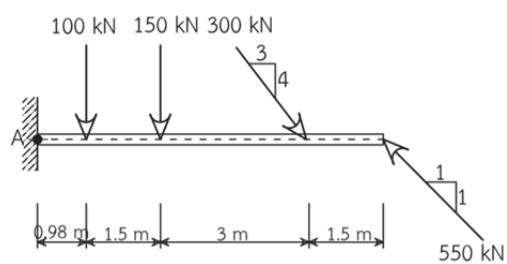
รูปที่ 5.10

5. จากรูปที่ 5.11 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด O
6. จากรูปที่ 5.11 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด A
7. จากรูปที่ 5.11 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด B
8. จากรูปที่ 5.11 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด C



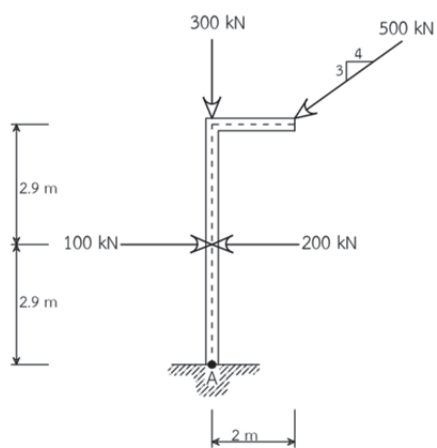
รูปที่ 5.11

9. จากรูปที่ 5.12 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด A



รูปที่ 5.12

10. จากรูปที่ 5.13 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด A

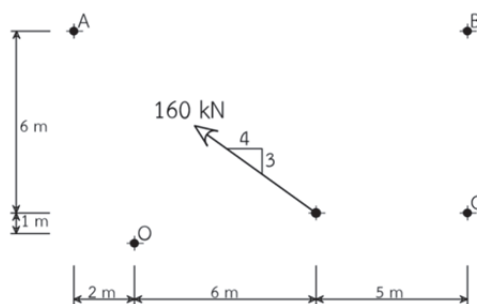


รูปที่ 5.13

แบบประเมินผลก่อนและหลังการเรียนรู้ บทที่ 5

บทที่ 5 โมเมนต์ของแรง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น ข้อละ 2 คะแนน



รูปที่ 5.14

1. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดคือปริมาณโมเมนต์รอบจุด O

ก. $M_O = 0 \cdot \text{kN}$

ข. $M_O = 1248 \cdot \text{kN}$ 

ค. $M_O = 704 \cdot \text{kN}$ 

ง. $M_O = 480 \cdot \text{kN}$ 

2. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดคือปริมาณโมเมนต์รอบจุด A

ก. $M_A = 0 \cdot \text{kN}$

ข. $M_A = 1248 \cdot \text{kN}$ 

ค. $M_A = 704 \cdot \text{kN}$ 

ง. $M_A = 480 \cdot \text{kN}$ 

3. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดคือปริมาณโมเมนต์รอบจุด B

ก. $M_B = 0 \cdot \text{kN}$

ข. $M_B = 1248 \cdot \text{kN}$ 

ค. $M_B = 704 \cdot \text{kN}$ 

ง. $M_B = 480 \cdot \text{kN}$ 

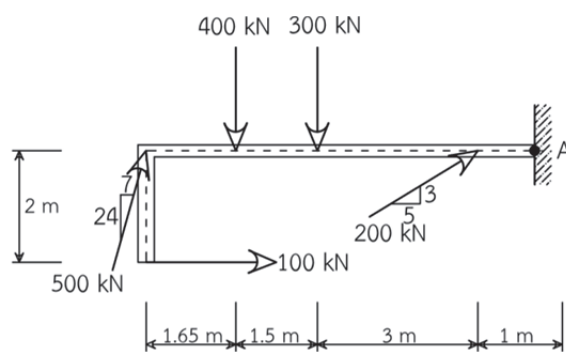
4. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดคือปริมาณโมเมนต์รอบจุด C

ก. $M_B = 0 \cdot \text{kN}$

ข. $M_B = 1248 \cdot \text{kN}$

ค. $M_B = 704 \cdot \text{kN}$

ง. $M_B = 480 \cdot \text{kN}$



รูปที่ 5.15

5. จากรูปที่ 5.15 ข้อใดคือปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็นผลจากแรง $100 \cdot \text{kN}$

ก. $M_A = 100 \cdot \text{kN}$

ข. $M_A = 200 \cdot \text{kN}$

ค. $M_A = 100 \cdot \text{kN}$

ง. $M_A = 200 \cdot \text{kN}$

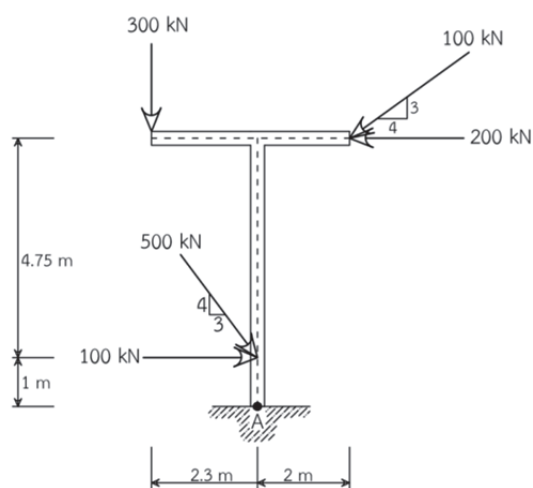
6. จากรูปที่ 5.15 ข้อใดคือปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็นผลจากแรงทั้งหมด

ก. $M_A = 65.101 \text{ kN}$

ข. $M_A = 335 \cdot \text{kN}$

ค. $M_A = 65.101 \text{ kN}$

ง. $M_A = 335 \cdot \text{kN}$



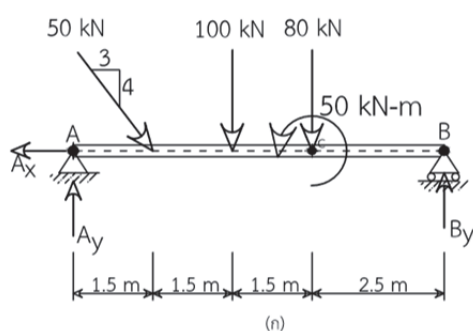
รูปที่ 5.16

7. จากรูปที่ 5.16 ข้อใดคือปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็นผลจากแรง 100 · kN

- ก. $M_A = 140 \cdot \text{kN}$
- ข. $M_A = 240 \cdot \text{kN}$
- ค. $M_A = 140 \cdot \text{kN}$
- ง. $M_A = 240 \cdot \text{kN}$

8. จากรูปที่ 5.16 ข้อใดคือปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็นผลจากแรงทั้งหมด

- ก. $M_A = 2483 \cdot \text{kN}$
- ข. $M_A = 1780 \cdot \text{kN}$
- ค. $M_A = 1780 \cdot \text{kN}$
- ง. $M_A = 2483 \cdot \text{kN}$



รูปที่ 5.17

9. จากรูปที่ 5.17 ข้อใดคือปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็นผลจากแรง $500 \cdot \text{kN}$

ก. $M_A = 3360 \cdot \text{kN}$ 

ข. $M_A = 5471 \cdot \text{kN}$ 

ค. $M_A = 3360 \cdot \text{kN}$ 

ง. $M_A = 5471 \cdot \text{kN}$ 

10. จากรูปที่ 5.17 ข้อใดคือปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็นผลจากแรงทั้งหมด

ก. $M_A = 400 \cdot \text{kN}$ 

ข. $M_A = 300 \cdot \text{kN}$ 

ค. $M_A = 200 \cdot \text{kN}$ 

ง. $M_A = 100 \cdot \text{kN}$ 

การประเมินผลบทที่ 5 โมเมนต์ของแรง

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
2. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. คะแนนแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 40 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 5 โมเมนต์ของแรง			
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106 – 1006		วิทยาลัย	
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....		ครู	
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียน		20	
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียน		20	
คะแนนแบบทดสอบ		40	
รวมคะแนนด้านทักษะ		80	
1	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ	10	
2	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต	10	
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย		20	
รวมคะแนนทั้งหมด		100	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	หน่วยที่ 6
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106-1006	เวลาเรียนรวม 36 ชม.
ชื่อหน่วย จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์ถ่วง	สอนครั้งที่ 10-12/18
ชื่อเรื่อง จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์ถ่วง	จำนวน 6 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 6.1 จุดเซนทรอยด์ (Centroid)
- 6.2 จุดเซนทรอยด์ของรูปทรงประกอบ (Centroid of Composite Bodies)
- 6.3 จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity)

2. สาระสำคัญ

จุดเซนทรอยด์ (Centroid) คือตำแหน่งของศูนย์กลางของวัตถุ โดยมีตำแหน่งแตกต่างกันออกไปตามรูปร่างของวัตถุนั้นๆ จุดเซนทรอยด์ของรูปทรงประกอบ (Centroid of Composite Bodies) คือการหาตำแหน่งของจุดเซนทรอยด์ของรูปทรงต่างๆ ที่สามารถแบ่งเป็นรูปเรขาคณิตหลายรูปรวมกัน

จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity) คือตำแหน่งแทนมวลรวมทั้งหมดของอนุภาคหลายๆ อนุภาคที่ทำการพิจารณา

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับตำแหน่งและวิธีการคำนวณหาจุดเซนทรอยด์ จุดเซนทรอยด์ของรูปทรงประกอบ และจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุได้

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายปริมาณตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูปเรขาคณิตต่างๆ ได้
2. แสดงวิธีการคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูปทรงประกอบได้
3. แสดงวิธีการคำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุได้

4. สาระการเรียนรู้

6.1 จุดเซนทรอยด์ (Centroid)

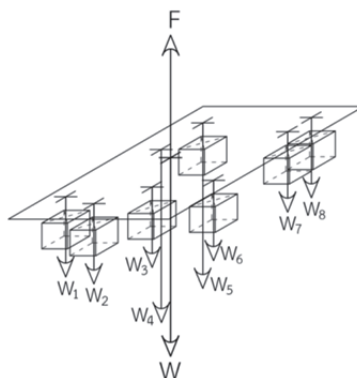
จุดเซนทรอยด์ (Centroid) คือตำแหน่งของศูนย์กลางของวัตถุ โดยมีตำแหน่งแตกต่างกันออกไปตามรูปร่างของวัตถุนั้นๆ เช่น เส้นลวดที่ยาว 5 m จะมีจุดเซนทรอยด์อยู่ที่กึ่งกลางของความยาวคือ 2.5 m เป็นต้น โดยในหนังสือเล่มนี้จะแสดงวิธีการหาจุดเซนทรอยด์ของวัตถุที่มีรูปทรงเรขาคณิตในลักษณะรูปในระนาบ

6.2 จุดเซนทรอยด์ของรูปทรงประกอบ (Centroid of Composite Bodies)

จุดเซนทรอยด์ของรูปทรงประกอบ (Centroid of Composite Bodies) คือการหาตำแหน่งของจุดเซนทรอยด์ของรูปทรงต่างๆ ที่สามารถแบ่งเป็นรูปเรขาคณิตหลายรูปรวมกันอยู่ วิธีการหาจะใช้หลักการของ ทฤษฎีของวาริยอง (Varignon's Theorem)

6.3 จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity)

จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity) คือตำแหน่งมวลรวมของอนุภาคหลายๆ อนุภาคที่พิจารณา หรือน้ำหนักรวมของวัตถุหลายๆ วัตถุที่พิจารณา พิจารณารูปประกอบ วัตถุมีน้ำหนักถูกแขวนอยู่ในระนาบหนึ่ง โดยน้ำหนักของวัตถุทั้งหมดจะเป็นทิศทางซึ่งตามแรงดึงดูดของโลก แรง F คือแรงที่ดึงวัตถุทั้งหมดไว้ โดยต้องมีค่าเท่ากับน้ำหนักรวมของวัตถุทั้งหมดคือ W ส่วนตำแหน่งที่แรง F และน้ำหนักทั้งหมดของวัตถุ W กระทำต้องเป็นตำแหน่งเดียวกัน ทิศทางตรงข้ามกัน โดยที่วัตถุทั้งหมดหยุดนิ่ง ระนาบไม่เกิดการหมุน ตำแหน่งที่ได้นั้นคือ จุดศูนย์ถ่วง



5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายถึงขอบข่ายสาระการเรียนรู้ในรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล และแนวปฏิบัติในการเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

5. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องจุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์ถ่วง
6. นักเรียนทำแบบทดสอบบทที่ 6 เรื่องจุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์ถ่วง ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบบทที่ 6 จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์ถ่วง

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 6 จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลาง ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 6 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106 – 1006) ของ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 6
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 6
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 6 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

8.1 กิจกรรมเสนอแนะ

- 8.1.1 ให้นักศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมาทางอินเทอร์เน็ต

8.1.2 ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์
เนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

8.2.1 ทำแบบฝึกหัด

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

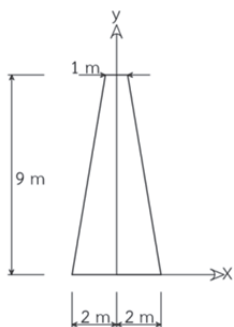
ครูผู้สอน

แบบทดสอบบทที่ 6

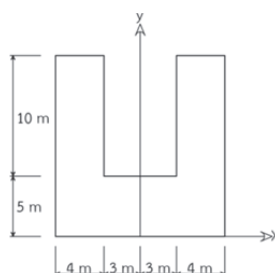
บทที่ 6 จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง

คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ ข้อละ 4 คะแนน

1. จากรูปที่ 6.16 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์
2. จากรูปที่ 6.17 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

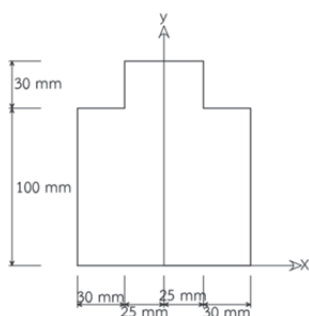


รูปที่ 6.16

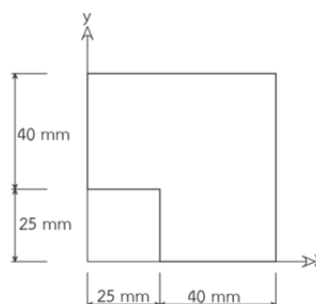


รูปที่ 6.17

3. จากรูปที่ 6.18 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์
4. จากรูปที่ 6.19 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

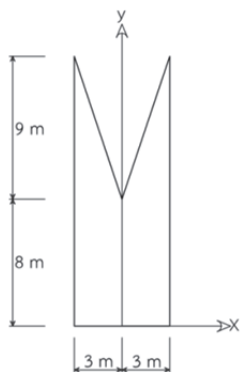


รูปที่ 6.18

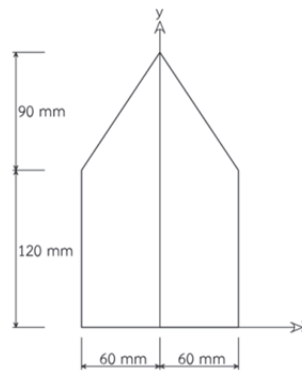


รูปที่ 6.19

5. จากรูปที่ 6.20 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์
6. จากรูปที่ 6.21 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์



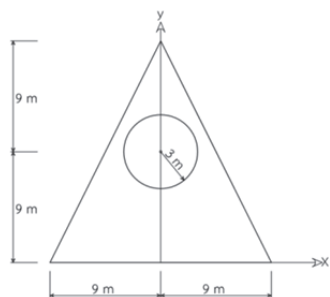
รูปที่ 6.20



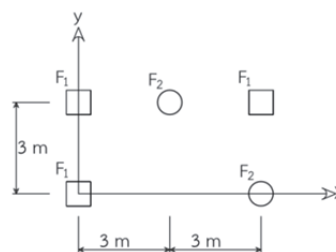
รูปที่ 6.21

7. จากรูปที่ 6.22 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

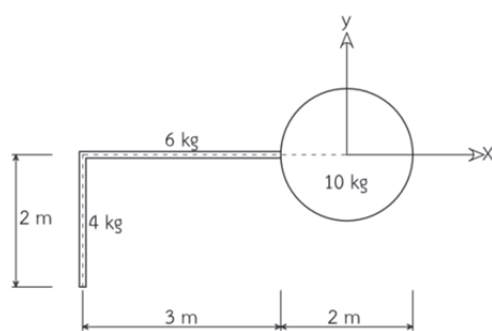
8. จากรูปที่ 6.23 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วงของแผ่นฐานรากดังกล่าว กำหนดให้ $F_1 = 81 \text{ m}^2$ และ $F_2 = 63.6 \text{ m}^2$



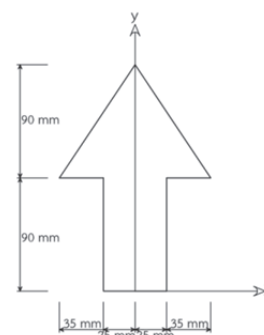
รูปที่ 6.22



รูปที่ 6.23



รูปที่ 6.24



รูปที่ 6.25

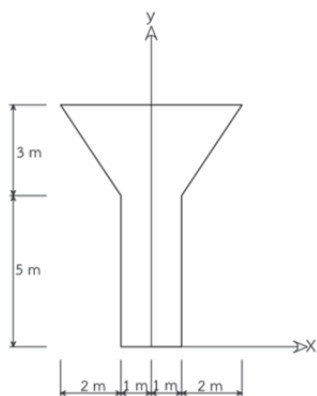
9. จากรูปที่ 6.24 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วงของวัตถุตั้งรูป

10. จากรูปที่ 6.25 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

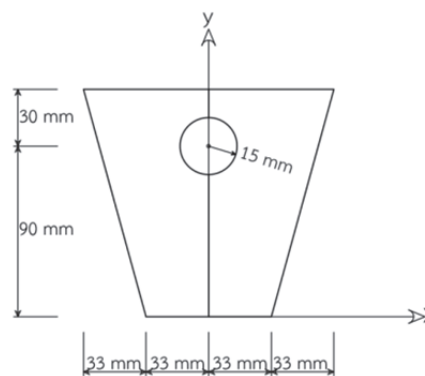
แบบประเมินผลก่อนและหลังการเรียนรู้บทที่ 6

บทที่ 6 จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลาง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น ข้อละ 2 คะแนน



รูปที่ 6.26



รูปที่ 6.27

1. จากรูป 6.26 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 5.32 \cdot \text{m}$

ข. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 3.71 \cdot \text{m}$

ค. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 4.82 \cdot \text{m}$

ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 6.57 \cdot \text{m}$

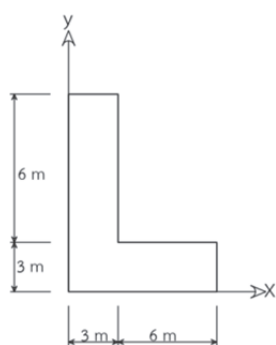
2. จากรูป 6.27 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 55 \cdot \text{mm}$

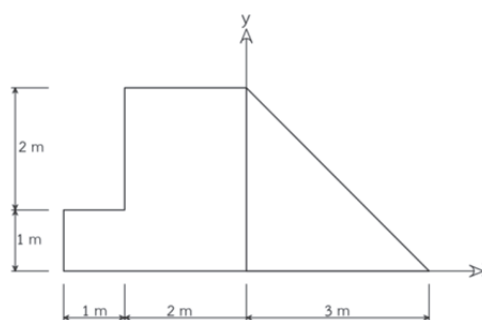
ข. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 65 \cdot \text{mm}$

ค. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 75 \cdot \text{mm}$

ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 85 \cdot \text{mm}$



รูปที่ 6.28



รูปที่ 6.29

3. จากรูป 6.28 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ก. $\bar{x} = 1.253 \cdot m$, $\bar{y} = 2.861 \cdot m$

ข. $\bar{x} = 2.104 \cdot m$, $\bar{y} = 3.452 \cdot m$

ค. $\bar{x} = 3.330 \cdot m$, $\bar{y} = 3.330 \cdot m$

ง. $\bar{x} = 4.253 \cdot m$, $\bar{y} = 5.866 \cdot m$

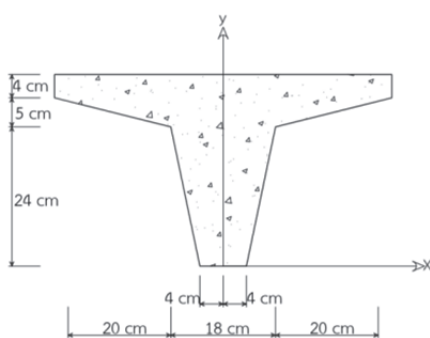
4. จากรูป 6.29 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ก. $\bar{x} = -0.175 \cdot m$, $\bar{y} = 1.486 \cdot m$

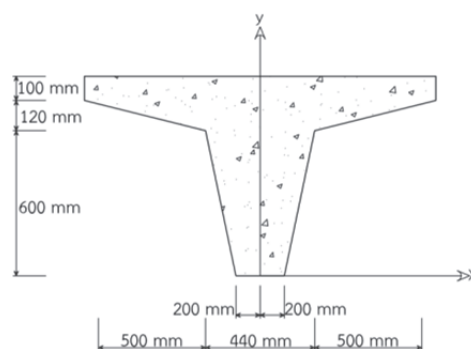
ข. $\bar{x} = -0.348 \cdot m$, $\bar{y} = 1.220 \cdot m$

ค. $\bar{x} = -0.732 \cdot m$, $\bar{y} = 1.843 \cdot m$

ง. $\bar{x} = -1.042 \cdot m$, $\bar{y} = 2.105 \cdot m$



รูปที่ 6.30



รูปที่ 6.31

5. จากรูป 6.30 หน้าตัดคานคอนกรีตอัดแรง ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ก. $\bar{x} = 0 \cdot cm$, $\bar{y} = 32.5 \cdot cm$

ข. $\bar{x} = 0 \cdot cm$, $\bar{y} = 22.5 \cdot cm$

ค. $\bar{x} = 0 \cdot cm$, $\bar{y} = 12.5 \cdot cm$

ง. $\bar{x} = 0 \cdot cm$, $\bar{y} = 2.5 \cdot cm$

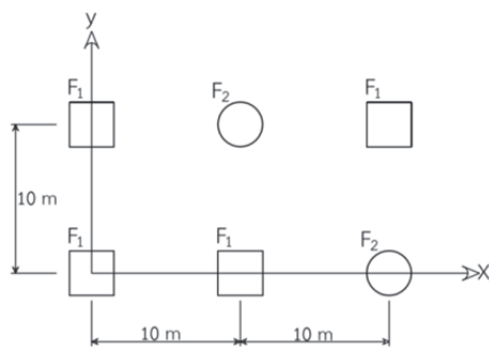
6. จากรูป 6.31 หน้าตัดคานคอนกรีตอัดแรง ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ก. $\bar{x} = 0 \text{ mm}$, $\bar{y} = 217.5 \text{ mm}$

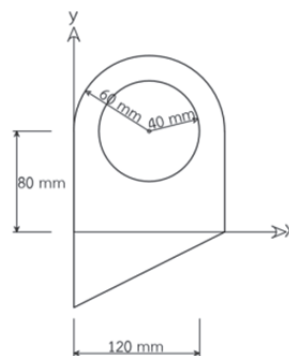
ข. $\bar{x} = 0 \text{ mm}$, $\bar{y} = 317.5 \text{ mm}$

ค. $\bar{x} = 0 \text{ mm}$, $\bar{y} = 317.5 \text{ mm}$

ง. $\bar{x} = 0 \text{ mm}$, $\bar{y} = 517.5 \text{ mm}$



รูปที่ 6.32



รูปที่ 6.33

7. จากรูป 6.32 จากแปลนฐานราก ฐานราก F_1 มีขนาด กว้าง-ยาว ด้านละ 3 m และฐานราก F_2 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 m ข้อใดคือตำแหน่งจุดศูนย์กลาง

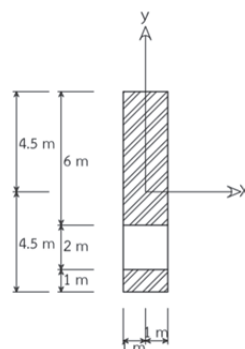
- ก. $\bar{x} = 9.5 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 6.1 \cdot \text{m}$
 ข. $\bar{x} = 9.6 \text{ m}$, $\bar{y} = 5.0 \text{ m}$
 ค. $\bar{x} = 7.6 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 4.7 \cdot \text{m}$
 ง. $\bar{x} = 6.9 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 3.2 \cdot \text{m}$

8. จากรูป 6.33 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูปทรงประกอบ

- ก. $\bar{x} = 33.8 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 18.6 \cdot \text{mm}$
 ข. $\bar{x} = 46.5 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 28.4 \cdot \text{mm}$
 ค. $\bar{x} = 54.8 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 36.6 \cdot \text{mm}$
 ง. $\bar{x} = 65.3 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 48.7 \cdot \text{mm}$

9. จากรูป 6.34 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูป

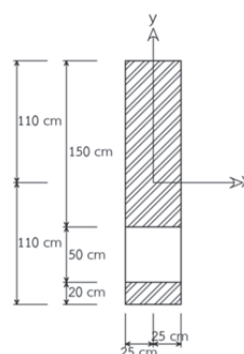
- ก. $\bar{x} = 0 \text{ m}$, $\bar{y} = 3.7 \text{ m}$
 ข. $\bar{x} = 0 \text{ m}$, $\bar{y} = 3.0 \text{ m}$
 ค. $\bar{x} = 0 \text{ m}$, $\bar{y} = 2.0 \text{ m}$
 ง. $\bar{x} = 0 \text{ m}$, $\bar{y} = 1.0 \text{ m}$



รูปที่ 6.34

10. จากรูป 6.35 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูป

- ก. $\bar{x} = 0 \text{ cm}$, $\bar{y} = 54.2 \text{ cm}$
 ข. $\bar{x} = 0 \text{ cm}$, $\bar{y} = 46.2 \text{ cm}$
 ค. $\bar{x} = 0 \text{ cm}$, $\bar{y} = 35.2 \text{ cm}$
 ง. $\bar{x} = 0 \text{ cm}$, $\bar{y} = 24.2 \text{ cm}$



รูปที่ 6.35

การประเมินผลบทที่ 6 จุดเชนทรอยด์และจุดศูนย์ถ่วง

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
2. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. คะแนนแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 40 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 6 จุดเชนทรอยด์และจุดศูนย์ถ่วง			
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1		วิทยาลัย	
รหัสวิชา 20106 – 1006			
ชื่อ-สกุล.....		ครู	
ระดับ.....			
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียน		20	
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียน		20	
คะแนนแบบทดสอบ		40	
รวมคะแนนด้านทักษะ		80	
1	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ	10	
2	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต	10	
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย		20	
รวมคะแนนทั้งหมด		100	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106-1006	เวลาเรียนรวม 36 ชม.
ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน	สอนครั้งที่ 13-15/18
ชื่อเรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน	จำนวน 6 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 7.1 โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of Inertia)
- 7.2 ทฤษฎีแกนขนาน (Parallel Axis Theorem)
- 7.3 รัศมีการหมุน (Radius of Gyration)

2. สาระสำคัญ

โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of Inertia) คือการหมุนรอบแกนพิจารณาของพื้นที่อนุภาคเล็กๆ ถ้าเราสร้างระบบแกนพิกัดฉากระนาบ $x - y$ การหมุนของพื้นที่ dA อาจพิจารณาเป็นการหมุนรอบแกน x และ y หรือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x และโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y

ทฤษฎีแกนขนาน (Parallel Axis Theorem) หรือการย้ายแกน เป็นการแก้ปัญหาคำนวณการหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนใดๆ ที่ไม่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

รัศมีการหมุน (Radius of Gyration) หรืออาจเรียกทับศัพท์ว่า รัศมีไจเรชั่น คือความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่หน้าตัดขวางและจุดเซนทรอยด์โมเมนต์ความเฉื่อย หรือเป็นค่าปัจจัยของรูป (Shape Factor) ถือเป็นการวัดความสามารถต้านทานต่อการดัดหรือการโก่งเดาะรอบแกนบางแกน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อย ทฤษฎีแกนขนาน และรัศมีการหมุน ตลอดจนสามารถหาปริมาณค่าต่างๆ ได้

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายและแสดงวิธีการหาปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูปพื้นที่ได้
2. อธิบายและแสดงวิธีการหาปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อย โดยใช้ทฤษฎีแกนขนานของรูปพื้นที่ได้
3. อธิบายและแสดงวิธีการหารัศมีการหมุนของรูปพื้นที่ได้

4. สารการเรียนรู้

7.1 โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of Inertia)

โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of Inertia) ของพื้นที่อนุภาคเล็กๆ ที่รวมตัวกันเป็นพื้นที่ทั้งหมด A ของรูปนั้นหมุนรอบแกนที่พิจารณา กล่าวคือ

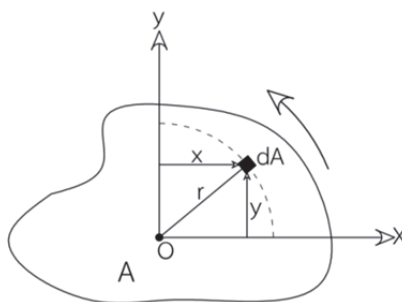
$$I = \int_A r^2 dA \quad \dots\dots\dots [7.1]$$

โดยที่ r = รัศมีการหมุนของรูปรอบแกนที่พิจารณา

พิจารณารูปที่ 7.1 พื้นที่ dA เกิดการหมุนรอบแกนที่ผ่านจุด O ค่าโมเมนต์อินเนอร์เซียจะหาได้จากสมการที่ [7.1] ถ้าเราสร้างระบบแกนพิกัดฉากตัดกันที่จุด O คือระนาบ $x - y$ การหมุนของพื้นที่ dA อาจพิจารณาได้ใหม่ โดยพิจารณาการหมุนรอบแกน $x - y$ จากสมการดังนี้

$$I_x = \int_A y^2 dA \quad \dots\dots\dots [7.2]$$

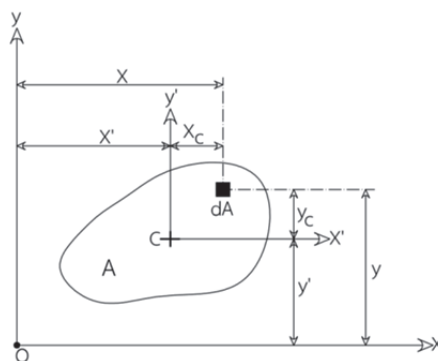
$$I_y = \int_A x^2 dA \quad \dots\dots\dots [7.3]$$



รูปที่ 7.1

7.2 ทฤษฎีแกนขนาน (Parallel Axis Theorem)

จากตัวอย่างที่ 7.1 การหาปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยจะเป็นการพิจารณาพื้นที่ต่อการหมุนของระบบแกนพิกัดฉากที่กระทำอยู่ตำแหน่งหนึ่ง โดยจากตัวอย่างโจทย์กำหนดให้หาปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป แต่จากการพิจารณา โจทย์กำหนดมาให้ระบบแกนพิกัดฉากวางตัวผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูปแผ่นตั้งเท่านั้น ซึ่งถ้าพิจารณาแกน y จะกระทำผ่านตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของทุกรูป แต่สำหรับแกน x จะกระทำผ่านตำแหน่งจุดเซนทรอยด์เฉพาะรูปแผ่นตั้งเท่านั้น โดยไม่ผ่านรูปปีกด้านบนและล่าง ซึ่งต้องใช้วิธีการสร้างรูปเต็มและหักลบด้วยรูปช่องว่าง ซึ่งถ้าหากเป็นหน้าตัดอื่นที่ซับซ้อนขึ้นอาจทำไม่ได้



รูปที่ 7.4

มีวิธีการหนึ่งที่สามารถหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ได้ง่ายขึ้น เรียกว่า ทฤษฎีแกนขนาน (Parallel Axis Theorem) หรือการย้ายแกน พิจารณารูปที่ 7.3 ประกอบ

พื้นที่อนุภาคเล็กๆ ที่รวมตัวกันเป็นพื้นที่ทั้งหมด A มีระบบแกน $x' - y'$ กระทำตัดกันที่ตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่ A มีระบบแกน $x - y$ กระทำตัดกันที่จุด O อยู่ห่างจากแกนที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูปเป็นระยะ x และ y เราจะคำนวณหาปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ซึ่งถือเป็นแกนขนานของแกน x' หาไดดังนี้

$$\text{จากสมการที่ [7.2]} \quad I_{xp} = I_{xc} + (A \cdot y'^2) \quad \dots\dots\dots[7.4]$$

ปริมาณโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y ซึ่งถือเป็นแกนขนานของแกน y' หาได้ในทำนองเดียวกันดังนี้

$$\text{จากสมการที่ [7.3]} \quad I_{yp} = I_{yc} + (A \cdot x'^2) \quad \dots\dots\dots[7.5]$$

7.3 รัศมีการหมุน (Radius of Gyration)

รัศมีการหมุน (Radius of Gyration) หรืออาจเรียกทับศัพท์ว่า รัศมีไจเรชั่น คือความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่หน้าตัดขวางและจุดเซนทรอยด์โมเมนต์ความเฉื่อย หรือเป็นค่าปัจจัยของรูป (Shape Factor) ถือเป็นการวัดความสามารถต้านทานต่อการดัดหรือการโก่งเดาะรอบแกนบางแกน

$$\text{รัศมีการหมุนรอบแกน } x \text{ คือ} \quad r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \quad \dots\dots\dots[7.6]$$

$$\text{รัศมีการหมุนรอบแกน } y \text{ คือ} \quad r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} \quad \dots\dots\dots[7.7]$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายถึงขอบข่ายสาระการเรียนรู้ในรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล และแนวปฏิบัติในการเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

5. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องโมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน
6. นักเรียนทำแบบทดสอบบทที่ 7 เรื่องโมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบบทที่ 7 โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 7 โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 7 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106 – 1006) ของ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 7
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 7
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษา ร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่านต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 7 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

8.1 กิจกรรมเสนอแนะ

- 8.1.1 ให้นักศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมาทางอินเทอร์เน็ต
- 8.1.2 ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัวทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอกว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

- 8.2.1 ทำแบบฝึกหัด

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

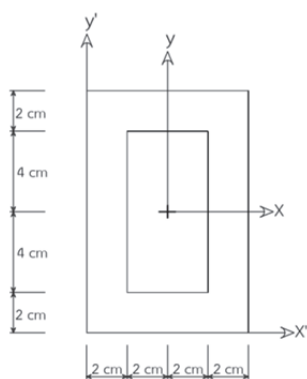
ครูผู้สอน

แบบทดสอบบทที่ 7

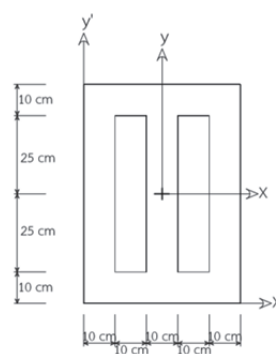
บทที่ 7 โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน

คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. จากรูปที่ 7.13 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน $x - y$ และรัศมีการหมุน
2. จากรูปที่ 7.13 จงคำนวณหารัศมีการหมุนรอบแกน $x' - y'$ และรัศมีการหมุน
3. จากรูปที่ 7.14 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน $x - y$ และรัศมีการหมุน
4. จากรูปที่ 7.14 จงคำนวณหารัศมีการหมุนรอบแกน $x' - y'$ และรัศมีการหมุน

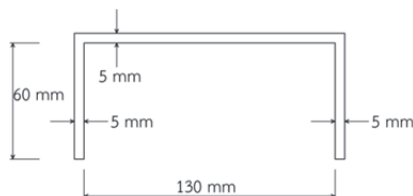


รูปที่ 7.13



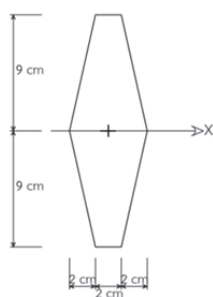
รูปที่ 7.14

5. จากรูปที่ 7.15 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน $x - y$ ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

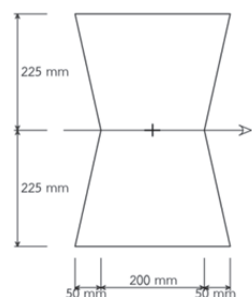


รูปที่ 7.15

6. จากรูปที่ 7.16 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x
7. จากรูปที่ 7.17 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x

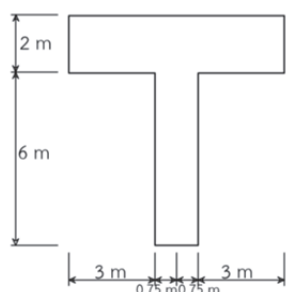


รูปที่ 7.16

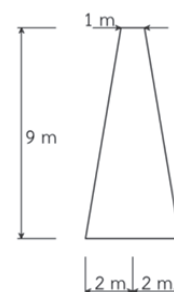


รูปที่ 7.17

8. จากรูปที่ 7.18 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูปและค่ารัศมีการหมุนรอบแกน x
9. จากรูปที่ 7.19 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูปและค่ารัศมีการหมุนรอบแกน y

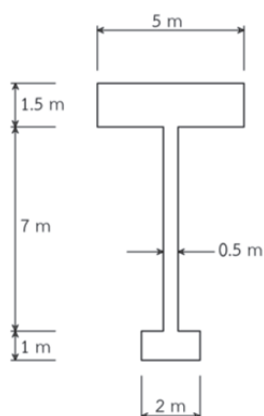


รูปที่ 7.18



รูปที่ 7.19

10. จากรูปที่ 7.20 คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป และค่ารัศมีการหมุนรอบแกน x

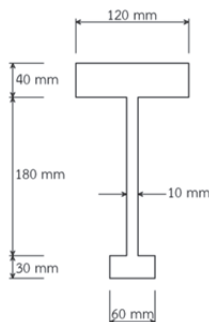


รูปที่ 7.20

แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 7

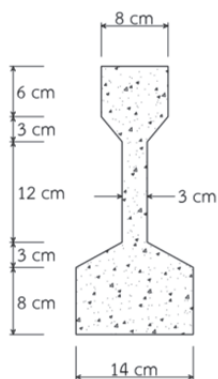
โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น

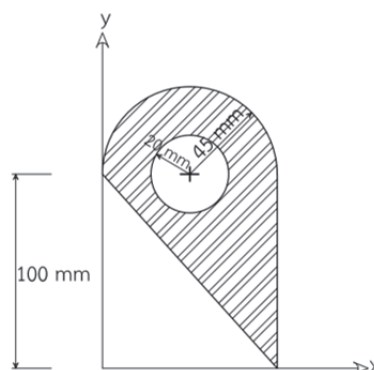


รูปที่ 7.21

1. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป
 - ก. $I_x = 124.3 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ข. $I_x = 95.4 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ค. $I_x = 69.9 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ง. $I_x = 38.7 \times 10^6 \text{ mm}^4$
2. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป
 - ก. $I_y = 6.32 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ข. $I_y = 8.93 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ค. $I_y = 10.72 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ง. $I_y = 13.54 \times 10^6 \text{ mm}^4$
3. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป
 - ก. $r_x = 91.22 \text{ mm}$
 - ข. $r_x = 48.73 \text{ mm}$
 - ค. $r_x = 65.81 \text{ mm}$
 - ง. $r_x = 81.00 \text{ mm}$
4. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน y ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป
 - ก. $r_y = 55.97 \text{ mm}$
 - ข. $r_y = 48.73 \text{ mm}$
 - ค. $r_y = 34.61 \text{ mm}$
 - ง. $r_y = 27.42 \text{ mm}$



รูปที่ 7.22



รูปที่ 7.23

5. จากรูปที่ 7.22 หน้าตัดคานคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete Section) ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของหน้าตัด
 - ก. $I_x = 25800 \text{ cm}^4$
 - ข. $I_x = 38944 \text{ cm}^4$
 - ค. $I_x = 46000 \text{ cm}^4$
 - ง. $I_x = 54720 \text{ cm}^4$
6. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x
 - ก. $I_x = 34.80 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ข. $I_x = 55.39 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ค. $I_x = 72.64 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ง. $I_x = 88.33 \times 10^6 \text{ mm}^4$
7. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y
 - ก. $I_y = 11.74 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ข. $I_y = 23.61 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ค. $I_y = 45.73 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 - ง. $I_y = 55.61 \times 10^6 \text{ mm}^4$
8. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน x
 - ก. $r_x = 145.75 \text{ mm}$
 - ข. $r_x = 112.53 \text{ mm}$
 - ค. $r_x = 92.90 \text{ mm}$
 - ง. $r_x = 71.68 \text{ mm}$

9. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน y

ก. $r_y = 110.54 \text{ mm}$

ข. $r_y = 80.40 \text{ mm}$

ค. $r_y = 77.34 \text{ mm}$

ง. $r_y = 60.60 \text{ mm}$

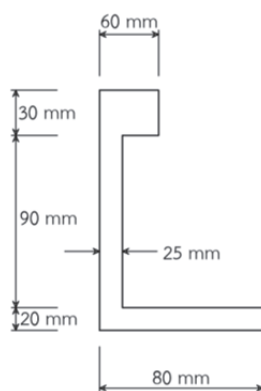
10. จากรูปที่ 7.24 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $I_x = 12.96 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ข. $I_x = 15.83 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ค. $I_x = 18.92 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ง. $I_x = 21.33 \times 10^6 \text{ mm}^4$



รูปที่ 7.24

การประเมินผลบทที่ 7 โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
2. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. คะแนนแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 40 คะแนน
4. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล			
บทที่ 7 โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน			
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1		วิทยาลัย	
รหัสวิชา 20106 – 1006			
ชื่อ-สกุล.....		ครู	
ระดับ.....			
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียน		20	
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียน		20	
คะแนนแบบทดสอบ		40	
รวมคะแนนด้านทักษะ		80	
1	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ	10	
2	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต	10	
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย		20	
รวมคะแนนทั้งหมด		100	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	หน่วยที่ 8
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106-1006	เวลาเรียนรวม 36 ชม.
ชื่อหน่วย ความเค้นและความเครียด	สอนครั้งที่ 16-18/18
ชื่อเรื่อง ความเค้นและความเครียด	จำนวน 6 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 8.1 ความเค้น (Stress)
- 8.2 ความเค้นตั้งฉาก (Normal Stress)
- 8.3 ความเค้นเฉือน (Shear Stress)
- 8.4 พื้นฐานความเค้นในจุดยึดต่อ (Basic Connection Stresses)
- 8.5 ความเครียดตั้งฉาก (Normal Strain)
- 8.6 ความเครียดเฉือน (Shearing Strain)
- 8.7 โมดูลัสของความยืดหยุ่น (Elastic Modulus)

2. สารสำคัญ

ความเค้น (Stress) คือแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (Force per Unit Area) ความเค้นนี้จะเกิดขึ้นต่อพื้นที่ของชิ้นส่วนโครงสร้างตลอดทุกอนุภาคเมื่อมีแรงมากระทำ ถือว่าเป็นแรงภายในเนื้อวัสดุและเป็นแรงปฏิกิริยาต่อแรงภายนอกที่มากระทำกับวัสดุ พิจารณาได้ใน 2 กรณีคือ ความเค้นตั้งฉากกับความเค้นเฉือน ความเครียด (Strain) คือการเปลี่ยนรูปของวัสดุต่อรูปเดิมเนื่องจากมีแรงมากระทำ พิจารณาได้ใน 2 กรณีคือ ความเครียดตั้งฉากกับความเครียดเฉือน

ความเครียดนั้นเป็นผลมาจากความเค้น จากการทดลองพบว่า กรณีที่วัสดุเกิดความเค้นที่มีค่าไม่มาก ความเค้นจะแปรผันตรงกับความเครียด โดยจะมีค่าคงที่ของการแปรผัน หรือเรียกว่า “ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น”

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความเข้าใจความเค้น ความเครียด และโมดูลัสของความยืดหยุ่น ตลอดจนสามารถหาค่าต่างๆ ได้

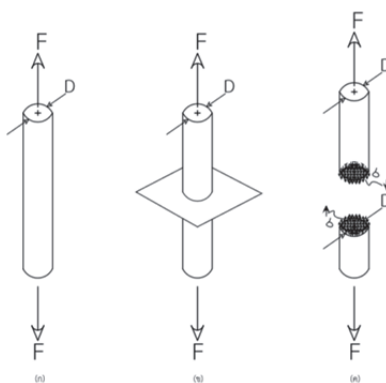
3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายและแสดงวิธีการหาค่าความเค้นตั้งฉาก ความเค้นเฉือนได้
2. อธิบายและแสดงวิธีการหาค่าความเครียดตั้งฉาก ความเครียดเฉือนได้
3. อธิบายพื้นฐานการหาความเค้นในจุดต่ออย่างง่ายได้
4. อธิบายและใช้ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นในการหาค่าความเค้นความเครียดได้

4. สารการเรียนรู้

8.1 ความเค้น (Stress)

พิจารณารูปที่ 8.1 แสดงเหล็กเส้นกลม (Steel Bar) รับแรงดึงตามแนวแกน F กระทำตรงตำแหน่งผ่านจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่หน้าตัดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง D ถ้าเรานำระนาบมาตัดผ่านเหล็กเส้นดังกล่าวที่ระดับหนึ่ง เหล็กเส้นจะแยกออกจากกันเป็น 2 ส่วน ตรงพื้นที่หน้าตัดทั้งสองจะมีแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่กระทำในลักษณะกระจายเต็มพื้นที่หน้าตัด ซึ่งแรงเหล่านี้ถือว่าเป็นแรงภายในเนื้อวัสดุและเป็นแรงปฏิกิริยาต่อแรงภายนอกที่มากระทำกับเหล็กเส้นดังกล่าว การวัดความเข้มข้นของแรงภายในหรือความเค้นสามารถทำได้ดังนี้



รูปที่ 8.1

จากการสมดุลของแรง เมื่อวัตถุหยุดนิ่ง แรงภายในต้องเท่ากับแรงภายนอก หรือ

$$\sigma \cdot A = F$$

ความเค้น (สัญลักษณ์ซิกมา) $\sigma = \frac{F}{A}$ [8.1]

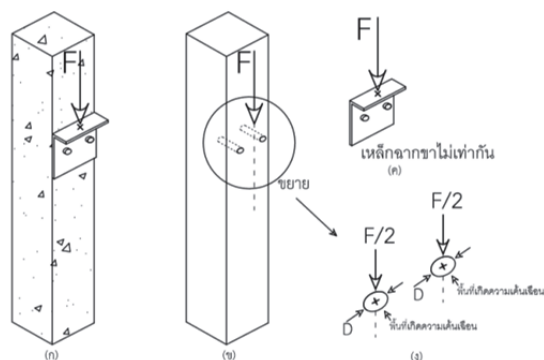
เนื่องจากความเค้นตามนิยามที่กล่าวมาข้างต้นคือ แรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ คำว่าหนึ่งหน่วยพื้นที่ตรงนี้จะหมายถึง หน่วยที่เป็นตารางเมตร ดังนั้นหน่วยของความเค้นคือ $\frac{N}{m^2}$ ซึ่งในระบบหน่วยอนุพันธ์เอสไอ (SI Derived Units) หน่วยของความเค้นคือ Pa (ปาสคาล) ดังนั้น $\frac{N}{m^2} = Pa$

8.2 ความเค้นตั้งฉาก (Normal Stress)

ความเค้นตั้งฉาก (Normal Stress) คือความเค้นที่เกิดจากแรงภายนอกมากระทำในลักษณะตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดวัสดุ เกิดขึ้นได้ใน 2 ลักษณะคือ ความเค้นตั้งฉากเนื่องจากแรงดึง (Normal Tensile Stress) ซึ่งแรงภายในเนื้อวัสดุจะมีทิศทางตรงข้ามต่อแรงภายนอกและความเค้นตั้งฉากเนื่องจากแรงอัด (Normal Compression Stress) แรงภายในเนื้อวัสดุจะมีทิศทางตรงข้ามต่อแรงภายนอกเช่นกัน

8.3 ความเค้นเฉือน (Shear Stress)

ความเค้นเฉือน (Shear Stress) คือความเค้นที่เกิดจากแรงภายนอกมากระทำในลักษณะขนานกับพื้นที่หน้าตัดวัสดุ



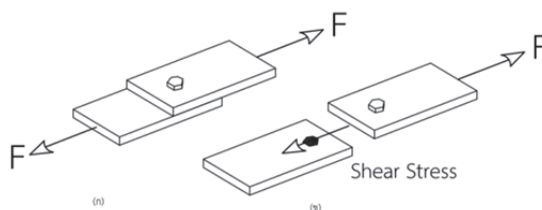
รูปที่ 8.2

พิจารณารูปที่ 8.2 ประกอบ เมื่อเรานำเหล็กฉากขาไม่เท่ากันมาทำเป็นแป้นหัวช้างเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกจากแรงภายนอก P กระทำผ่านจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่หน้าตัดด้านรับแรง ความเค้นที่เกิดขึ้นในเนื้อวัสดุจะแบ่งเป็น 2 กรณี กรณีที่ 1 เกิดความเค้นตั้งฉาก (Normal Stress) ขึ้นที่เหล็กฉาก และกรณีที่ 2 เกิดความเค้นขึ้นที่ตัวสลักเกลียว ซึ่งเป็นตัวยึดเหล็กฉากเข้ากับเสาคอนกรีต ความเค้นนี้จะเกิดขึ้นที่พื้นที่หน้าตัดเฉือน ขาดตรงตำแหน่งระหว่างหน้าเสากับพื้นผิวเหล็กฉากด้านในสัมผัสกัน

จากสมการที่ [8.1] ความเค้นเฉือน (สัญลักษณ์เทา) $\tau = \frac{F}{A}$ [8.2]

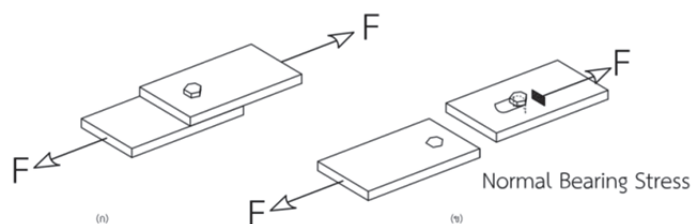
8.4 พื้นฐานความเค้นในจุดยึดต่อ (Basic Connection Stresses)

จุดยึดต่อ (Connection) ระหว่างชิ้นส่วนของวัสดุถือเป็นจุดหนึ่งที่จะเกิดความเค้นขึ้นในหลายรูปแบบ พื้นฐานของจุดยึดต่อคือ การใช้สลักเกลียวในแผ่นเหล็ก 2 แผ่นที่ต่อกันแบบทาบ พิจารณารูปที่ 8.3 (ก) ประกอบ แผ่นเหล็ก 2 ชิ้นต่อทาบกันยึดด้วยสลักเกลียวตัวเดียว มีแรง F กระทำผ่านจุดเซนทรอยด์ของหน้าตัดในลักษณะดึง ความเค้นที่เราจะพิจารณาในอันดับแรกคือ ความเค้นเฉือน (Shear Stress) ที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งเฉือนขาดระหว่างหน้าสัมผัสด้านในของแผ่นเหล็กทั้งสองทาบกันอยู่ เมื่อเรากระจายรูปออกมา แสดงดังรูปที่ 8.3 (ข) จะเห็นพื้นที่ที่เกิดความเค้นเฉือนคือ พื้นที่ของลำตัวสลักเกลียวนั่นเอง



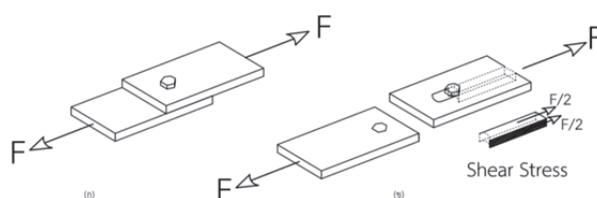
รูปที่ 8.3

ต่อมาพิจารณารูปที่ 8.4 ประกอบ เมื่อแผ่นเหล็กทั้งสองรับแรงดึงที่พยายามดึงวัสดุทั้งสองชิ้นให้ออกจากกัน สลักเกลียวอาจเกิดการดันเนื้อวัสดุให้โผล่เป็นร่อง ทำให้พื้นที่หน้าตัดของแผ่นเหล็กในส่วนที่แนบกับลำตัวของสลักเกลียวรูปโค้งเกิดความเค้นขึ้น โดยเพื่อการลดขั้นตอนการคำนวณ เราถือเอารูปสี่เหลี่ยมที่ได้จากการฉาย (Projected Area) พื้นที่ส่วนโค้งนั้นเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่เกิดความเค้นขึ้น โดยที่ความเค้นในลักษณะนี้แรงกระทำตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด และแรงกระทำในลักษณะบดอัดเนื้อวัสดุ เราจะเรียกความเค้นในลักษณะนี้ว่า ความเค้นตั้งฉากเนื่องจากแรงแบกทาน (Normal Bearing Stress)



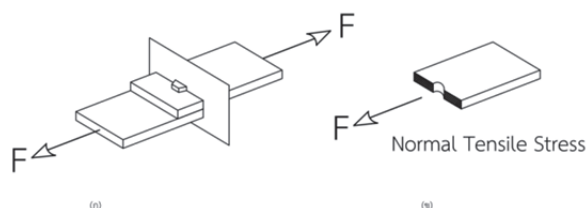
รูปที่ 8.4

พิจารณาการเกิดความเค้นต่อเนื่องจากผลของแรงแบกทาน เราจะพบว่าในชิ้นส่วนของแผ่นเหล็กตรงตำแหน่งพื้นที่รับแรงแบกทาน ถ้าทำการพิจารณาพื้นที่ผิวด้านข้างทั้งสองข้างจะจินตนาการเสมือนท่อนเหล็กสี่เหลี่ยมยาวช่วยอดต้านทานแรงแบกทานนั้นอยู่ หรือเรียกว่า Plug พิจารณารูปที่ 8.5 เมื่อเรานำตัวชิ้นส่วนของ Plug มาพิจารณาจะพบว่า มีแรง F กระทำในลักษณะขนานไปกับพื้นที่ด้านข้าง จึงเกิดความเค้นเฉือน (Shear Stress) ขึ้นในพื้นที่ดังกล่าวทั้งสองข้าง



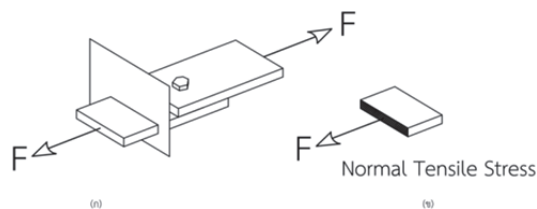
รูปที่ 8.5

ต่อไปพิจารณาความเค้นของหน้าตัดแผ่นเหล็กที่รับแรง F ในลักษณะดัง ในรูปที่ 8.6 แสดงพื้นที่การตัดที่เราจะพิจารณาโดยตัดผ่านตำแหน่งของสลักเกลียว จะพบพื้นที่แผ่นเหล็กที่เป็นร่อง (ไม่นำสลักเกลียวมาคิดรวม) ทำให้เกิดพื้นที่ที่หายไปในพื้นที่สลักเกลียวอยู่ เนื่องจากแรงกระทำตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด ความเค้นที่เกิดขึ้นคือ ความเค้นตั้งฉากเนื่องจากแรงดึง (Normal Tensile Stress)



รูปที่ 8.6

ความเค้นอันดับสุดท้ายที่จะทำการพิจารณาจะต่อเนื่องกับรูปที่ 8.7 แต่เป็นการตัดผ่านตำแหน่งพื้นที่หน้าตัดที่ไม่ตรงกับตำแหน่งสลักเกลียว แสดงดังรูป 8.7 ผลที่ได้คือ หน้าตัดเต็มของแผ่นเหล็กเป็นความเค้นตึงจากเนื่องจากแรงดึง (Normal Tensile Stress)



รูปที่ 8.7

8.5 ความเครียดตึงจาก (Normal Strain)

ความเครียด (Strain) นิยามคือ การเปลี่ยนรูปของวัสดุต่อรูปเดิม การเปลี่ยนรูปของวัสดุในที่นี้คือการเปลี่ยนรูปเนื่องจากมีแรงมากระทำเช่น เหล็กรับแรงดึงมีการยืดออกของความยาว หรือเสาเหล็กรับแรงอัดมีการหดตัวเข้าทำให้ความยาวเสาสั้นลงกว่าเดิม ความเครียดที่เกิดขึ้นเหล่านี้เป็นความเครียดที่เกิดจากแรงกระทำตึงจากกับพื้นที่ หรือเรียกว่าความเครียดตึงจาก (Normal Strain) ความเครียดตึงจากหาได้จาก

$$\text{ความเครียดตึงจาก (สัญลักษณ์ แอปซilon)} \quad \varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad \dots\dots\dots[8.3]$$

โดยที่ δ = (เดลตา) ส่วนที่เปลี่ยนไปของรูปวัสดุที่ต้องการวัด

L = ส่วนรูปเดิมของวัสดุที่ต้องการวัด

8.6 ความเครียดเฉือน (Shearing Strain)

ความเครียดเฉือน (Shearing Strain) คือการวัดการเสียรูปของวัสดุในรูปของค่ามุม วัสดุแผ่นพื้นที่สี่เหลี่ยมมีความยาวด้านเท่ากันทุกด้านคือ L เมื่อมีแรง F กระทำในลักษณะพยายามทำให้วัสดุนั้นเสียรูปไปเป็นมุม ϕ (ฟี) ส่วนระยะที่เสียรูปไปคือ δ ดังนั้นจะหาค่าความเครียดเฉือนได้ ดังนี้

$$\text{ความเครียดเฉือน (สัญลักษณ์แกมมา)} \quad \gamma = \frac{\delta}{L} \quad \dots\dots\dots[8.4]$$

สมการ [8.4] ได้จากตรีโกณมิติคือ ความสัมพันธ์ของ $\tan \phi$ แต่เนื่องจากมุม ϕ เป็นค่ามุมที่เล็กมาก ดังนั้นความเครียดเฉือนอาจกล่าวได้ว่า เป็นการหาค่ามุมที่เกิดการเปลี่ยนรูปไปของวัสดุเนื่องจากแรงกระทำหรือ

$$\text{ความเครียดเฉือน} \quad \gamma = \phi \quad \dots\dots\dots[8.5]$$

8.7 โมดูลัสของความยืดหยุ่น (Elastic Modulus)

จากการอธิบายในเนื้อหาเกี่ยวกับความเค้นและความเครียดทำให้เราทราบว่า ในความเป็นจริงในทุกวัสดุเมื่อมีแรงภายนอกมากกระทำวัสดุสามารถเปลี่ยนรูปร่างหรือขนาดได้ และภายในเนื้อวัสดุก็จะเกิดแรงต้านทานการเปลี่ยนรูปร่างหรือขนาดขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่า ความเครียดนั้นเป็นผลมาจากความเค้นจากการทดลองพบว่า กรณีที่วัสดุเกิดความเค้นที่มีค่าไม่มาก ความเค้นจะแปรผันตรงกับความเครียด โดยจะมีค่าคงที่ของการแปรผัน หรือเรียกว่า “ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น (Elastic Modulus)” โดยสามารถจำแนกออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 โมดูลัสของยัง (Young's Modulus) คือการวัดความต้านทานการเปลี่ยนความยาวของวัสดุ

กรณีที่ 2 โมดูลัสเฉือน (Shear Modulus) คือการวัดความต้านทานการเปลี่ยนรูปของระนาบในแนวระดับของวัสดุ

กรณีที่ 3 โมดูลัสเชิงปริมาตร (Bulk Modulus) คือการวัดความต้านทานการเปลี่ยนรูปในเชิงปริมาตรของวัสดุ

ในหนังสือนี้จะอธิบายเฉพาะกรณีที่ 1 เท่านั้น ส่วนกรณีอื่นจะเป็นการศึกษาในระดับสูงต่อไป พิจารณาในรูปที่ 8.12 แสดงผลการทดสอบแรงดึงของเหล็กเสริมคอนกรีต (Tensile Test) ซึ่งถือเป็นวัสดุที่มีความเหนียว แกน x คือค่าของความเครียดหรืออาจพิจารณาเป็นค่าการยืดตัวของเหล็ก แกน y เป็นค่าความเค้นหรืออาจพิจารณาเป็นค่าของแรง ในช่วงแรกหรือช่วงสัดส่วนการยืดหยุ่น (Proportional Limit) วัสดุจะรับแรงได้สูง แต่มีระยะการยืดตัวค่อนข้างน้อย และเส้นกราฟที่ได้จะเป็นแบบเชิงเส้น (Linear) และมีคุณสมบัติเป็นไปตามกฎของฮุก (Hooke's Law) ซึ่งค่าโมดูลัสของยังจะใช้ได้ในช่วงนี้ โมดูลัสของยังหรือเรียกโดยรวมว่า โมดูลัสของความยืดหยุ่นหาได้จาก

$$\text{โมดูลัสของความยืดหยุ่น} \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad \dots\dots\dots[8.6]$$

ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นมีหน่วยเดียวกับความเค้นคือ Pa

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายถึงขอบข่ายสาระการเรียนรู้ในรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล และแนวปฏิบัติในการเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ชั้นสอน

5. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องความเค้นและความเครียด
6. นักเรียนทำแบบทดสอบบทที่ 8 เรื่องความเค้นและความเครียด ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบบทที่ 8 ความเค้นและความเครียด

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 8 ความเค้นและความเครียด ในหนังสือแบบเรียน กลศาสตร์โครงสร้าง 1
9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 8 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 (20106 – 1006) ของ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 8
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 8
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาประเมินร่วมกัน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่านต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 8 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

8.1 กิจกรรมเสนอแนะ

8.1.1 ให้นักศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมาทางอินเทอร์เน็ต

8.1.2 ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัวทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอกว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

8.2.1 ทำแบบฝึกหัด

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

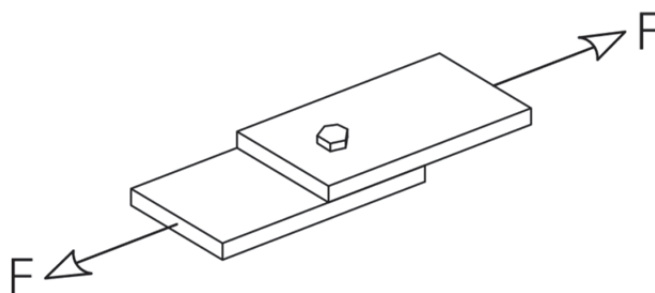
ครูผู้สอน

แบบทดสอบบทที่ 8

ความเค้นและความเครียด

คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ ข้อละ 4 คะแนน

1. ท่อกลมกลวงมีความยาวก่อนรับแรง 3.00 m มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับ 30 cm เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 27 cm รับแรงอัดกระทำผ่านจุดเซนทรอยด์ของหน้าตัด ทำให้เกิดการหดตัวไป 0.5 mm จงคำนวณหาค่าความเครียดที่เกิดขึ้น
2. จงคำนวณหาความเค้นตึงจากของเสามีพื้นที่หน้าตัด 2500 mm^2 รับแรงอัดกระทำ $F = 225 \text{ kN}$
3. เคเบิล (Steel Cable) มีคุณสมบัติด้านความเค้นของวัสดุที่ 1050 MPa ถ้าต้องรับแรงดึงกระทำ $F = 5000 \text{ kN}$ จงคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเคเบิลดังกล่าว



รูปที่ 8.18

4. จากรูปที่ 8.18 สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm แรง $F = 45 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในสลักเกลียว
5. จากรูปที่ 8.18 แผ่นเหล็กทั้งสองมีหน้าตัดเท่ากันที่ความกว้าง 75 mm หนา 12 mm ใช้สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm และแรง $F = 90 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นตึงจากในแผ่นเหล็ก
6. เสาคอนกรีตมีความสูงก่อนรับแรง 5.00 m หลังจากรับแรงเสาหดตัว 3 mm จงหาความเครียดตึงจากที่เกิดขึ้น
7. เคเบิลความยาว 100 m รับแรงดึง แล้วเกิดความเครียดที่ 0.004 จงคำนวณหาความยืดตัวของเคเบิลดังกล่าว

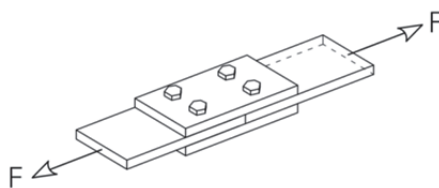
8. คอนกรีตรูปทรงกระบอก (Cylinder) มีพื้นที่หน้าตัด 18200 mm^2 นำไปทดสอบกำลังอัดประลัยตามแนวแกน มีการติดตั้งเกจวัดการหดตัวโดยมีความยาวเดิมที่ 200 mm หลังจากให้น้ำหนักกดลงไปที่ 182 kN เกิดการหดตัวลงไปวัดความยาวได้ 199.9 mm จงคำนวณหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น ถ้าพิจารณาให้วัสดุเป็นแบบเชิงเส้น ความเค้นจะแปรผันตรงกับความเครียด
9. เหล็กยึด (Steel Rod) เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm รับแรงดึงตามแนวแกน 271 kN เกิดค่าความเครียดตั้งฉากขึ้นที่ 0.00069 จงคำนวณหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของเหล็กดังกล่าว
10. คอนกรีตมีพื้นที่หน้าตัด $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ ความยาว 2.00 m เมื่อรับแรงตามแนวแกน 1300 kN คอนกรีตหดตัวลง 1 mm จงคำนวณหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น ถ้าพิจารณาให้วัสดุเป็นแบบเชิงเส้น ความเค้นจะแปรผันตรงกับความเครียด

แบบประเมินผลหลังการเรียนรู้บทที่ 8

ความเค้นและความเครียด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น ข้อละ 2 คะแนน

1. เสาไม้หน้าตัด $6" \times 6"$ รับแรงตามแนวแกน 23.2 kN ข้อใดคือค่าความเค้นตั้งฉาก
 - ก. $\sigma = 0.5 \cdot \text{MPa}$
 - ข. $\sigma = 1.0 \cdot \text{MPa}$
 - ค. $\sigma = 1.5 \cdot \text{MPa}$
 - ง. $\sigma = 2.0 \cdot \text{MPa}$
2. เเคเบิลยาว 200 m รับแรงตามแนวแกนทำให้เคเบิลยืดออก 2 mm ข้อใดคือความเครียดที่เกิดขึ้นในเคเบิล
 - ก. $\varepsilon = 0.01$
 - ข. $\varepsilon = 0.001$
 - ค. $\varepsilon = 0.0001$
 - ง. $\varepsilon = 0.00001$

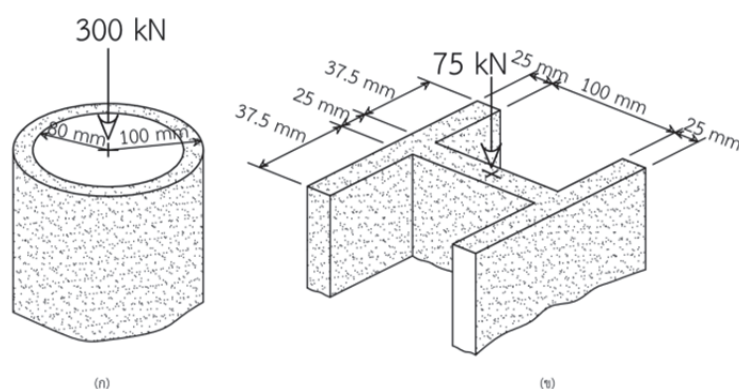


รูปที่ 8.19

3. จากรูปที่ 8.19 สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm แรง $F = 40.2 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในสลักเกลียว 1 ตัว
 - ก. $\tau = 10 \cdot \text{MPa}$
 - ข. $\tau = 12.5 \cdot \text{MPa}$
 - ค. $\tau = 32 \cdot \text{MPa}$
 - ง. $\tau = 48 \cdot \text{MPa}$
4. จากรูปที่ 8.19 แผ่นเหล็กทั้งสามมีหน้าตัดเท่ากันที่ความกว้าง 100 mm หนา 9 mm ใช้สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm และแรง $F = 40.2 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นตั้งฉากในแผ่นเหล็กคิดที่พื้นที่หน้าตัดเต็ม
 - ก. $\sigma = 44.7 \cdot \text{MPa}$
 - ข. $\sigma = 31.8 \cdot \text{MPa}$
 - ค. $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$
 - ง. $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$

5. จากรูปที่ 8.19 แผ่นเหล็กทั้งสามมีหน้าตัดเท่ากันที่ความกว้าง 100 mm หนา 9 mm ใช้สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm และแรง $F = 40.2 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นตึงฉากในแผ่นเหล็กคัตที่พื้นที่หน้าตัดสุทธิ

- ก. $\sigma = 44.7 \cdot \text{MPa}$
 ข. $\sigma = 31.8 \cdot \text{MPa}$
 ค. $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$
 ง. $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$



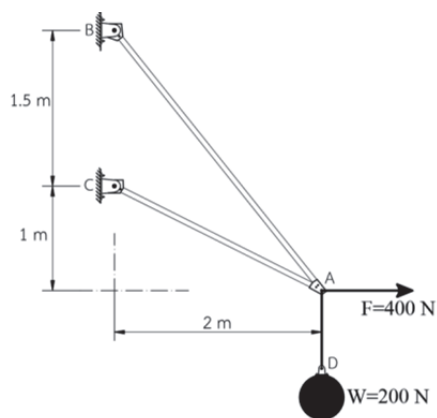
รูปที่ 8.20

6. จากรูปที่ 8.20 (ก) จงหาความเค้นตึงฉากกับพื้นที่หน้าตัด

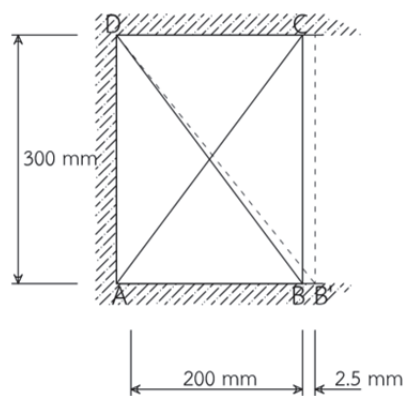
- ก. $\sigma = 10 \cdot \text{MPa}$
 ข. $\sigma = 26.5 \cdot \text{MPa}$
 ค. $\sigma = 40 \cdot \text{MPa}$
 ง. $\sigma = 106.1 \text{ MPa}$

7. จากรูปที่ 8.20 (ข) จงหาความเค้นตึงฉากกับพื้นที่หน้าตัด

- ก. $\sigma = 10 \cdot \text{MPa}$
 ข. $\sigma = 26.5 \cdot \text{MPa}$
 ค. $\sigma = 40 \cdot \text{MPa}$
 ง. $\sigma = 56.5 \cdot \text{MPa}$



รูปที่ 8.21



รูปที่ 8.22

8. จากรูปที่ 8.21 ข้อใดคือความเค้นของท่อน AB และท่อน AC ถ้ากำหนดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm
- $\sigma_{AB} = 0 \cdot \text{MPa}, \sigma_{AC} = 9.4 \cdot \text{MPa}$
 - $\sigma_{AB} = 0 \cdot \text{MPa}, \sigma_{AC} = 5.7 \cdot \text{MPa}$
 - $\sigma_{AB} = 7.5 \cdot \text{MPa}, \sigma_{AC} = 5.7 \cdot \text{MPa}$
 - $\sigma_{AB} = 7.5 \cdot \text{MPa}, \sigma_{AC} = 9.4 \cdot \text{MPa}$
9. จากรูป 8.22 ข้อใดคือค่าความเครียดของแนวเส้น BD และความเครียดเฉือนที่มุม D
- $\varepsilon = 0.001743, \phi = 0.005560 \cdot \text{rad}$
 - $\varepsilon = 0.002125, \phi = 0.007453 \cdot \text{rad}$
 - $\varepsilon = 0.003863, \phi = 0.008333 \cdot \text{rad}$
 - $\varepsilon = 0.004953, \phi = 0.009810 \cdot \text{rad}$
10. เสामีค่าโมเมนต์ความยาวก่อนรับแรง 3.2 m เมื่อรับแรง $F = 615 \text{ kN}$ เสามัดตัวไป 8.5 mm กลสมบัติของไม้ด้านค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น $E = 101700 \text{ ksc}$ จงคำนวณหาหน้าตัดเสามัดที่สามารถรับแรงดังกล่าวได้
- $4'' \times 4''$
 - $5'' \times 5''$
 - $6'' \times 6''$
 - $8'' \times 8''$

การประเมินผลบทที่ 8 ความเค้นและความเครียด

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
2. คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียนจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. คะแนนแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 40 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

<b style="color: blue;">แบบประเมินผล บทที่ 8 ความเค้นและความเครียด			
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 1 รหัสวิชา 20106 – 1006		วิทยาลัย	
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....		ครู	
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนบทเรียน		20	
คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้หลังบทเรียน		20	
คะแนนแบบทดสอบ		40	
รวมคะแนนด้านทักษะ		80	
1	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ	10	
2	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต	10	
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย		20	
รวมคะแนนทั้งหมด		100	

เฉลย

ข้อวิทา กลศาสตร์โครงสร้าง 1

รหัสวิชา 20106-1006

ท-ป-น 2-0-2

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

โดย

อ. เอกชัย รัตนโน

วิทยาลัย.....

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ

จัดทำโดย

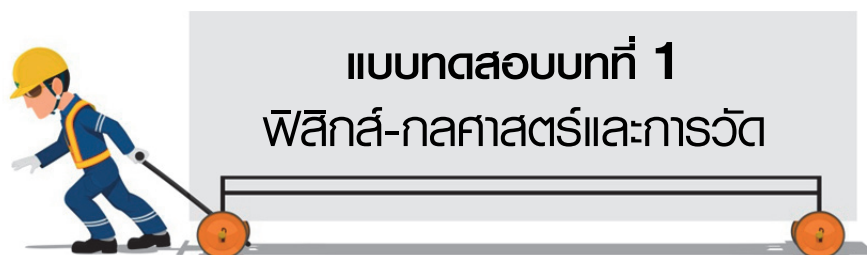


บริษัท ซีเอดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

เฉลยแบบประเมินผลก่อนการเรียนรู้ unit 1 ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดกล่าวถึงวิชาฟิสิกส์ได้ถูกต้องที่สุด
 - ค.** มุ่งเน้นหาความจริงที่เกิดขึ้นในจักรวาลโดยการทดสอบ ทดลอง
 - ข. มีรากฐานจากความคิดในห้องทดลองที่มีเครื่องทดสอบหลากหลาย
 - ค. เป็นการคาดเดาปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกใบนี้อย่างมีเหตุผล
 - ง. เป็นศาสตร์ที่เก่าแก่มากกว่าวิชาอื่นๆ
2. ข้อใดกล่าวถึง “Mechanics” ได้ถูกต้องที่สุด
 - ค.** เป็นฟิสิกส์ที่มีองค์ความรู้เกี่ยวข้องกับวิชาชีพวิศวกรรม
 - ข. วิชาเกี่ยวกับงานอุตสาหกรรม การผลิต และระบบองค์การ
 - ค. เป็นศาสตร์ที่มีรากฐานมาจากวิชาคณิตศาสตร์
 - ง. การเรียนรู้เรื่องแรง การแตกแรง
3. ระบบหน่วยวัด (System of Units) เกิดขึ้นกับมนุษย์โลกได้อย่างไร
 - ก. การมีมนุษย์โลกจำนวนมากขึ้น
 - ข. ความแตกต่างของลัทธิและความเชื่อ
 - ค. มีการซื้อขายทองคำระหว่างประเทศ
 - ค.** เกิดจากความต้องการสิ่งก่อสร้างและการค้า
4. ในการวัดระยะสมัยโบราณจะใช้สิ่งใดเป็นตัวเทียบเคียง
 - ค.** ร่างกายของมนุษย์ นิ้ว คืบ ศอก วา
 - ข. อุณหภูมิวัดเป็นองศาเซลเซียส
 - ค. ใช้สสารเป็นตัวกำหนดน้ำหนัก
 - ง. ความสูงรวมของพระราชวัง
5. ในสมัยโบราณ พระเจ้าเอ็ดเวิร์ดที่ 2 แห่งอังกฤษได้กำหนดความยาว 1 นิ้วโดยวิธีใด
 - ก. ใช้นิ้วชี้มือขวาของพระองค์วัดความยาว
 - ข. ใช้ข้าวเหนียวแห้งเมล็ดกลมจำนวน 3 เมล็ดมาวางต่อกัน แล้ววัดความยาว
 - ค.** ใช้ข้าวบาเลย์ 3 เมล็ดมาวางเรียงต่อกัน แล้ววัดความยาว
 - ง. ใช้นิ้วหัวแม่มือของพระองค์วัดความยาว



คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. น้ำหนัก $3500 \cdot \text{lb}$ จงคำนวณให้เป็นปริมาณหน่วย kips

(ตอบ 3.5 kips)

2. พื้นที่ $12 \cdot \text{ft}^2$ เท่ากับกี่ตารางนิ้ว

(ตอบ $1.728 \times 10^3 \text{ in}^2$)

3. พื้นที่ $5000 \cdot \text{km}^2$ เท่ากับกี่ตารางเมตร

(ตอบ 5 000 000 000 m^2)

4. พื้นที่ 150 ตารางวา เท่ากับกี่งาน

(ตอบ 1.5 งาน)

5. พื้นที่ 18 งาน คิดเป็นกี่ไร่

(ตอบ 4.5 ไร่)

6. คลองชลประทานแห่งหนึ่งมีความยาว $50 \cdot \text{km}$ ต้องการตัดถนนใหม่เรียบริมคลองดังกล่าวตลอดความยาวคลองด้านหนึ่งโดยมีช่องจราจร 2 ช่อง หน้ากว้างของพื้นที่ถนน $8 \cdot \text{m}$ อยากทราบพื้นที่ของถนนในหน่วยตารางเมตรและหน่วยตารางกิโลเมตร

(ตอบ 400 000 ตารางเมตร และ 0.4 ตารางกิโลเมตร)

7. หน้าตัดคานกว้าง $0.25 \cdot \text{m}$ ลึก $0.55 \cdot \text{m}$ ยาว $5 \cdot \text{m}$ จงแสดงให้เป็นหน่วย ft

(ตอบ 0.820 ft, 1.805 ft, 16.405 ft)

8. พื้นที่กว้าง $3 \cdot \text{m}$ ยาว $6 \cdot \text{m}$ ต้องการเทคอนกรีตหนา $12 \cdot \text{m}$ คิดเป็นพื้นที่เทคอนกรีตเป็นปริมาณกี่ลูกบาศก์เมตร

(ตอบ 2.16 ลบ.ม.)

9. วัดพื้นที่สามเหลี่ยมมุมฉากได้ความยาว 425 m ความสูง 80 m อยากทราบพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนคิดเป็นกี่ไร่ กี่งาน กี่ตารางวา

(ตอบ 10 ไร่ 2 งาน 50 ตารางวา)

10. จังหวัดนครราชสีมามีพื้นที่รวมทั้งหมด $20494 \cdot \text{km}^2$ อยากทราบว่าคิดเป็นพื้นที่จำนวนกี่ไร่ กี่งาน กี่ตารางวา

(ตอบ 12 808 750 ไร่)

เฉลยแบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ บทที่ 1 ฟิสิกส์-กลศาสตร์และการวัด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดกล่าวถึงวิชาฟิสิกส์ได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. เป็นศาสตร์ที่เก่าแก่มากกว่าวิชาอื่นๆ
 - ข. มีรากฐานจากความคิดในห้องทดลองที่มีเครื่องทดสอบหลากหลาย
 - ด. มุ่งเน้นหาความจริงที่เกิดขึ้นในจักรวาลโดยการทดสอบ ทดลอง**
 - ง. เป็นการคาดเดาปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกใบนี้อย่างมีเหตุผล
2. ข้อใดกล่าวถึง “Mechanics” ได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. การเรียนรู้เรื่องแรง การแตกแรง
 - ข. เป็นศาสตร์ที่มีรากฐานมาจากวิชาคณิตศาสตร์
 - ค. วิชาเกี่ยวกับงานอุตสาหกรรม การผลิต และระบบองค์การ
 - ข. เป็นฟิสิกส์ที่มีองค์ความรู้เกี่ยวข้องกับวิชาชีพวิศวกรรม**
3. ระบบหน่วยวัด (System of Units) เกิดขึ้นกับมนุษย์โลกได้อย่างไร
 - ก. ความแตกต่างของลัทธิและความเชื่อ
 - ข. การมีมนุษย์โลกจำนวนมากขึ้น
 - ด. เกิดจากความต้องการสิ่งก่อสร้างและการค้า**
 - ง. มีการซื้อขายทองคำระหว่างประเทศ
4. ในการวัดระยะสมัยโบราณจะใช้สิ่งใดเป็นตัวเทียบเคียง
 - ก. ความสูงรวมของพระราชวัง
 - ข. ใช้สสารเป็นตัวกำหนดน้ำหนัก
 - ค. อุณหภูมิวัดเป็นองศาเซลเซียส
 - ข. ร่างกายของมนุษย์ นิ้ว คืบ ศอก วา**
5. ในสมัยโบราณ พระเจ้าเอ็ดเวิร์ดที่ 2 แห่งอังกฤษได้กำหนดความยาว 1 นิ้วโดยวิธีใด
 - ค. ใช้ข้าวบาเลย์ 3 เมล็ดมาวางเรียงต่อกัน แล้ววัดความยาว**
 - ข. ใช้นิ้วหัวแม่มือของพระองค์วัดความยาว
 - ค. ใช้นิ้วชี้มือขวาของพระองค์วัดความยาว
 - ง. ใช้ข้าวเหนียวแห้งเมล็ดกลมจำนวน 3 เมล็ดมาวางต่อกัน แล้ววัดความยาว

เฉลยแบบประเมินผลก่อนการเรียนรู้ unit 2 กฎของนิวตัน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดไม่ใช่การให้แรงแก่วัตถุ

ก. ชานนัทล้มศีรษะฟาดพื้น	ข. สมชายผลักงานข้าวออกจากตัว
ค. สมศรีหิ้วกระเป๋า	X รัชนาทเกิดการปวดศีรษะ
2. ข้อใดกล่าวถึง “แรง” ตามนิยามของ เซอร์ไอแซก นิวตัน ได้ถูกต้องที่สุด

X ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง
ข. ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการลอยตัว
ค. ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการเคลื่อนที่
ง. ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการหยุดเป็นช่วงๆ
3. ข้อใดกล่าวถึงกฎข้อที่ 1 ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ถูกต้องที่สุด

ก. ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุและแปรผกผันกับมวลของวัตถุ
ข. เป็นสมบัติของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุนั้น
ค. แรงที่วัตถุที่หนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สองเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง
X วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่ง ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่
4. ข้อใดกล่าวถึงกฎข้อที่ 2 ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ถูกต้องที่สุด

ก. แรงที่วัตถุที่หนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สองเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง
X ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ
ค. เป็นสมบัติของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุนั้น
ง. วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่ง ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่
5. ข้อใดกล่าวถึงกฎข้อที่ 3 ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ถูกต้องที่สุด

X แรงที่วัตถุที่หนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สองเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง
ข. ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ
ค. เป็นสมบัติของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุนั้น
ง. วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่ง ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่

6. ข้อใดคือค่าคงที่ของความโน้มถ่วงที่ได้มาจากการทดลอง ซึ่งถือเป็นค่าที่ใช้ได้ทั้งจักรวาล

ก. $G = 66.73(10^{-2}) \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

ข. $G = 66.73(10^{-12}) \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

ค. $G = 66.73(10^{-2}) \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

~~ง.~~ $G = 66.73(10^{-12}) \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

7. ดาวเทียมมีมวลบนพื้นผิวโลก $m = 111 \cdot \text{kg}$ ถ้านำดาวเทียมไปติดตั้งบนดวงจันทร์จะมีน้ำหนักเท่าใด และถ้านำกลับมายังพื้นผิวโลกจะมีน้ำหนักเท่าใด

ก. บนดวงจันทร์ $347.71 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

ข. บนดวงจันทร์ $424.63 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

~~ค.~~ บนดวงจันทร์ $179.82 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

ง. บนดวงจันทร์ $205.71 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

8. ข้อใดคือค่าแรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างวัตถุสองวัตถุ ถ้ากำหนดให้ $m_1 = 6.391 \cdot 10^{15} \cdot \text{kg}$ ดวงจันทร์มีมวล $m_2 = 9.135 \cdot 10^{32} \cdot \text{kg}$ และมีระยะใกล้โลกที่สุด $r = 7.731 \cdot 10^6 \cdot \text{km}$

ก. $F = 5.122 \cdot 10^{35} \cdot \text{N}$

ข. $F = 3.427 \cdot 10^{22} \cdot \text{N}$

ค. $F = 7.633 \cdot 10^{11} \cdot \text{N}$

~~ง.~~ $F = 6.518 \cdot 10^{18} \cdot \text{N}$

9. ถ้ากำหนดให้มวลของวัตถุ $m_1 = 5.831 \cdot 10^{10} \cdot \text{kg}$ และ $m_2 = 3.211 \cdot 10^{10} \cdot \text{kg}$ ค่าแรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างวัตถุสองวัตถุ $F = 8.451 \cdot 10^3 \cdot \text{N}$ ข้อใดคือระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง

~~ก.~~ $r = 2.147 \cdot 10^4 \cdot \text{km}$

ข. $r = 2.147 \cdot 10^{15} \cdot \text{km}$

ค. $r = 2.147 \cdot 10^{12} \cdot \text{km}$

ง. $r = 2.147 \cdot 10^{13} \cdot \text{km}$

10. แรง $F_1 = 400 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวตั้งพุ่งขึ้น แรง $F_2 = 800 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวตั้งเช่นกัน แต่มีทิศทางพุ่งลง อยากทราบผลรวมของแรงทั้งสองและทิศทาง

ก. $F_R = 1200 \cdot \text{N}$ พุ่งลง

ข. $F_R = 1200 \cdot \text{N}$ พุ่งขึ้น

~~ค.~~ $F_R = 400 \cdot \text{N}$ พุ่งลง

ง. $F_R = 400 \cdot \text{N}$ พุ่งขึ้น



คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. น้ำหนักวัตถุ $1505 \cdot \text{N}$ จงคำนวณหาค่าของมวล เมื่อวัตถุอยู่บนพื้นผิวโลก
(ตอบ 153.462 kg)
2. ออกแรงผลักวัตถุที่มีมวล $m = 88 \cdot \text{kg}$ ไปตามพื้นราบโดยไม่มีแรงเสียดทาน อยากทราบว่าต้องออกแรงผลักกี่นิวตันขึ้นไป วัตถุจึงจะเกิดการเคลื่อนที่
(ตอบ 863.016 N ขึ้นไป)
3. ใช้ลวดสลิงดึงวัตถุขึ้นหนึ่งที่มีมวล $m = 300 \cdot \text{kg}$ ให้เคลื่อนที่ตามพื้นราบ ถ้าไม่คิดแรงเสียดทาน จะต้องออกแรงดึงเท่าไรวัตถุจึงจะเริ่มเกิดการเคลื่อนที่
(ตอบ 2942.1 N ขึ้นไป)
4. อุปกรณ์ยานอวกาศมีน้ำหนักบนผิวโลก $W = 550 \cdot \text{N}$ จงคำนวณหามวลและน้ำหนักบนดาวอังคาร
(ตอบ $m = 56.082 \text{ kg}$, $W = 208.122 \text{ N}$)
5. จงคำนวณหาค่าแรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวอังคารในรูปหน่วย SI Unit ถ้ากำหนดให้ดวงอาทิตย์มีมวล $m_1 = 1.989 \cdot 10^{30} \cdot \text{kg}$ ดาวอังคารมีมวล $m_2 = 6.39 \cdot 10^{30} \cdot \text{kg}$ และมีระยะใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด $r = 206.62 \cdot 10^6 \cdot \text{km}$
(ตอบ $F = 1.987 \times 10^{21} \text{ N}$)
6. เครื่องพญูชีพของนักบินอวกาศมีน้ำหนักบนดาวอังคาร $420 \cdot \text{N}$ คิดเป็นมวลและน้ำหนักเท่าใดบนพื้นผิวโลก
(ตอบ $m = 113.177 \text{ kg}$ และ $W = 1109.927 \text{ N}$)
7. ดาวเทียมมีมวลบนพื้นผิวโลก $m = 100 \cdot \text{kg}$ ถ้านำดาวเทียมไปติดตั้งบนดาวอังคารจะมีน้ำหนักเท่าใด
(ตอบ $W = 371.1 \text{ N}$)

8. แรง $F_1 = 400 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวนอนไปทางขวามือ แรง $F_2 = 800 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวนอนเช่นกันแต่ไปทางซ้ายมือ อยากทราบผลรวมของแรงทั้งสองและทิศทาง
(ตอบ 400 N แนวนอนไปทางซ้ายมือ)
9. แรง $F_1 = 400 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวตั้งพุ่งขึ้น แรง $F_2 = 800 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวตั้งและพุ่งขึ้นเช่นกัน อยากทราบผลรวมของแรงทั้งสองและทิศทาง
(ตอบ 1200 N พุ่งขึ้นข้างบน)
10. ชูตนักบินอวกาศมีน้ำหนักบนโลก $15 \cdot \text{N}$ คิดเป็นมวลเท่าใดในหน่วยกิโลกรัมเมื่ออยู่บนดวงจันทร์ และคิดเป็นน้ำหนักเท่าใดบนดวงจันทร์
(ตอบ $m = 1.530 \text{ kg}$, $W = 2.478 \text{ N}$)

เฉลยแบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ unit 2 กฎของนิวตัน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดไม่ใช่การให้แรงแก่วัตถุ

ก. รัชนาทเกิดการปวดศีรษะ

ข. สมศรีหิ้วกระเป๋า

ค. สมชายผลักจานข้าวออกจากตัว

ง. ชานนทล้มศีรษะฟาดพื้น

2. ข้อใดกล่าวถึง “แรง” ตามนิยามของ เซอร์ไอแซก นิวตัน ได้ถูกต้องที่สุด

ก. ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการเคลื่อนที่

ข. ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการหยุดเป็นช่วง ๆ

ค. ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง

ง. ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการลอยตัว

3. ข้อใดกล่าวถึงกฎข้อที่ 1 ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ถูกต้องที่สุด

ก. วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่ง ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่

ข. แรงที่วัตถุที่หนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สองเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง

ค. เป็นสมบัติของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุนั้น

ง. ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุและแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

4. ข้อใดกล่าวถึงกฎข้อที่ 2 ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ถูกต้องที่สุด

ก. วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่ง ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่

ข. แรงที่วัตถุที่หนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สองเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง

ค. เป็นสมบัติของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุนั้น

ง. ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

5. ข้อใดกล่าวถึงกฎข้อที่ 3 ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ถูกต้องที่สุด

ก. เป็นสมบัติของวัตถุ มีหน่วยเป็น kg มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุนั้น

ข. วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่ง ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่

ค. แรงที่วัตถุที่หนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สองเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง

ง. ความเร่งของวัตถุจะแปรผันตามแรงที่กระทำต่อวัตถุ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

6. ข้อใดคือค่าคงที่ของความโน้มถ่วงที่ได้มาจากผลการทดลอง ซึ่งถือเป็นค่าที่ใช้ได้ทั้งจักรวาล

ก. $G = 66.73(10^{-2}) \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

~~ข.~~ $G = 66.73(10^{-12}) \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

ค. $G = 66.73(10^{-2}) \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

ง. $G = 66.73(10^{-12}) \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$

7. ดาวเทียมมีมวลบนพื้นผิวโลก $m = 111 \cdot \text{kg}$ ถ้านำดาวเทียมไปติดตั้งบนดวงจันทร์จะมีน้ำหนักเท่าใด และถ้านำกลับมายังพื้นผิวโลกจะมีน้ำหนักเท่าใด

ก. บนดวงจันทร์ $424.63 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

ข. บนดวงจันทร์ $347.71 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

ค. บนดวงจันทร์ $205.71 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

~~ง.~~ บนดวงจันทร์ $179.82 \cdot \text{N}$ บนพื้นผิวโลก $1088.58 \cdot \text{N}$

8. ข้อใดคือค่าแรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างวัตถุสองวัตถุ ถ้ากำหนดให้ $m_1 = 6.391 \cdot 10^{15} \cdot \text{kg}$ ดวงจันทร์มีมวล $m_2 = 9.135 \cdot 10^{32} \cdot \text{kg}$ และมีระยะใกล้โลกที่สุด $r = 7.731 \cdot 10^6 \cdot \text{km}$

~~ก.~~ $F = 6.518 \cdot 10^{18} \cdot \text{N}$

ข. $F = 7.633 \cdot 10^{11} \cdot \text{N}$

ค. $F = 3.427 \cdot 10^{22} \cdot \text{N}$

ง. $F = 5.122 \cdot 10^{35} \cdot \text{N}$

9. ถ้ากำหนดให้มวลของวัตถุ $m_1 = 5.831 \cdot 10^{10} \cdot \text{kg}$ และ $m_2 = 3.211 \cdot 10^{10} \cdot \text{kg}$ ค่าแรงดึงดูดซึ่งกันและกันระหว่างวัตถุสองวัตถุ $F = 8.451 \cdot 10^3 \cdot \text{N}$ ข้อใดคือระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสอง

ก. $r = 2.147 \cdot 10^{12} \cdot \text{km}$

ข. $r = 2.147 \cdot 10^{13} \cdot \text{km}$

~~ค.~~ $r = 2.147 \cdot 10^4 \cdot \text{km}$

ง. $r = 2.147 \cdot 10^{15} \cdot \text{km}$

10. แรง $F_1 = 400 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวตั้งพุ่งขึ้น แรง $F_2 = 800 \cdot \text{N}$ มีทิศทางแนวตั้งเช่นกัน แต่มีทิศทางพุ่งลง อยากทราบผลรวมของแรงทั้งสองและทิศทาง

~~ก.~~ $F_R = 400 \cdot \text{N}$ พุ่งลง

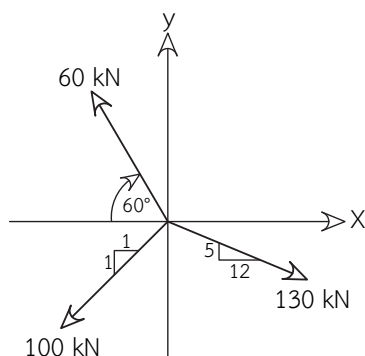
ข. $F_R = 400 \cdot \text{N}$ พุ่งขึ้น

ค. $F_R = 1200 \cdot \text{N}$ พุ่งลง

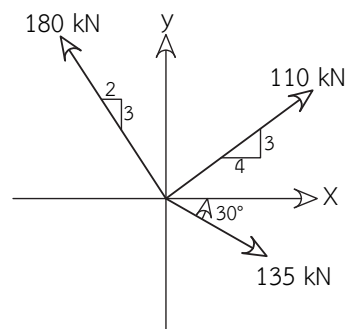
ง. $F_R = 1200 \cdot \text{N}$ พุ่งขึ้น

เฉลยแบบประเมินผลก่อนการเรียนรู้ บทที่ 3 องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษรข้อที่ถูกต้องที่สุด



รูปที่ 3.24



รูปที่ 3.25

รูปที่ 3.24 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-5 และรูปที่ 3.25 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 6-10

1. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง 60·kN

ก. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$ ข. $F_x = -47.369 \cdot \text{kN}$, $F_y = 54.892 \cdot \text{kN}$
 ค. $F_x = 120 \cdot \text{kN}$, $F_y = -50 \cdot \text{kN}$ ง. $F_x = -70.711 \cdot \text{kN}$, $F_y = -70.711 \cdot \text{kN}$

2. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง 130·kN

ก. $F_x = 120 \cdot \text{kN}$, $F_y = -50 \cdot \text{kN}$ ข. $F_x = -70.711 \cdot \text{kN}$, $F_y = -70.711 \cdot \text{kN}$
 ค. $F_x = -47.369 \cdot \text{kN}$, $F_y = 54.892 \cdot \text{kN}$ ง. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$

3. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง 100·kN

ก. $F_x = 120 \cdot \text{kN}$, $F_y = -50 \cdot \text{kN}$ ข. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$
 ค. $F_x = -47.369 \cdot \text{kN}$, $F_y = 54.892 \cdot \text{kN}$ ง. $F_x = -70.711 \cdot \text{kN}$, $F_y = -70.711 \cdot \text{kN}$

4. ข้อใดคือแรงลัพธ์และค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก

ก. $F_R = 71.404 \cdot \text{kN}$, $\theta = 74.327^\circ$ ข. $F_R = 125.783 \cdot \text{kN}$, $\theta = 82.637^\circ$
 ค. $F_R = 111.573 \cdot \text{kN}$, $\theta = 40.654^\circ$ ง. $F_R = 35.724 \cdot \text{kN}$, $\theta = 44.631^\circ$

5. ข้อใดคือจตุรภาคที่แรงลัพธ์วางตัวอยู่

ก. จตุรภาคที่ 2 ข. จตุรภาคที่ 1
 ค. จตุรภาคที่ 4 ง. จตุรภาคที่ 3

6. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง $180 \cdot \text{kN}$

ก. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$ ~~ข.~~ $F_x = -99.846 \cdot \text{kN}$, $F_y = 149.769 \cdot \text{kN}$

ค. $F_x = 116.913 \cdot \text{kN}$, $F_y = 67.5 \cdot \text{kN}$ ง. $F_x = 88 \cdot \text{kN}$, $F_y = 66 \cdot \text{kN}$

7. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง $110 \cdot \text{kN}$

ก. $F_x = 116.913 \cdot \text{kN}$, $F_y = 67.5 \cdot \text{kN}$ ~~ข.~~ $F_x = 88 \cdot \text{kN}$, $F_y = 66 \cdot \text{kN}$

ค. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$ ง. $F_x = -99.846 \cdot \text{kN}$, $F_y = 149.769 \cdot \text{kN}$

8. ข้อใดคือผลรวมองค์ประกอบของแรงในแกน x

ก. $F_{Rx} = 19.289 \cdot \text{kN}$ ข. $F_{Rx} = -68.749 \cdot \text{kN}$

~~ค.~~ $F_{Rx} = 105.067 \cdot \text{kN}$ ง. $F_{Rx} = 148.269 \cdot \text{kN}$

9. ข้อใดคือผลรวมองค์ประกอบของแรงในแกน y

ก. $F_{Ry} = -68.749 \cdot \text{kN}$ ข. $F_{Ry} = 19.289 \cdot \text{kN}$

~~ค.~~ $F_{Ry} = 148.269 \cdot \text{kN}$ ง. $F_{Ry} = 105.067 \cdot \text{kN}$

10. ข้อใดคือแรงลัพธ์และค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก

~~ก.~~ $F_R = 181.722 \cdot \text{kN}$, $\theta = 54.678^\circ$ ข. $F_R = 181.722 \cdot \text{kN}$, $\theta = 74.327^\circ$

ค. $F_R = 302.126 \cdot \text{kN}$, $\theta = 54.678^\circ$ ง. $F_R = 302.126 \cdot \text{kN}$, $\theta = 74.327^\circ$



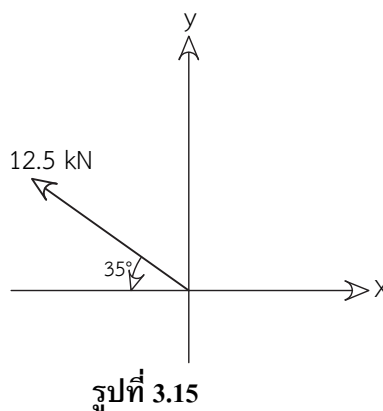
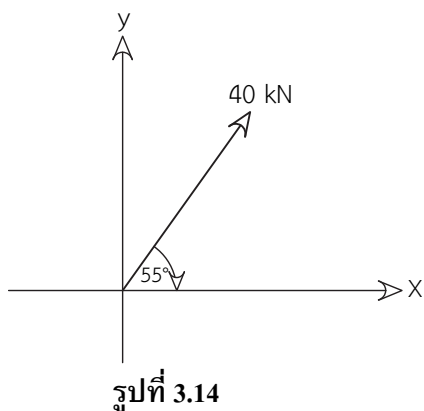
คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. จากรูปที่ 3.14 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง

ตอบ $(F_x = 22.943 \text{ kN}, F_y = 32.766 \text{ kN})$

2. จากรูปที่ 3.15 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง

ตอบ $(F_x = -10.239 \text{ kN}, F_y = 7.17 \text{ kN})$

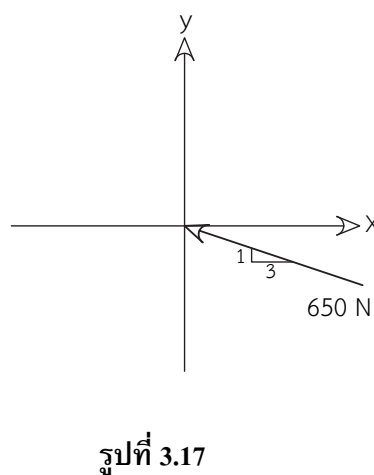
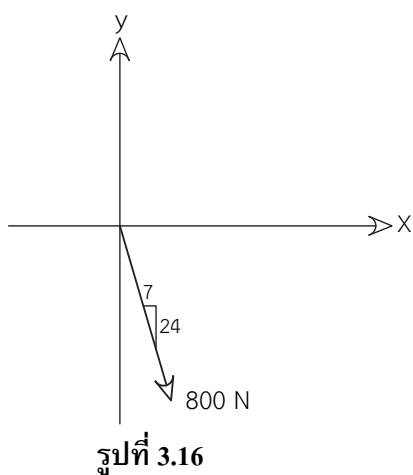


3. จากรูปที่ 3.16 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง

ตอบ $(F_x = 224 \text{ N}, F_y = -768 \text{ N})$

4. จากรูปที่ 3.17 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง

ตอบ $(F_x = -616.644 \text{ kN}, F_y = 205.548 \text{ kN})$

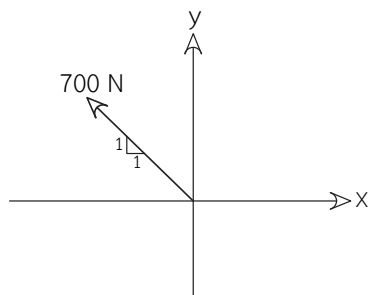


5. จากรูปที่ 3.18 จงคำนวณหาองค์ประกอบของแรง

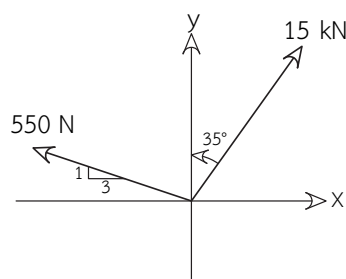
ตอบ $(F_x = -494.975 \text{ N}, F_y = 494.975 \text{ N})$

6. จากรูปที่ 3.19 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงและค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก พร้อมทั้งวาดรูปตำแหน่งของแรงลัพธ์ว่ากระทำอยู่ในจตุรภาคใด วางตัวเอียงเป็นมุมอย่างไรกับแกนหลัก

ตอบ $(F_R = 14852.508 \text{ N}, \theta = 57.032^\circ)$ (อยู่จตุรภาค 1)



รูปที่ 3.18



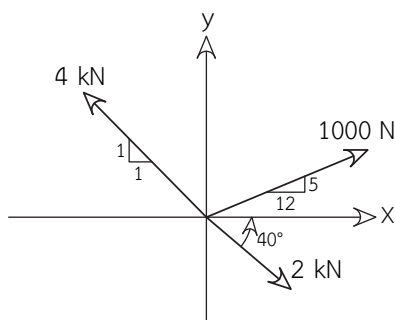
รูปที่ 3.19

7. จากรูปที่ 3.20 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงและค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก พร้อมทั้งวาดรูปตำแหน่งของแรงลัพธ์ว่ากระทำอยู่ในจตุรภาคใด วางตัวเอียงเป็นมุมอย่างไรกับแกนหลัก

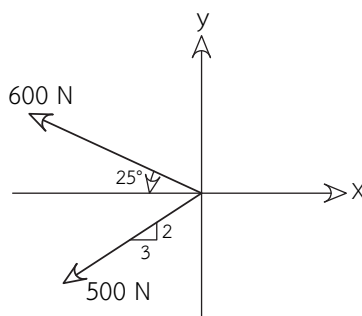
ตอบ $(F_R = 1962.375 \text{ N}, \theta = 79.045^\circ)$ (อยู่จตุรภาค 2)

8. จากรูปที่ 3.21 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงและค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก พร้อมทั้งวาดรูปตำแหน่งของแรงลัพธ์ว่ากระทำอยู่ในจตุรภาคใด วางตัวเอียงเป็นมุมอย่างไรกับแกนหลัก

ตอบ $(F_R = 960.105 \text{ N}, \theta = 1.419^\circ)$ (อยู่จตุรภาค 3)



รูปที่ 3.20



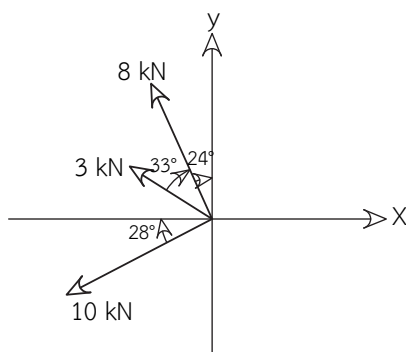
รูปที่ 3.21

9. จากรูปที่ 3.22 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงและค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก พร้อมทั้งวาดรูปตำแหน่งของแรงลัพธ์ว่ากระทำอยู่ในจตุรภาคใด วาดตัวเอียงเป็นมุมอย่างไรกับแกนหลัก

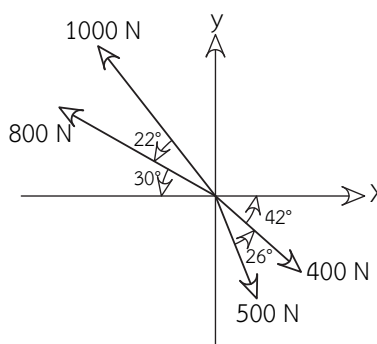
ตอบ ($F_R = 15.204 \text{ kN}$, $\theta = 16.224^\circ$) (อยู่จตุรภาค 2)

10. จากรูปที่ 3.23 จงคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงและค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก พร้อมทั้งวาดรูปตำแหน่งของแรงลัพธ์ว่ากระทำอยู่ในจตุรภาคใด วาดตัวเอียงเป็นมุมอย่างไรกับแกนหลัก

ตอบ ($F_R = 942.062 \text{ N}$, $\theta = 29^\circ$) (อยู่จตุรภาค 2)



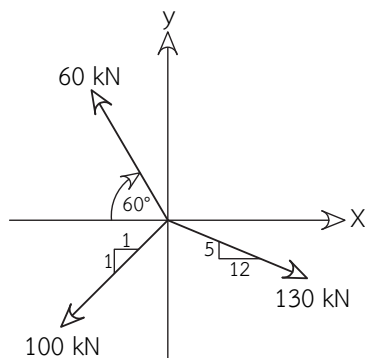
รูปที่ 3.22



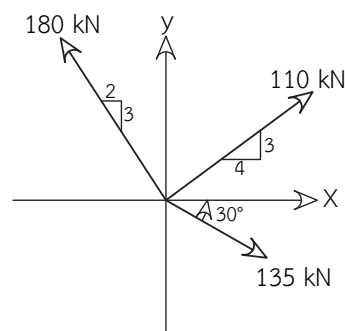
รูปที่ 3.23

เฉลยแบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ บทที่ 3 องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษรข้อที่ถูกต้องที่สุด



รูปที่ 3.24



รูปที่ 3.25

รูปที่ 3.24 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-5 และรูปที่ 3.25 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 6-10

1. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง 60·kN

- ก. $F_x = -70.711 \cdot \text{kN}$, $F_y = -70.711 \cdot \text{kN}$ ข. $F_x = 120 \cdot \text{kN}$, $F_y = -50 \cdot \text{kN}$
 ค. $F_x = -47.369 \cdot \text{kN}$, $F_y = 54.892 \cdot \text{kN}$ **X** ง. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$

2. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง 130·kN

- ก. $F_x = -70.711 \cdot \text{kN}$, $F_y = -70.711 \cdot \text{kN}$ **X** ข. $F_x = 120 \cdot \text{kN}$, $F_y = -50 \cdot \text{kN}$
 ค. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$ ง. $F_x = -47.369 \cdot \text{kN}$, $F_y = 54.892 \cdot \text{kN}$

3. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง 100·kN

- ก. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$ ข. $F_x = 120 \cdot \text{kN}$, $F_y = -50 \cdot \text{kN}$
X ค. $F_x = -70.711 \cdot \text{kN}$, $F_y = -70.711 \cdot \text{kN}$ ง. $F_x = -47.369 \cdot \text{kN}$, $F_y = 54.892 \cdot \text{kN}$

4. ข้อใดคือแรงลัพธ์และค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก

- ก. $F_R = 111.573 \cdot \text{kN}$, $\theta = 40.654^\circ$ ข. $F_R = 35.724 \cdot \text{kN}$, $\theta = 44.631^\circ$
X ค. $F_R = 71.404 \cdot \text{kN}$, $\theta = 74.327^\circ$ ง. $F_R = 125.783 \cdot \text{kN}$, $\theta = 82.637^\circ$

5. ข้อใดคือจตุรภาคที่แรงลัพธ์วางตัวอยู่

- X** ก. จตุรภาคที่ 4 ข. จตุรภาคที่ 3
 ค. จตุรภาคที่ 2 ง. จตุรภาคที่ 1

6. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง $180 \cdot \text{kN}$

ก. $F_x = 88 \cdot \text{kN}$, $F_y = 66 \cdot \text{kN}$

ข. $F_x = 116.913 \cdot \text{kN}$, $F_y = 67.5 \cdot \text{kN}$

~~ค.~~ $F_x = -99.846 \cdot \text{kN}$, $F_y = 149.769 \cdot \text{kN}$ ง. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$

7. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรง $110 \cdot \text{kN}$

~~ก.~~ $F_x = 88 \cdot \text{kN}$, $F_y = 66 \cdot \text{kN}$

ข. $F_x = 116.913 \cdot \text{kN}$, $F_y = 67.5 \cdot \text{kN}$

ค. $F_x = -99.846 \cdot \text{kN}$, $F_y = 149.769 \cdot \text{kN}$ ง. $F_x = -30 \cdot \text{kN}$, $F_y = 51.962 \cdot \text{kN}$

8. ข้อใดคือผลรวมองค์ประกอบของแรงในแกน x

ก. $F_{Rx} = 19.289 \cdot \text{kN}$

ข. $F_{Rx} = -68.749 \cdot \text{kN}$

~~ค.~~ $F_{Rx} = 105.067 \cdot \text{kN}$

ง. $F_{Rx} = 148.269 \cdot \text{kN}$

9. ข้อใดคือผลรวมองค์ประกอบของแรงในแกน y

ก. $F_{Ry} = 19.289 \cdot \text{kN}$

ข. $F_{Ry} = -68.749 \cdot \text{kN}$

ค. $F_{Ry} = 105.067 \cdot \text{kN}$

~~ง.~~ $F_{Ry} = 148.269 \cdot \text{kN}$

10. ข้อใดคือแรงลัพธ์และค่ามุมที่แรงลัพธ์กระทำกับแกนหลัก

ก. $F_R = 302.126 \cdot \text{kN}$, $\theta = 54.678^\circ$

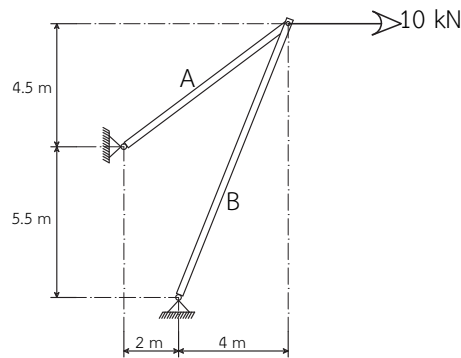
ข. $F_R = 302.126 \cdot \text{kN}$, $\theta = 74.327^\circ$

~~ค.~~ $F_R = 181.722 \cdot \text{kN}$, $\theta = 54.678^\circ$

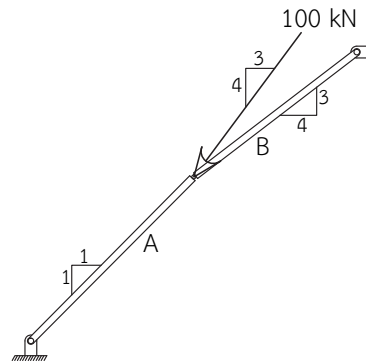
ง. $F_R = 181.722 \cdot \text{kN}$, $\theta = 74.327^\circ$

เฉลยแบบประเมินผลก่อนการเรียนรู้ unit 4 องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุด



รูปที่ 4.18



รูปที่ 4.19

จากรูปที่ 4.18 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-5 และรูปที่ 4.19 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 6-10

1. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน x

ก. $-\left(F_A \cdot \frac{2}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{1}{\sqrt{7.25}}\right) + 10 \cdot \text{kN} = 0$

ข. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}}\right) = 0$

ค. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ง. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

2. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน y

ก. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ข. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}}\right) = 0$

ค. $-\left(F_A \cdot \frac{2}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{1}{\sqrt{7.25}}\right) + 10 \cdot \text{kN} = 0$

ง. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

3. ข้อใดเป็นการทำให้องค์ประกอบของแรงแนว y เป็นผลสำเร็จ

ก. $F_A = 70.622 + 1.898 \cdot F_B$

ข. $F_A = 84.866 + 1.132 \cdot F_B$

ค. $F_A = 1.547 \cdot F_B$

~~ง.~~ $F_B = 0.647 \cdot F_A$

4. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_A

~~ก.~~ $F_A = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ข. $F_A = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ค. $F_A = 100 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ง. $F_A = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

5. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_B

~~ก.~~ $F_B = 11.6 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ข. $F_B = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ค. $F_B = 198.1 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ง. $F_B = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

6. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน x

ก. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}}\right) = 0$

ข. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

~~ค.~~ $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ง. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

7. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน y

ก. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

~~ข.~~ $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ค. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ง. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}}\right) = 0$

8. ข้อใดเป็นการทำให้องค์ประกอบของแรงแนว x เป็นผลสำเร็จ

ก. $F_A = 70.622 + 1.898 \cdot F_B$

~~ข.~~ $F_A = 84.866 + 1.132 \cdot F_B$

ค. $F_A = 1.898 \cdot F_B$

ง. $F_B = 0.647 \cdot F_A$

9. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_B

ก. $F_B = 11.6 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ข. $F_B = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ค. $F_B = 198.1 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

~~ง.~~ $F_B = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

10. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_A

ก. $F_A = 11.6 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ข. $F_A = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

~~ค.~~ $F_A = 198.1 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ง. $F_A = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด



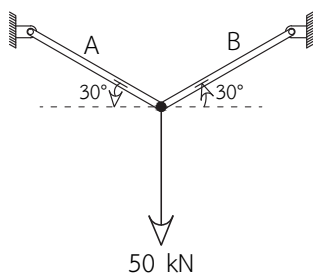
คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. จากรูปที่ 4.8 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

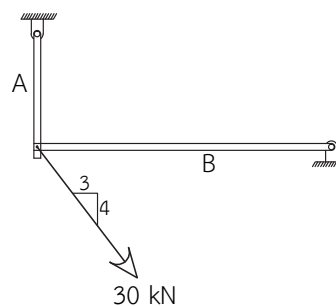
ตอบ $(F_A = 50 \text{ kN}$ แรงดึง) $(F_B = 50 \text{ kN}$ แรงดึง)

2. จากรูปที่ 4.9 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

ตอบ $(F_A = 24 \text{ kN}$ แรงดึง) $(F_B = 18 \text{ kN}$ แรงอัด)



รูปที่ 4.8



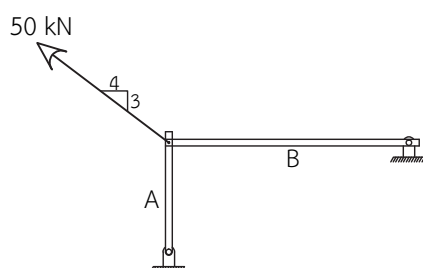
รูปที่ 4.9

3. จากรูปที่ 4.10 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

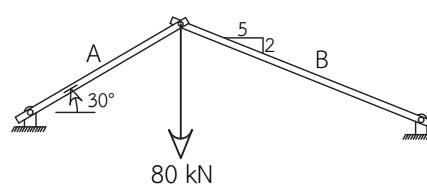
ตอบ $(F_A = 30 \text{ kN}$ แรงดึง) $(F_B = 40 \text{ kN}$ แรงอัด)

4. จากรูปที่ 4.11 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

ตอบ $(F_A = 94.6 \text{ kN}$ แรงอัด) $(F_B = 88.2 \text{ kN}$ แรงอัด)



รูปที่ 4.10



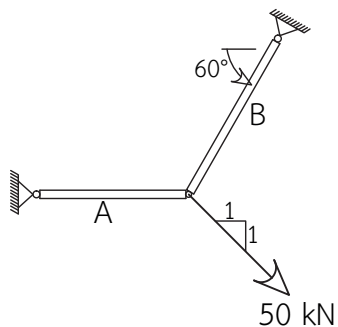
รูปที่ 4.11

5. จากรูปที่ 4.12 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

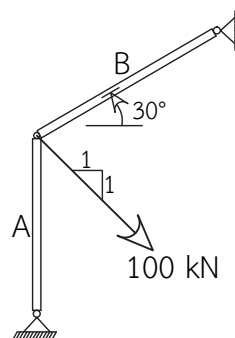
ตอบ $(F_A = 55.9 \text{ kN}$ แรงดึง) $(F_B = 40.9 \text{ kN}$ แรงดึง)

6. จากรูปที่ 4.13 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

ตอบ $(F_A = 112 \text{ kN}$ แรงอัด) $(F_B = 81.6 \text{ kN}$ แรงอัด)



รูปที่ 4.12



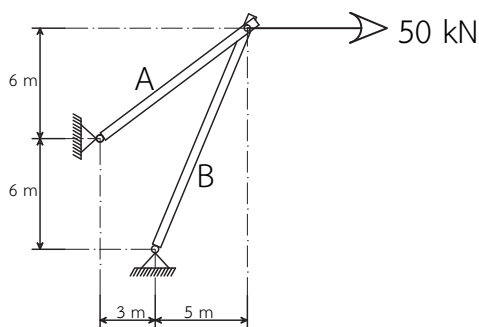
รูปที่ 4.13

7. จากรูปที่ 4.14 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

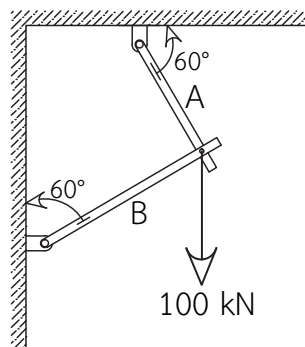
ตอบ $(F_A = 90.9 \text{ kN}$ แรงดึง) $(F_B = 59 \text{ kN}$ แรงอัด)

8. จากรูปที่ 4.15 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

ตอบ $(F_A = 87 \text{ kN}$ แรงดึง) $(F_B = 50 \text{ kN}$ แรงอัด)



รูปที่ 4.14



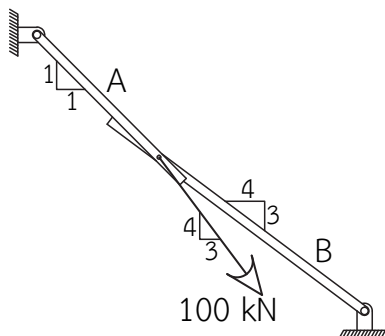
รูปที่ 4.15

9. จากรูปที่ 4.16 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

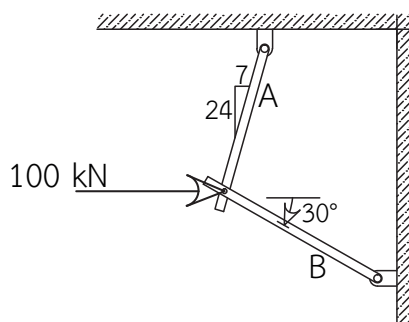
ตอบ $(F_A = 198 \text{ kN}$ แรงดึง) $(F_B = 100 \text{ kN}$ แรงดึง)

10. จากรูปที่ 4.17 จงคำนวณหาแรงในชิ้นส่วน A และ B

ตอบ $(F_A = 52 \text{ kN}$ แรงอัด) $(F_B = 99 \text{ kN}$ แรงอัด)



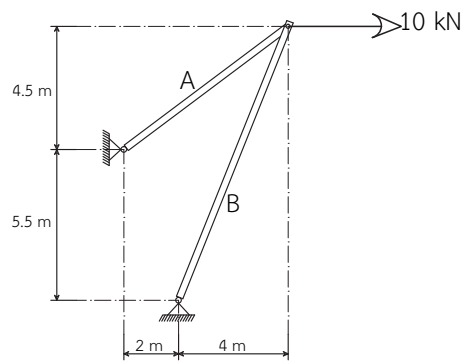
รูปที่ 4.16



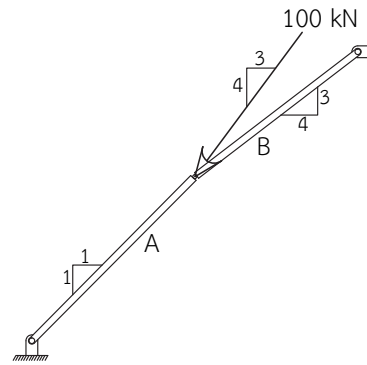
รูปที่ 4.17

เฉลยแบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ บทที่ 4 องค์ประกอบและแรงลัพธ์ของแรง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุด



รูปที่ 4.18



รูปที่ 4.19

จากรูปที่ 4.18 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-5 และรูปที่ 4.19 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 6-10

1. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน x

ก. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ข. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ค. $-\left(F_A \cdot \frac{2}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{1}{\sqrt{7.25}}\right) + 10 \cdot \text{kN} = 0$

ง. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}}\right) = 0$

2. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน y

ก. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ข. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5}\right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot \text{kN} = 0$

ค. $-\left(F_A \cdot \frac{2}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{1}{\sqrt{7.25}}\right) + 10 \cdot \text{kN} = 0$

ง. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5}\right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}}\right) = 0$

3. ข้อใดเป็นการทำให้องค์ประกอบของแรงแนว y เป็นผลสำเร็จ

ก. $F_A = 1.547 \cdot F_B$

~~ข.~~ $F_B = 0.647 \cdot F_A$

ค. $F_A = 70.622 + 1.898 \cdot F_B$

ง. $F_A = 84.866 + 1.132 \cdot F_B$

4. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_A

ก. $F_A = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ข. $F_A = 100 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ค. $F_A = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

~~ง.~~ $F_A = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

5. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_B

ก. $F_B = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

~~ข.~~ $F_B = 11.6 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ค. $F_B = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ง. $F_B = 198.1 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

6. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน x

ก. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5} \right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5} \right) \cdot \text{kN} = 0$

ข. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5} \right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}} \right) = 0$

ค. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5} \right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5} \right) \cdot \text{kN} = 0$

~~ง.~~ $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5} \right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5} \right) \cdot \text{kN} = 0$

7. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของแรงแนวแกน y

~~ก.~~ $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5} \right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5} \right) \cdot \text{kN} = 0$

ข. $-\left(F_A \cdot \frac{1.5}{2.5} \right) - \left(F_B \cdot \frac{2.5}{\sqrt{7.25}} \right) = 0$

ค. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \right) - \left(F_B \cdot \frac{3}{5} \right) - 100 \cdot \left(\frac{3}{5} \right) \cdot \text{kN} = 0$

ง. $\left(F_A \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \right) - \left(F_B \cdot \frac{4}{5} \right) - 100 \cdot \left(\frac{4}{5} \right) \cdot \text{kN} = 0$

8. ข้อใดเป็นการทำให้องค์ประกอบของแรงแนว x เป็นผลสำเร็จ

ก. $F_A = 1.898 \cdot F_B$

ข. $F_B = 0.647 \cdot F_A$

ค. $F_A = 70.622 + 1.898 \cdot F_B$

~~ง.~~ $F_A = 84.866 + 1.132 \cdot F_B$

9. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_B

ก. $F_B = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ข. $F_B = 11.6 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

~~ค.~~ $F_B = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

ง. $F_B = 198.1 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

10. ข้อใดคือขนาดและทิศทางของแรง F_A

ก. $F_A = 17.8 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

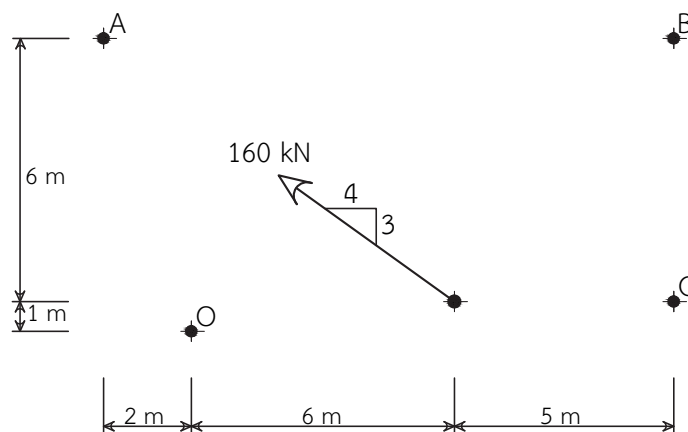
ข. $F_A = 11.6 \cdot \text{kN}$ แรงดึง

ค. $F_A = 100 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

~~ง.~~ $F_A = 198.1 \cdot \text{kN}$ แรงอัด

เฉลยแบบประเมินผลก่อนการเรียนรู้ unit 5 โมเมนต์ของแรง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น



รูปที่ 5.14

1. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด O

☒ ก. $M_O = 704 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↺

☐ ข. $M_O = 480 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

☐ ค. $M_O = 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

☐ ง. $M_O = 1248 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

2. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด A

☐ ก. $M_A = 1248 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

☒ ข. $M_A = 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

☐ ค. $M_A = 480 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

☐ ง. $M_A = 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

3. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด B

☐ ก. $M_B = 480 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

☐ ข. $M_B = 704 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

☒ ค. $M_B = 1248 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

☐ ง. $M_B = 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

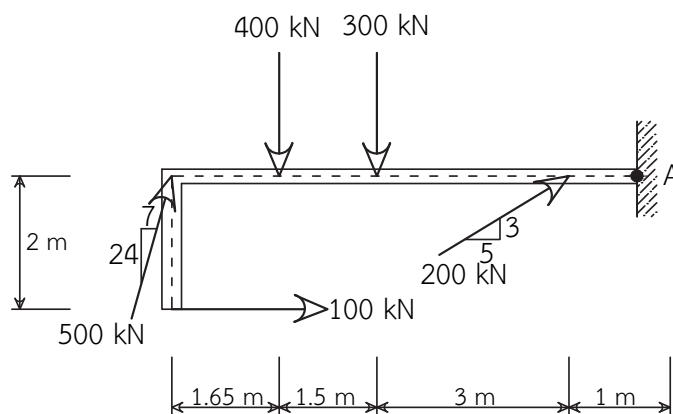
4. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด C

☐ ก. $M_C = 704 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

☒ ข. $M_C = 480 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

☐ ค. $M_C = 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

☐ ง. $M_C = 1248 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻



รูปที่ 5.15

5. จากรูปที่ 5.15 ข้อใดเป็นคิอปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็นผลจากแรง 100·kN

ก. $M_A = 200 \cdot \text{kN} \curvearrowright$

ข. $M_A = 100 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \curvearrowright$

~~ค. $M_A = 200 \cdot \text{kN} \curvearrowright$~~

ง. $M_A = 100 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \curvearrowright$

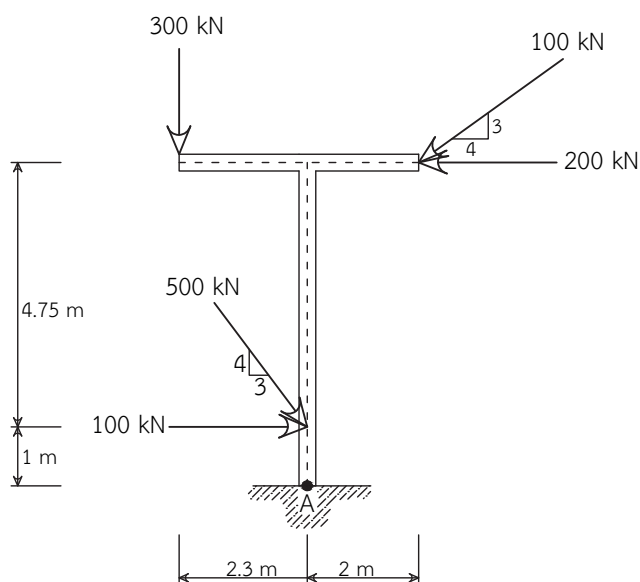
6. จากรูปที่ 5.15 ข้อใดเป็นคิอปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็นผลจากแรงทั้งหมด

~~ค. $M_A = 65.101 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \curvearrowright$~~

ข. $M_A = 335 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \curvearrowright$

ด. $M_A = 65.101 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \curvearrowright$

ง. $M_A = 335 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \curvearrowright$



รูปที่ 5.16

7. จากรูปที่ 5.16 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็ผลจากแรง 100·kN

ก. $M_A = 240 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↺

ข. $M_A = 140 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↺

ค. $M_A = 240 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ง. $M_A = 140 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

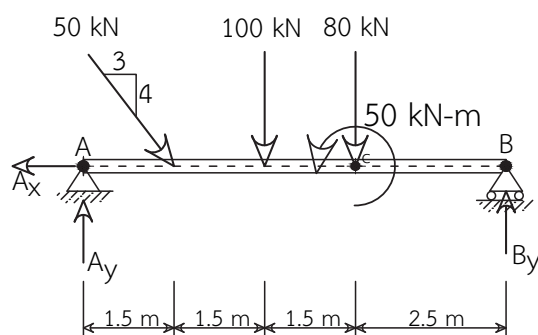
8. จากรูปที่ 5.16 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็ผลจากแรงทั้งหมด

ก. $M_A = 1780 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↺

ข. $M_A = 2483 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↺

ค. $M_A = 2483 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ง. $M_A = 1780 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻



รูปที่ 5.17

9. จากรูปที่ 5.17 ข้อใดคือแรง A_y

ก. $A_y = 105.4 \cdot \text{kN}$ ↑

ข. $A_y = 124.3 \cdot \text{kN}$ ↑

ค. $A_y = 35.8 \cdot \text{kN}$ ↑

ง. $A_y = 95.7 \cdot \text{kN}$ ↑

10. จากรูปที่ 5.17 ข้อใดคือแรง B_y

ก. $B_y = 95.7 \cdot \text{kN}$ ↑

ข. $B_y = 35.8 \cdot \text{kN}$ ↑

ค. $B_y = 124.3 \cdot \text{kN}$ ↑

ง. $B_y = 105.4 \cdot \text{kN}$ ↑



คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. จากรูปที่ 5.10 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด O

ตอบ ($M_O = -460 \text{ kN-m}$)

2. จากรูปที่ 5.10 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด A

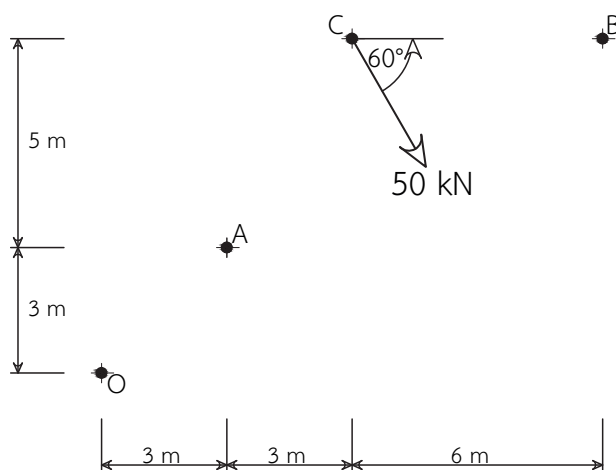
ตอบ ($M_A = -255 \text{ kN-m}$)

3. จากรูปที่ 5.10 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด B

ตอบ ($M_B = 260 \text{ kN-m}$)

4. จากรูปที่ 5.10 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด C

ตอบ ($M_C = 0 \text{ kN-m}$)



รูปที่ 5.10

5. จากรูปที่ 5.11 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด O

ตอบ ($M_O = -110 \text{ kN-m}$)

6. จากรูปที่ 5.11 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด A

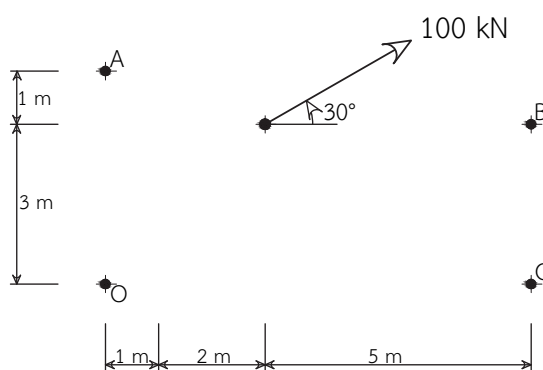
ตอบ ($M_A = 187 \text{ kN-m}$)

7. จากรูปที่ 5.11 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด B

ตอบ ($M_B = -250 \text{ kN-m}$)

8. จากรูปที่ 5.11 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด C

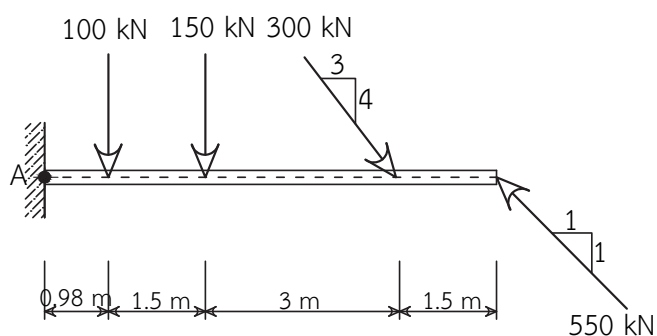
ตอบ ($M_C = -509.809 \text{ kN-m}$)



รูปที่ 5.11

9. จากรูปที่ 5.12 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด A

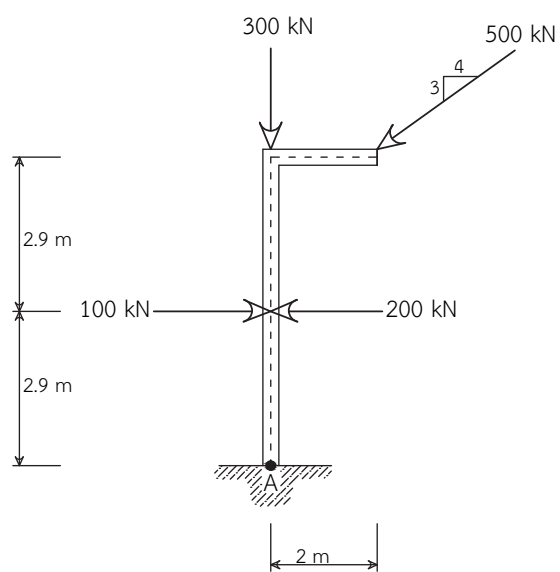
ตอบ ($M_A = +927.385 \text{ kN-m}$)



รูปที่ 5.12

10. จากรูปที่ 5.13 จงคำนวณหาปริมาณโมเมนต์รอบจุด A

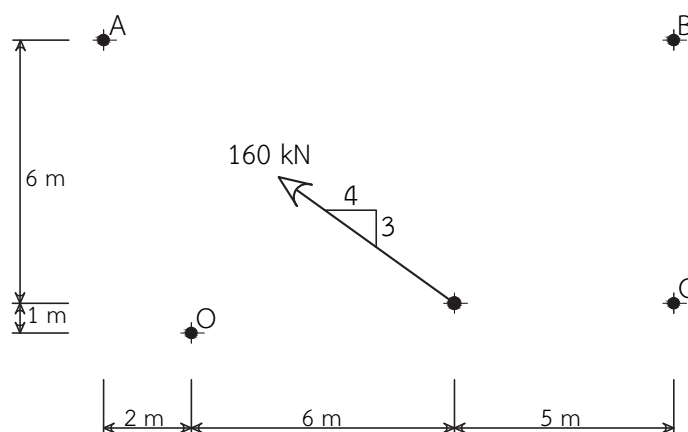
ตอบ ($M_A = +2010 \text{ kN-m}$)



รูปที่ 5.13

เฉลยแบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ บทที่ 5 โมเมนต์ของแรง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น



รูปที่ 5.14

1. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด O

ก. $M_O = 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

ข. $M_O = 1248 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

~~ค.~~ $M_O = 704 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ง. $M_O = 480 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

2. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด A

~~ก.~~ $M_A = 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

ข. $M_A = 1248 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ค. $M_A = 704 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ง. $M_A = 480 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

3. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด B

ก. $M_B = 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

~~ข.~~ $M_B = 1248 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ค. $M_B = 704 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ง. $M_B = 480 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

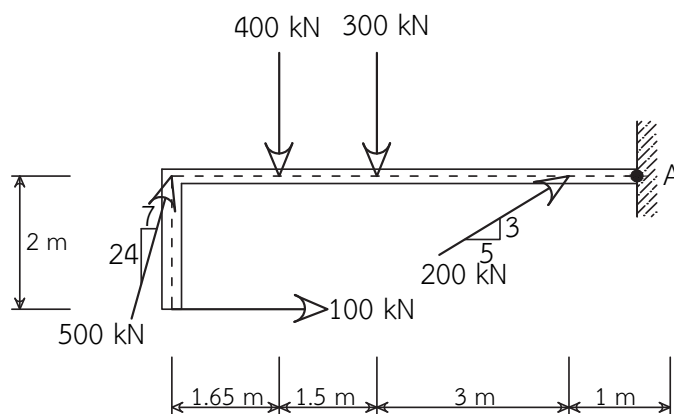
4. จากรูปที่ 5.14 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด C

ก. $M_C = 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

ข. $M_C = 1248 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ค. $M_C = 704 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

~~ง.~~ $M_C = 480 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻



รูปที่ 5.15

5. จากรูปที่ 5.15 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็ผลจากแรง 100·kN

ก. $M_A = 100 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ข. $M_A = 200 \cdot \text{kN}$ ↻

ค. $M_A = 100 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

❌ ง. $M_A = 200 \cdot \text{kN}$ ↻

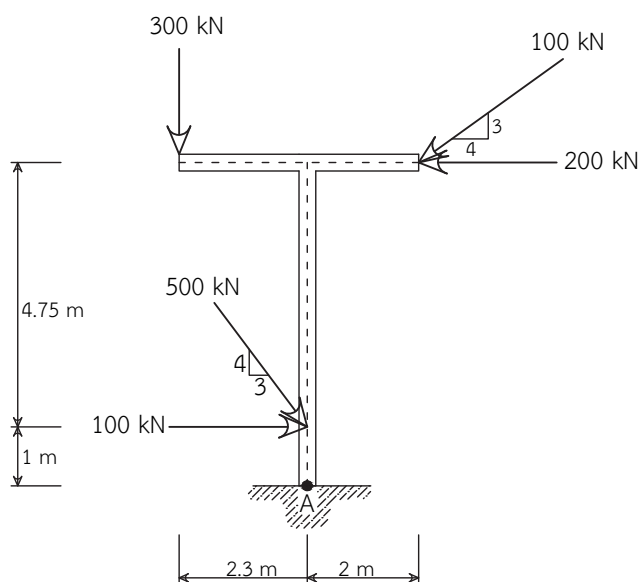
6. จากรูปที่ 5.15 ข้อใดเป็นคํอปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็ผลจากแรงทั้งหมด

ก. $M_A = 65.101 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ข. $M_A = 335 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

❌ ค. $M_A = 65.101 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ง. $M_A = 335 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻



รูปที่ 5.16

7. จากรูปที่ 5.16 ข้อใดเป็นคํ้าปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็ผลจากแรง 100·kN

ก. $M_A = 140 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↺

ข. $M_A = 240 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↺

ค. $M_A = 140 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

~~ข.~~ $M_A = 240 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

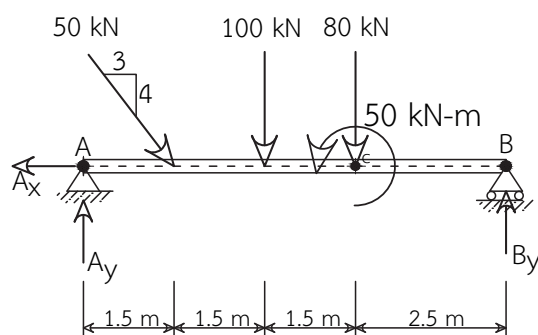
8. จากรูปที่ 5.16 ข้อใดเป็นคํ้าปริมาณโมเมนต์รอบจุด A ที่เป็ผลจากแรงทั้งหมด

ก. $M_A = 2483 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↺

ข. $M_A = 1780 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↺

~~ค.~~ $M_A = 1780 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻

ง. $M_A = 2483 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ ↻



รูปที่ 5.17

9. จากรูปที่ 5.17 ข้อใดคํ้าแรง A_y

~~ค.~~ $A_y = 124.3 \cdot \text{kN}$ ↑

ข. $A_y = 105.4 \cdot \text{kN}$ ↑

ค. $A_y = 95.7 \cdot \text{kN}$ ↑

ง. $A_y = 35.8 \cdot \text{kN}$ ↑

10. จากรูปที่ 5.17 ข้อใดคํ้าแรง B_y

ก. $B_y = 124.3 \cdot \text{kN}$ ↑

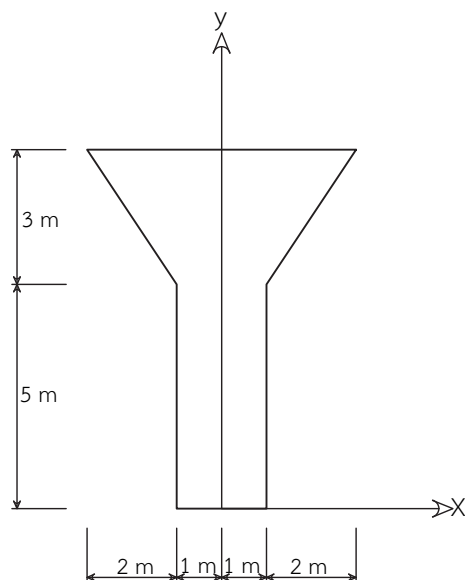
ข. $B_y = 105.4 \cdot \text{kN}$ ↑

~~ค.~~ $B_y = 95.7 \cdot \text{kN}$ ↑

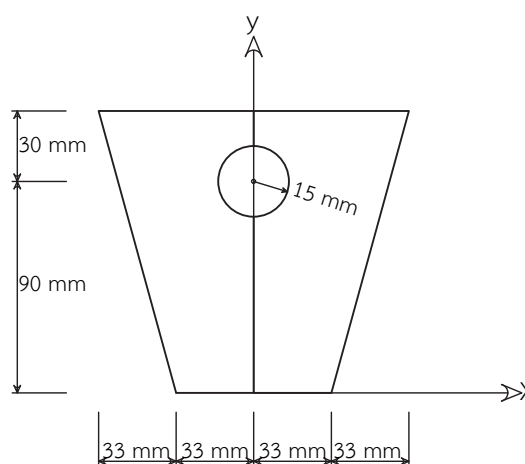
ง. $B_y = 35.8 \cdot \text{kN}$ ↑

เฉลยแบบประเมินผลก่อนการเรียนรู้ unit 6 จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษรข้อที่ถูกต้องที่สุด



รูปที่ 6.26



รูปที่ 6.27

1. จากรูป 6.26 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 3.71 \cdot \text{m}$

ข. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 5.32 \cdot \text{m}$

ค. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 6.57 \cdot \text{m}$

~~ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 4.82 \cdot \text{m}$~~

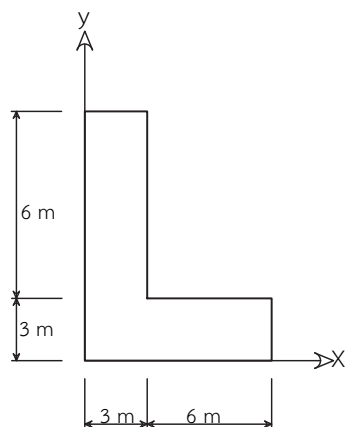
2. จากรูป 6.27 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 85 \cdot \text{mm}$

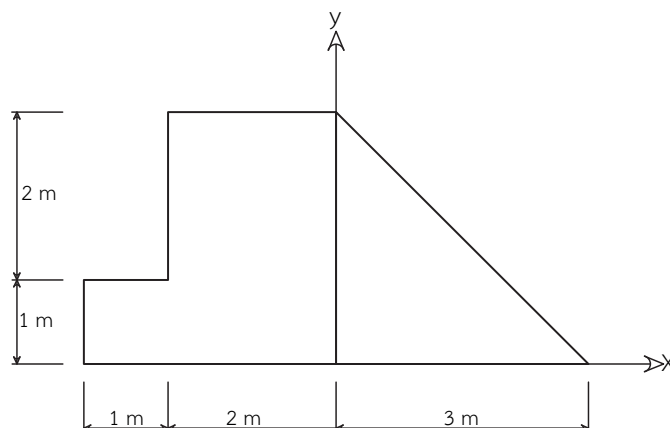
ข. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 75 \cdot \text{mm}$

~~ค. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 65 \cdot \text{mm}$~~

ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 55 \cdot \text{mm}$



รูปที่ 6.28



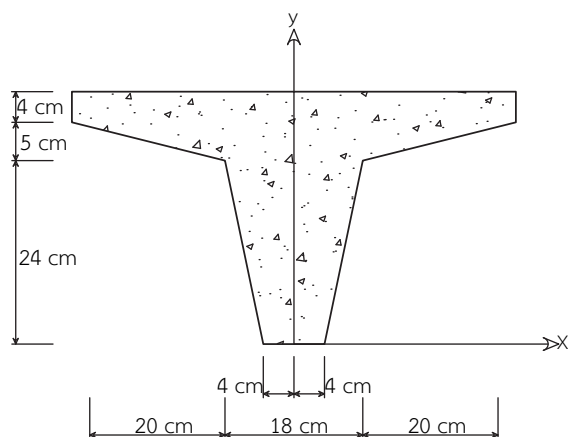
รูปที่ 6.29

3. จากรูป 6.28 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

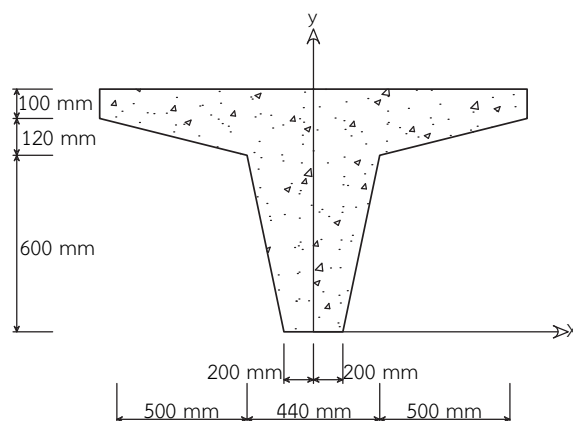
- ก. $\bar{x} = 3.330 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 3.330 \cdot \text{m}$ ข. $\bar{x} = 4.253 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 5.866 \cdot \text{m}$
 ค. $\bar{x} = 1.253 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 2.861 \cdot \text{m}$ ง. $\bar{x} = 2.104 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 3.452 \cdot \text{m}$

4. จากรูป 6.29 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

- ก. $\bar{x} = -0.732 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 1.843 \cdot \text{m}$ ข. $\bar{x} = -1.042 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 2.105 \cdot \text{m}$
 ค. $\bar{x} = -0.175 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 1.486 \cdot \text{m}$ ง. $\bar{x} = -0.348 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 1.220 \cdot \text{m}$



รูปที่ 6.30



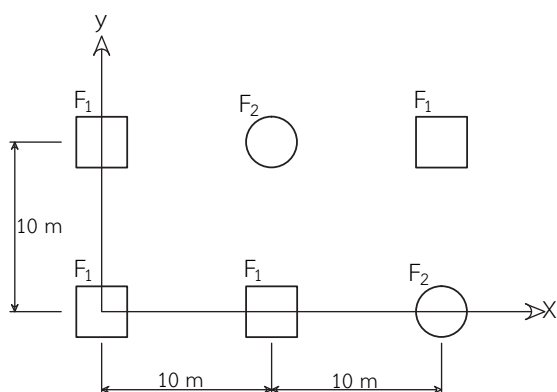
รูปที่ 6.31

5. จากรูป 6.30 หน้าตัดคานคอนกรีตอัดแรง ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

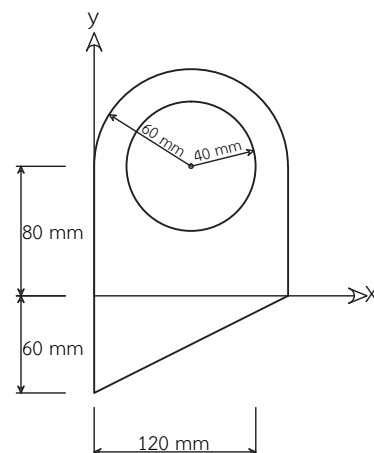
- ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 22.5 \cdot \text{cm}$ ข. $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 32.5 \cdot \text{cm}$
 ค. $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 2.5 \cdot \text{cm}$ ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 12.5 \cdot \text{cm}$

6. จากรูป 6.31 หน้าตัดคานคอนกรีตอัดแรง ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

- ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 417.5 \cdot \text{mm}$ ข. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 517.5 \cdot \text{mm}$
 ค. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 217.5 \cdot \text{mm}$ ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 317.5 \cdot \text{mm}$



รูปที่ 6.32



รูปที่ 6.33

7. จากรูป 6.32 จากแปลนฐานราก ฐานราก F_1 มีขนาด กว้าง-ยาว ด้านละ 3 m และฐานราก F_2 มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 m ข้อใดคือตำแหน่งจุดศูนย์กลาง

ก. $\bar{x} = 6.9 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 3.2 \cdot \text{m}$

~~ข.~~ $\bar{x} = 9.6 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 5.0 \cdot \text{m}$

ค. $\bar{x} = 7.6 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 4.7 \cdot \text{m}$

ง. $\bar{x} = 9.5 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 6.1 \cdot \text{m}$

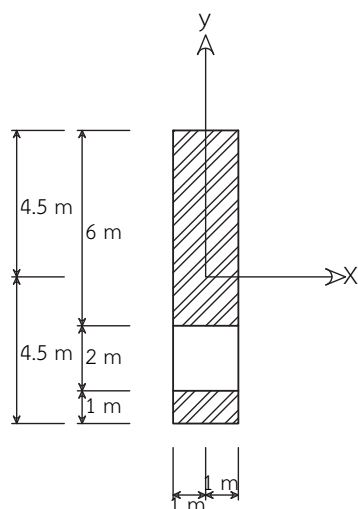
8. จากรูป 6.33 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูปทรงประกอบ

ก. $\bar{x} = 65.3 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 48.7 \cdot \text{mm}$

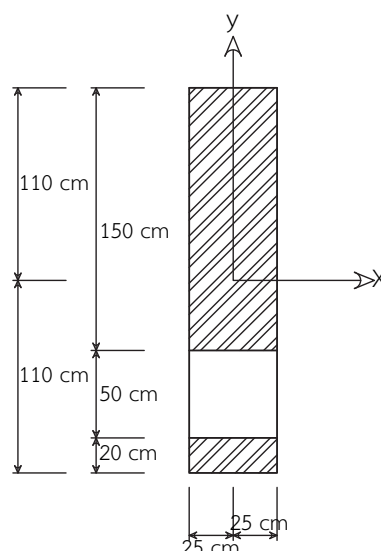
ข. $\bar{x} = 46.5 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 28.4 \cdot \text{mm}$

ค. $\bar{x} = 33.8 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 18.6 \cdot \text{mm}$

~~ง.~~ $\bar{x} = 54.8 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 36.6 \cdot \text{mm}$



รูปที่ 6.34



รูปที่ 6.35

9. จากรูป 6.34 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 1.0 \cdot \text{m}$

~~ข.~~ $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 2.0 \cdot \text{m}$

ค. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 3.0 \cdot \text{m}$

ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 4.0 \cdot \text{m}$

10. จากรูป 6.35 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 35.3 \cdot \text{cm}$

ข. $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 24.2 \cdot \text{cm}$

~~ค.~~ $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 54.2 \cdot \text{cm}$

ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 46.2 \cdot \text{cm}$



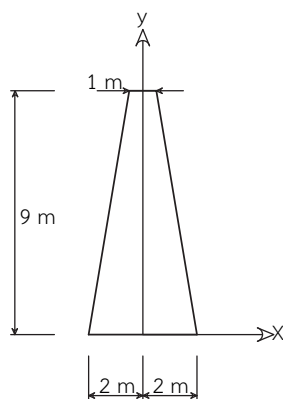
คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. จากรูปที่ 6.16 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

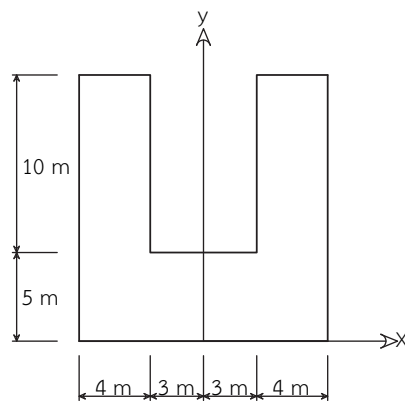
ตอบ $(\bar{x} = 0 \cdot \text{m} , \bar{y} = 3.6 \cdot \text{m})$

2. จากรูปที่ 6.17 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ตอบ $(\bar{x} = 0 \cdot \text{m} , \bar{y} = 6.5 \cdot \text{m})$



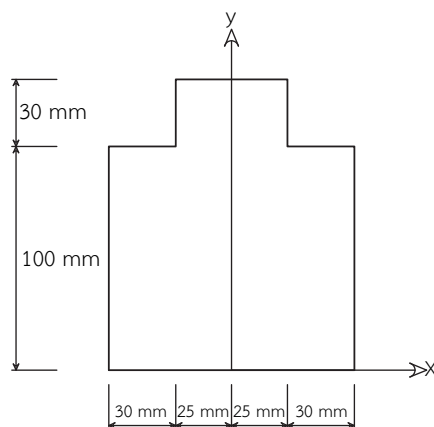
รูปที่ 6.16



รูปที่ 6.17

3. จากรูปที่ 6.18 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

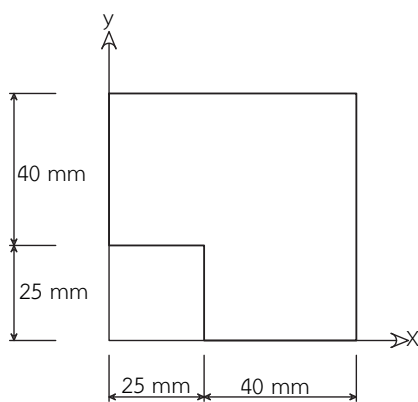
ตอบ $(\bar{x} = 0 \cdot \text{mm} , \bar{y} = 58 \cdot \text{mm})$



รูปที่ 6.18

4. จากรูปที่ 6.19 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ตอบ $(\bar{x} = 36 \cdot \text{mm} , \bar{y} = 36 \cdot \text{mm})$



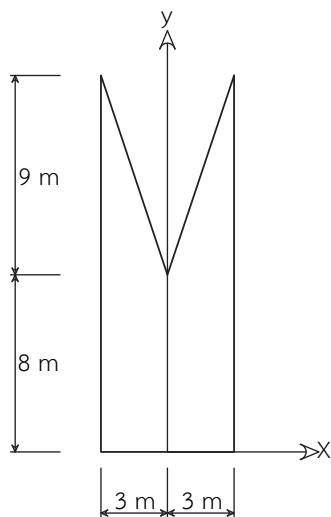
รูปที่ 6.19

5. จากรูปที่ 6.20 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

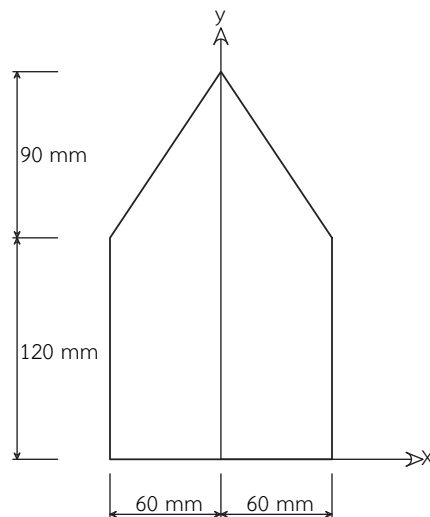
ตอบ $(\bar{x} = 0 \cdot \text{m} , \bar{y} = 6.5 \cdot \text{m})$

6. จากรูปที่ 6.21 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ตอบ $(\bar{x} = 0 \cdot \text{mm} , \bar{y} = 85 \cdot \text{mm})$



รูปที่ 6.20



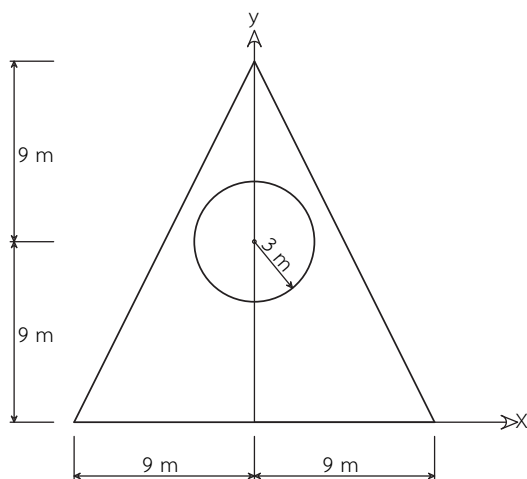
รูปที่ 6.21

7. จากรูปที่ 6.22 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

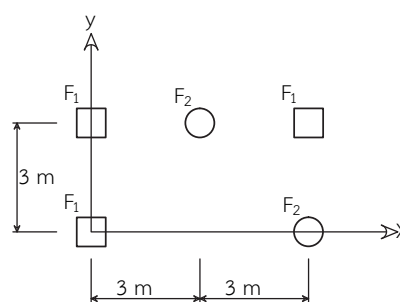
ตอบ $(\bar{x} = 0 \cdot \text{m}, \bar{y} = 5.36 \cdot \text{m})$

8. จากรูปที่ 6.23 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วงของแปลนฐานรอกดังกล่าว กำหนดให้ $F_1 = 81 \text{ m}^2$ และ $F_2 = 63.6 \text{ m}^2$

ตอบ $(\bar{x} = 2.86 \cdot \text{m}, \bar{y} = 1.83 \cdot \text{m})$



รูปที่ 6.22



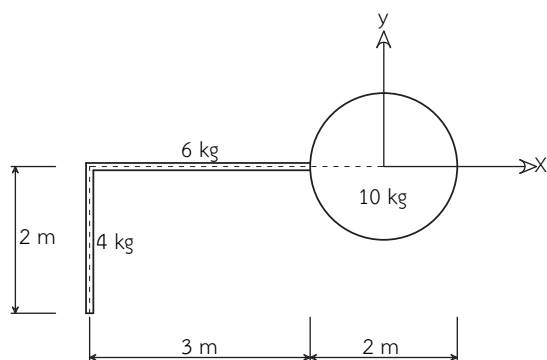
รูปที่ 6.23

9. จากรูปที่ 6.24 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วงของวัตถุตั้งรูป

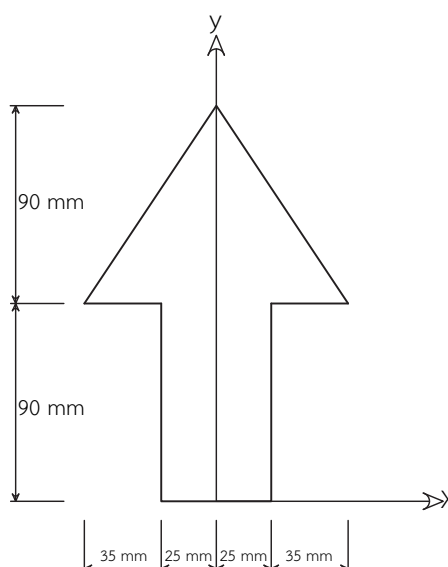
ตอบ $(\bar{x} = -1.55 \cdot \text{m}, \bar{y} = -0.20 \cdot \text{m})$

10. จากรูปที่ 6.25 จงคำนวณหาตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ตอบ $(\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}, \bar{y} = 86 \cdot \text{mm})$



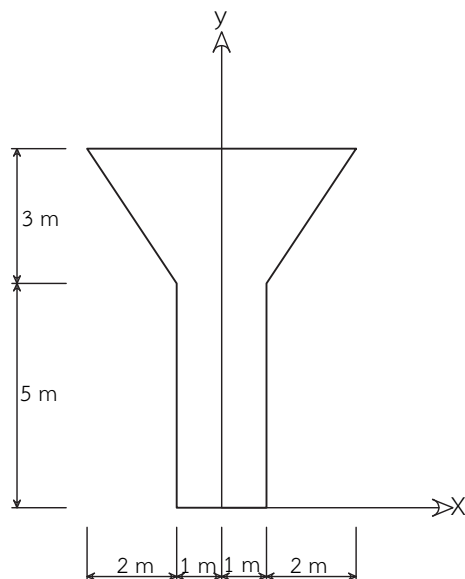
รูปที่ 6.24



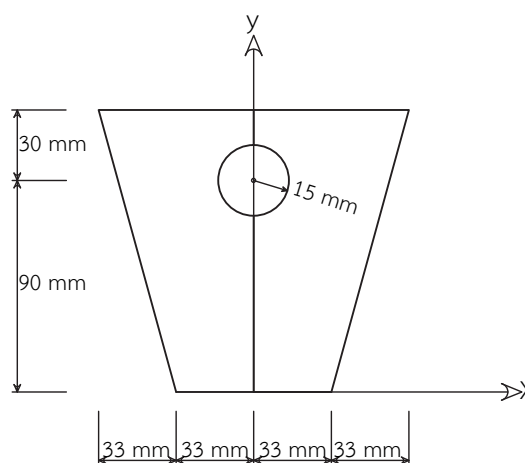
รูปที่ 6.25

เฉลยแบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ บทที่ 6 จุดเซนทรอยด์และจุดศูนย์กลางถ่วง

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษรข้อที่ถูกต้องที่สุด



รูปที่ 6.26



รูปที่ 6.27

1. จากรูป 6.26 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 5.32 \cdot \text{m}$

ข. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 3.71 \cdot \text{m}$

ค. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 4.82 \cdot \text{m}$

ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 6.57 \cdot \text{m}$

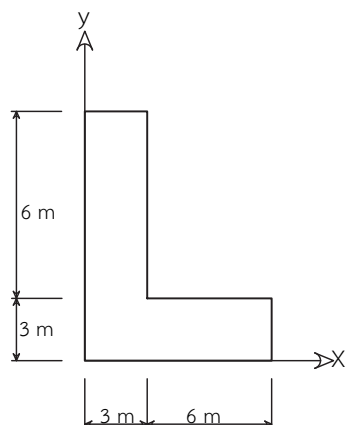
2. จากรูป 6.27 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 55 \cdot \text{mm}$

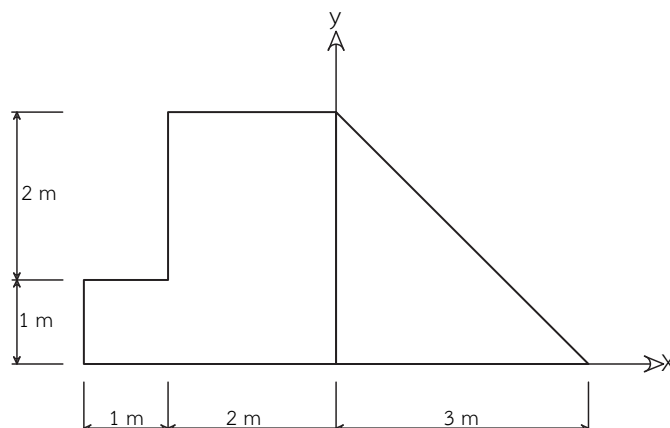
ข. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 65 \cdot \text{mm}$

ค. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 75 \cdot \text{mm}$

ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 85 \cdot \text{mm}$



รูปที่ 6.28



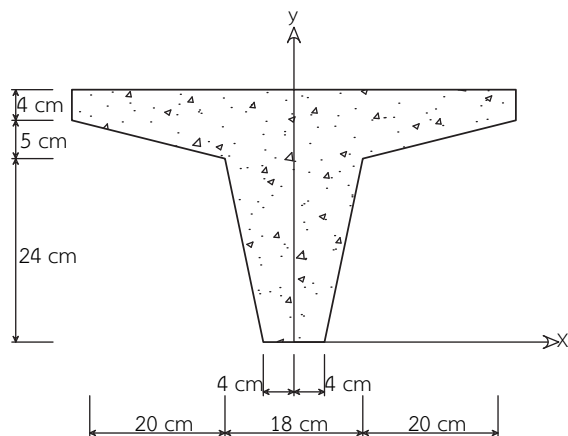
รูปที่ 6.29

3. จากรูป 6.28 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

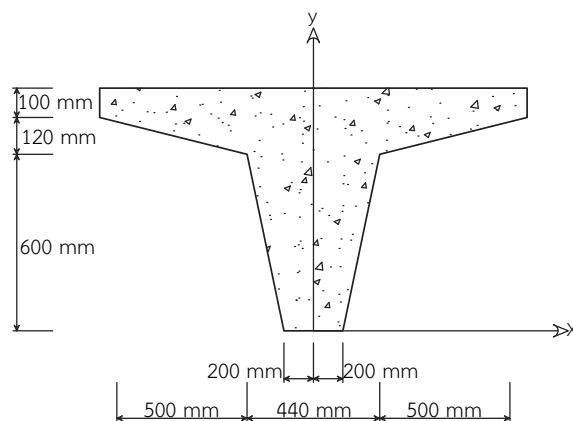
- ก. $\bar{x} = 1.253 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 2.861 \cdot \text{m}$ ข. $\bar{x} = 2.104 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 3.452 \cdot \text{m}$
 ค. $\bar{x} = 3.330 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 3.330 \cdot \text{m}$ ง. $\bar{x} = 4.253 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 5.866 \cdot \text{m}$

4. จากรูป 6.29 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

- ก. $\bar{x} = -0.175 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 1.486 \cdot \text{m}$ ข. $\bar{x} = -0.348 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 1.220 \cdot \text{m}$
 ค. $\bar{x} = -0.732 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 1.843 \cdot \text{m}$ ง. $\bar{x} = -1.042 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 2.105 \cdot \text{m}$



รูปที่ 6.30



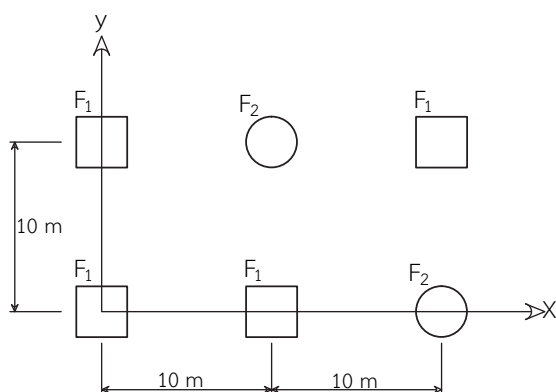
รูปที่ 6.31

5. จากรูป 6.30 หน้าตัดคานคอนกรีตอัดแรง ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

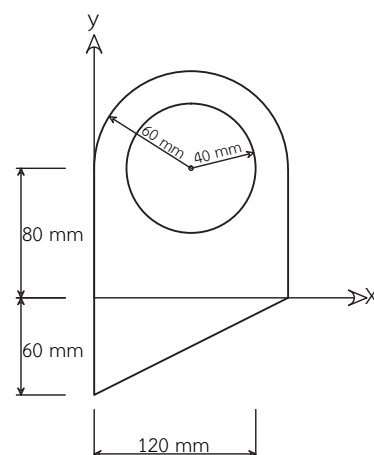
- ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 32.5 \cdot \text{cm}$ ข. $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 22.5 \cdot \text{cm}$
 ค. $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 12.5 \cdot \text{cm}$ ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{cm}$, $\bar{y} = 2.5 \cdot \text{cm}$

6. จากรูป 6.31 หน้าตัดคานคอนกรีตอัดแรง ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์

- ก. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 217.5 \cdot \text{mm}$ ข. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 317.5 \cdot \text{mm}$
 ค. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 417.5 \cdot \text{mm}$ ง. $\bar{x} = 0 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 517.5 \cdot \text{mm}$



รูปที่ 6.32



รูปที่ 6.33

7. จากรูป 6.32 จากแปลนฐานราก ฐานราก F_1 มีขนาด กว้าง-ยาว ด้านละ 3 m และฐานราก F_2 มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 m ข้อใดคือตำแหน่งจุดศูนย์กลาง

ก. $\bar{x} = 9.5 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 6.1 \cdot \text{m}$

ข. $\bar{x} = 9.6 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 5.0 \cdot \text{m}$

ค. $\bar{x} = 7.6 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 4.7 \cdot \text{m}$

ง. $\bar{x} = 6.9 \cdot \text{m}$, $\bar{y} = 3.2 \cdot \text{m}$

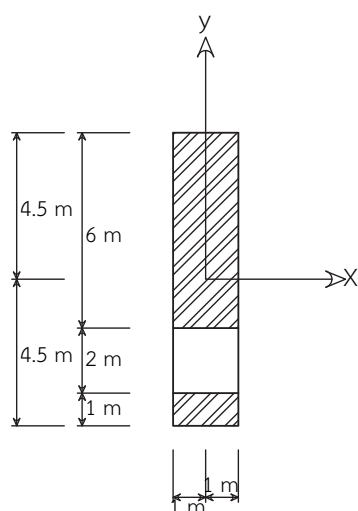
8. จากรูป 6.33 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูปทรง ประกอบ

ก. $\bar{x} = 33.8 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 18.6 \cdot \text{mm}$

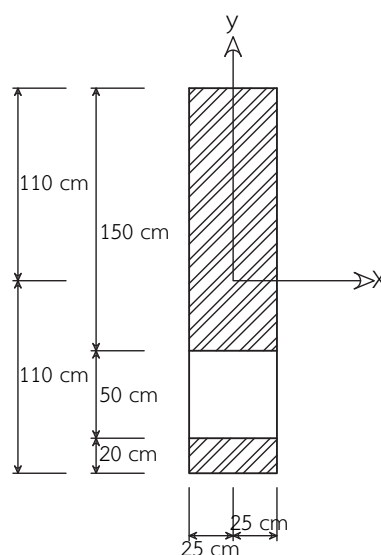
ข. $\bar{x} = 46.5 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 28.4 \cdot \text{mm}$

ค. $\bar{x} = 54.8 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 36.6 \cdot \text{mm}$

ง. $\bar{x} = 65.3 \cdot \text{mm}$, $\bar{y} = 48.7 \cdot \text{mm}$



รูปที่ 6.34



รูปที่ 6.35

9. จากรูป 6.34 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $\bar{x} = 0 \cdot m, \bar{y} = 4.0 \cdot m$

ข. $\bar{x} = 0 \cdot m, \bar{y} = 3.0 \cdot m$

ค. $\bar{x} = 0 \cdot m, \bar{y} = 2.0 \cdot m$

ง. $\bar{x} = 0 \cdot m, \bar{y} = 1.0 \cdot m$

10. จากรูป 6.35 ข้อใดคือตำแหน่งจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $\bar{x} = 0 \cdot cm, \bar{y} = 54.2 \cdot cm$

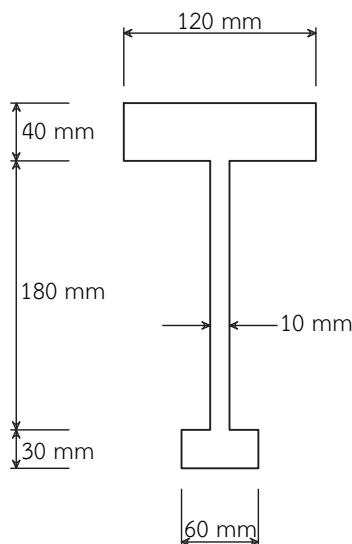
ข. $\bar{x} = 0 \cdot cm, \bar{y} = 46.2 \cdot cm$

ค. $\bar{x} = 0 \cdot cm, \bar{y} = 35.3 \cdot cm$

ง. $\bar{x} = 0 \cdot cm, \bar{y} = 24.2 \cdot cm$

เฉลยแบบประเมินผลก่อนการเรียนรู้ unit 7 โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษรข้อที่ถูกต้องที่สุด



รูปที่ 7.21

1. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

~~ก.~~ $I_x = 69.9 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ข. $I_x = 38.7 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ค. $I_x = 124.3 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ง. $I_x = 95.4 \times 10^6 \text{ mm}^4$

2. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $I_y = 8.93 \times 10^6 \text{ mm}^4$

~~ข.~~ $I_y = 6.32 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ค. $I_y = 13.54 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ง. $I_y = 10.72 \times 10^6 \text{ mm}^4$

3. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $r_x = 110.22 \text{ mm}$

ข. $r_x = 65.81 \text{ mm}$

ค. $r_x = 48.73 \text{ mm}$

~~ง.~~ $r_x = 91.22 \text{ mm}$

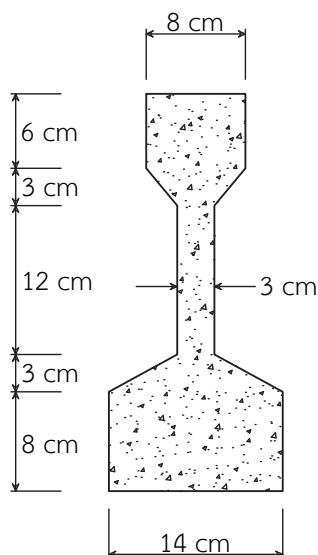
4. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน y ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $r_y = 34.61 \text{ mm}$

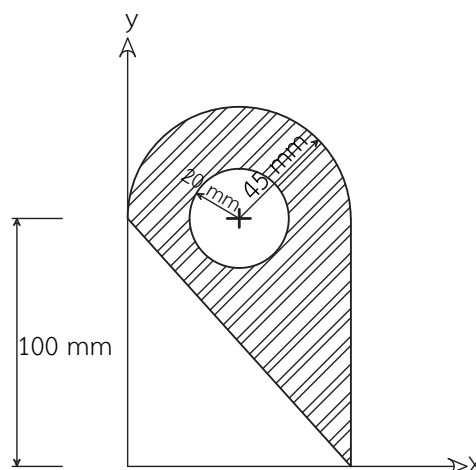
~~ข.~~ $r_y = 27.42 \text{ mm}$

ค. $r_y = 55.97 \text{ mm}$

ง. $r_y = 48.73 \text{ mm}$



รูปที่ 7.22



รูปที่ 7.23

5. จากรูปที่ 7.22 หน้าตัดคานคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete Section) ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของหน้าตัด

ก. $I_x = 38944 \text{ cm}^4$

ข. $I_x = 25800 \text{ cm}^4$

ค. $I_x = 54720 \text{ cm}^4$

ง. $I_x = 46000 \text{ cm}^4$

6. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x

ก. $I_x = 88.33 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ข. $I_x = 72.64 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ค. $I_x = 55.39 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ง. $I_x = 34.80 \times 10^6 \text{ mm}^4$

7. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y

ก. $I_y = 23.61 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ข. $I_y = 11.74 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ค. $I_y = 55.61 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ง. $I_y = 45.73 \times 10^6 \text{ mm}^4$

8. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน x

ก. $r_x = 92.90 \text{ mm}$

ข. $r_x = 71.68 \text{ mm}$

ค. $r_x = 145.75 \text{ mm}$

ง. $r_x = 112.53 \text{ mm}$

9. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน y

ก. $r_y = 77.34 \text{ mm}$

ข. $r_y = 60.60 \text{ mm}$

ค. $r_y = 110.54 \text{ mm}$

ง. $r_y = 80.40 \text{ mm}$

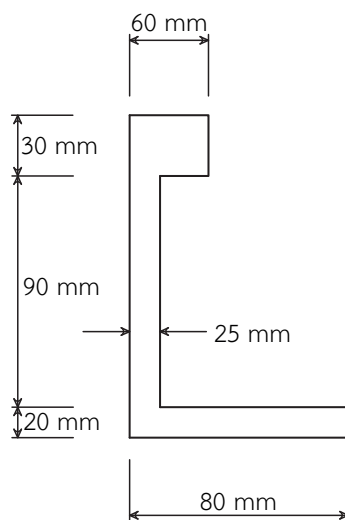
10. จากรูปที่ 7.24 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $I_x = 15.83 \times 10^6 \text{ mm}^4$

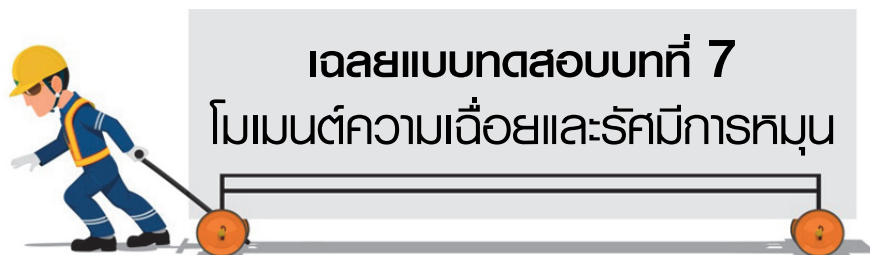
ข. $I_x = 12.96 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ค. $I_x = 21.33 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ง. $I_x = 18.92 \times 10^6 \text{ mm}^4$



รูปที่ 7.24



คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. จากรูปที่ 7.13 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน $x - y$ และรัศมีการหมุน

ตอบ $(I_x = 981 \text{ cm}^4, I_y = 469 \text{ cm}^4 \text{ และ } r_x = 3.92 \text{ cm}, r_y = 2.71 \text{ cm})$

2. จากรูปที่ 7.13 จงคำนวณหารัศมีการหมุนรอบแกน $x' - y'$ และรัศมีการหมุน

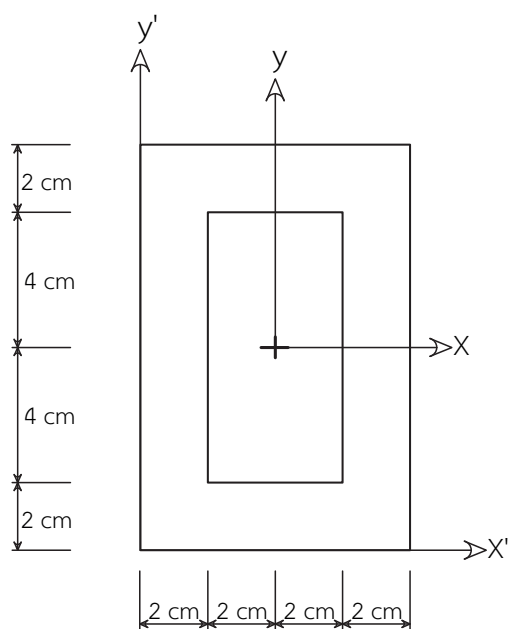
ตอบ $(I_{x'} = 3285.3 \text{ cm}^4, I_{y'} = 1493.3 \text{ cm}^4 \text{ และ } r_{x'} = 7.16 \text{ cm}, r_{y'} = 4.83 \text{ cm})$

3. จากรูปที่ 7.14 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน $x - y$ และรัศมีการหมุน

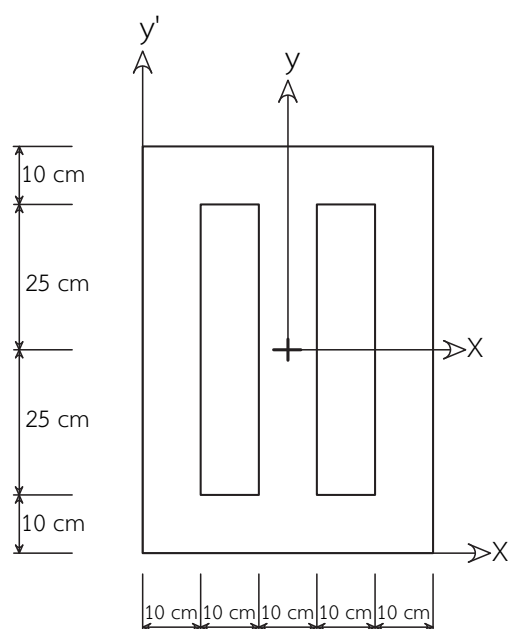
ตอบ $(I_x = 1.22 \times 10^6 \text{ cm}^4, I_y = 0.62 \times 10^6 \text{ cm}^4 \text{ และ } r_x = 22.1 \text{ cm}, r_y = 15.75 \text{ cm})$

4. จากรูปที่ 7.14 จงคำนวณหารัศมีการหมุนรอบแกน $x' - y'$ และรัศมีการหมุน

ตอบ $(I_{x'} = 4283333.4 \text{ cm}^4, I_{y'} = 2183333.3 \text{ cm}^4 \text{ และ } r_{x'} = 41.4 \text{ cm}, r_{y'} = 29.6 \text{ cm})$



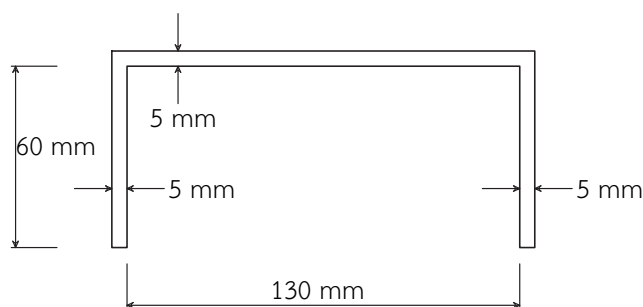
รูปที่ 7.13



รูปที่ 7.14

5. จากรูปที่ 7.15 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน $x - y$ ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

ตอบ $(I_x = 52.3 \times 10^4 \text{ mm}^4)$



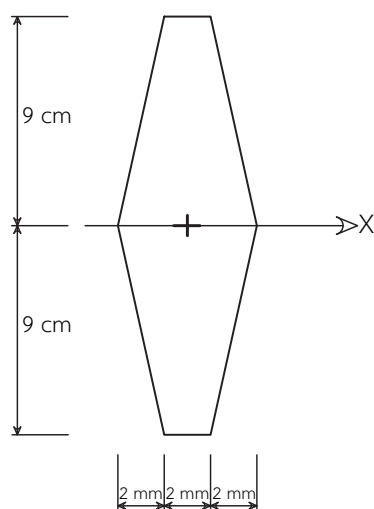
รูปที่ 7.15

6. จากรูปที่ 7.16 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x

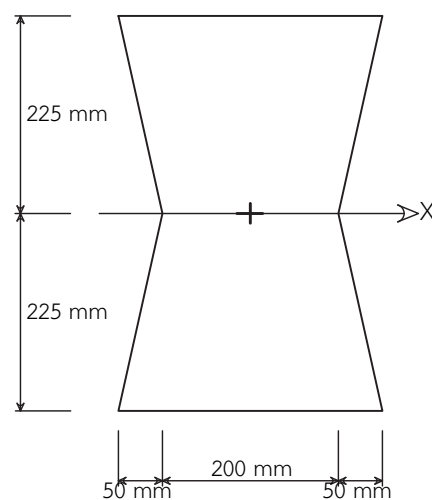
ตอบ $(I_x = 1460 \text{ cm}^4)$

7. จากรูปที่ 7.17 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x

ตอบ $(I_x = 2090 \times 10^6 \text{ mm}^4)$



รูปที่ 7.16



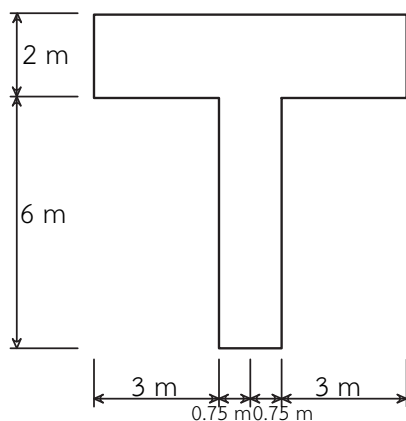
รูปที่ 7.17

8. จากรูปที่ 7.16 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป และค่ารัศมีการหมุนรอบแกน x

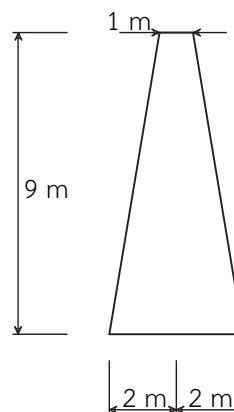
ตอบ $(I_x = 122 \text{ cm}^4, r_x = 2.25 \text{ cm})$

9. จากรูปที่ 7.17 จงคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป และค่ารัศมีการหมุนรอบแกน y

ตอบ $(I_y = 15.9 \text{ m}^4, r_y = 1.05 \text{ m})$



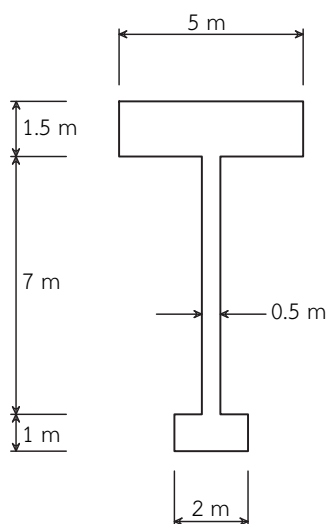
รูปที่ 7.18



รูปที่ 7.19

10. จากรูปที่ 7.20 คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป และค่ารัศมีการหมุนรอบแกน x

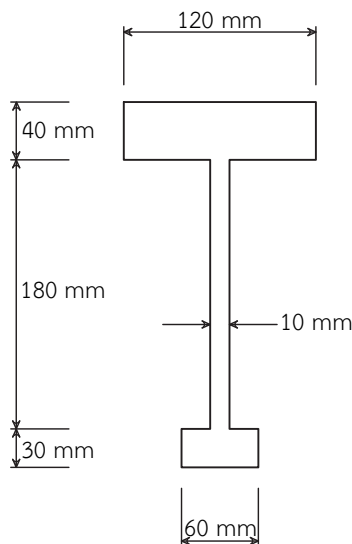
ตอบ $(I_x = 139.5 \text{ m}^4, r_x = 3.28 \text{ m})$



รูปที่ 7.20

เฉลยแบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ บทที่ 7 โมเมนต์ความเฉื่อยและรัศมีการหมุน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษรข้อที่ถูกต้องที่สุด



รูปที่ 7.21

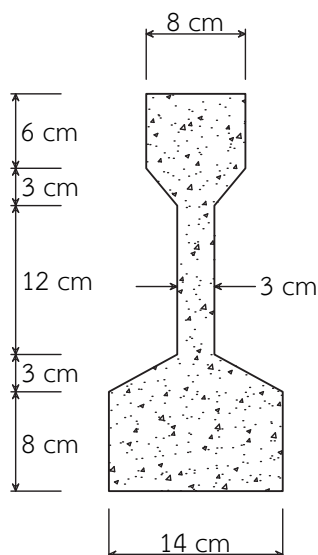
1. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $I_x = 124.3 \times 10^6 \text{ mm}^4$	ข. $I_x = 95.4 \times 10^6 \text{ mm}^4$
ค. $I_x = 69.9 \times 10^6 \text{ mm}^4$	ง. $I_x = 38.7 \times 10^6 \text{ mm}^4$
2. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

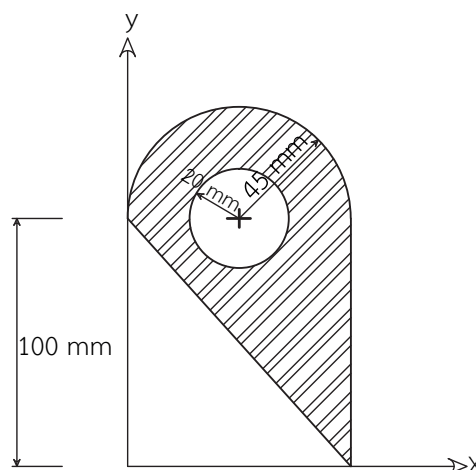
ก. $I_y = 6.32 \times 10^6 \text{ mm}^4$	ข. $I_y = 8.93 \times 10^6 \text{ mm}^4$
ค. $I_y = 10.72 \times 10^6 \text{ mm}^4$	ง. $I_y = 13.54 \times 10^6 \text{ mm}^4$
3. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $r_x = 91.22 \text{ mm}$	ข. $r_x = 48.73 \text{ mm}$
ค. $r_x = 65.81 \text{ mm}$	ง. $r_x = 110.22 \text{ mm}$
4. จากรูปที่ 7.21 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน y ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $r_y = 55.97 \text{ mm}$	ข. $r_y = 48.73 \text{ mm}$
ค. $r_y = 34.61 \text{ mm}$	ง. $r_y = 27.42 \text{ mm}$



รูปที่ 7.22



รูปที่ 7.23

5. จากรูปที่ 7.22 หน้าตัดคานคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete Section) ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของหน้าตัด

~~ก.~~ $I_x = 25800 \text{ cm}^4$

ข. $I_x = 38944 \text{ cm}^4$

ค. $I_x = 46000 \text{ cm}^4$

ง. $I_x = 54720 \text{ cm}^4$

6. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x

ก. $I_x = 34.80 \times 10^6 \text{ mm}^4$

~~ข.~~ $I_x = 55.39 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ค. $I_x = 72.64 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ง. $I_x = 88.33 \times 10^6 \text{ mm}^4$

7. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน y

ก. $I_y = 11.74 \times 10^6 \text{ mm}^4$

~~ข.~~ $I_y = 23.61 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ค. $I_y = 45.73 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ง. $I_y = 55.61 \times 10^6 \text{ mm}^4$

8. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน x

ก. $r_x = 145.75 \text{ mm}$

ข. $r_x = 112.53 \text{ mm}$

~~ค.~~ $r_x = 92.90 \text{ mm}$

ง. $r_x = 71.68 \text{ mm}$

9. จากรูปที่ 7.23 ข้อใดคือรัศมีการหมุนรอบแกน y

ก. $r_y = 110.54 \text{ mm}$

ข. $r_y = 80.40 \text{ mm}$

ค. $r_y = 77.34 \text{ mm}$

~~ง.~~ $r_y = 60.60 \text{ mm}$

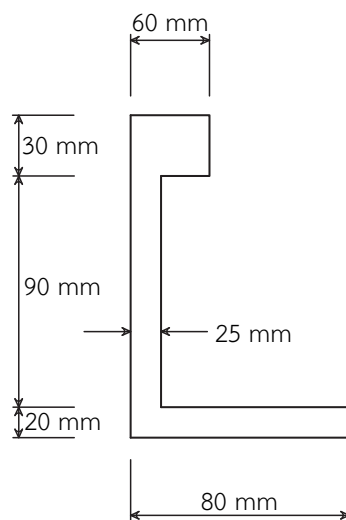
10. จากรูปที่ 7.24 ข้อใดคือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน x ที่ผ่านจุดเซนทรอยด์ของรูป

ก. $I_x = 12.96 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ข. $I_x = 15.83 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ค. $I_x = 18.92 \times 10^6 \text{ mm}^4$

ง. $I_x = 21.33 \times 10^6 \text{ mm}^4$



รูปที่ 7.24

เฉลยแบบประเมินผลก่อนการเรียนรู้ unit 8 ความเค้นและความเครียด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษรที่ถูกต้องที่สุด

1. เสาไม้หน้าตัด $6" \times 6"$ รับแรงตามแนวแกน 23.2 kN ข้อใดคือค่าความเค้นตึงฉาก

☒ ก. $\sigma = 1.0 \cdot \text{MPa}$

☐ ข. $\sigma = 0.5 \cdot \text{MPa}$

☐ ค. $\sigma = 2.0 \cdot \text{MPa}$

☐ ง. $\sigma = 1.5 \cdot \text{MPa}$

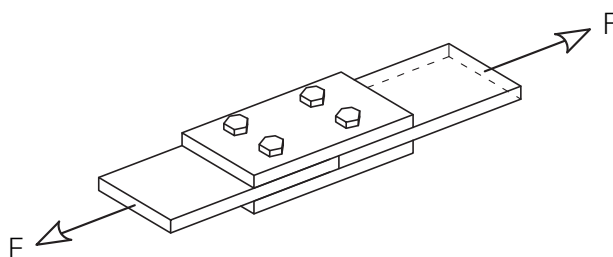
2. เเคเบิลยาว 200 m รับแรงตามแนวแกนทำให้เคเบิลยืดออก 2 mm ข้อใดคือความเครียดที่เกิดขึ้นในเคเบิล

☐ ก. $\epsilon = 0.0001$

☒ ข. $\epsilon = 0.00001$

☐ ค. $\epsilon = 0.01$

☐ ง. $\epsilon = 0.001$



รูปที่ 8.19

3. จากรูปที่ 8.19 สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm แรง $F = 40.2 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในสลักเกลียว 1 ตัว

☐ ก. $\tau = 6 \cdot \text{MPa}$

☐ ข. $\tau = 10 \cdot \text{MPa}$

☐ ค. $\tau = 48 \cdot \text{MPa}$

☒ ง. $\tau = 32 \cdot \text{MPa}$

4. จากรูปที่ 8.19 แผ่นเหล็กทั้งสามมีหน้าตัดเท่ากันที่ความกว้าง 100 mm หนา 9 mm ใช้สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm และแรง $F = 40.2 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นตึงฉากในแผ่นเหล็กคิตที่พื้นที่หน้าตัดเต็ม

☐ ก. $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$

☐ ข. $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$

☒ ค. $\sigma = 44.7 \cdot \text{MPa}$

☐ ง. $\sigma = 31.8 \cdot \text{MPa}$

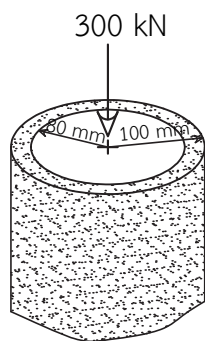
5. จากรูปที่ 8.19 แผ่นเหล็กทั้งสามมีหน้าตัดเท่ากันที่ความกว้าง 100 mmหนา 9 mm ใช้สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm และแรง $F = 40.2 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นตั้งฉากในแผ่นเหล็กติดที่พื้นที่หน้าตัดสุทธิ

☒ ก. $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$

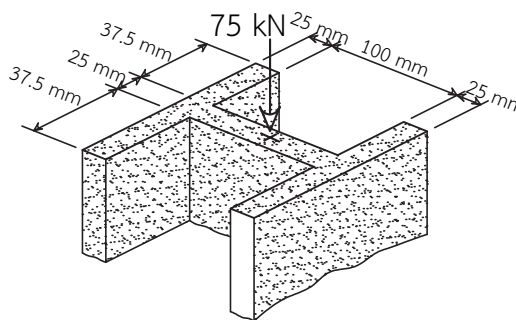
☐ ข. $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$

ค. $\sigma = 44.7 \cdot \text{MPa}$

ง. $\sigma = 31.8 \cdot \text{MPa}$



(ก)



(ข)

รูปที่ 8.20

6. จากรูปที่ 8.20 (ก) จงหาความเค้นตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด

☒ ก. $\sigma = 106.1 \cdot \text{MPa}$

☐ ข. $\sigma = 40 \cdot \text{MPa}$

ค. $\sigma = 86.1 \cdot \text{MPa}$

ง. $\sigma = 10 \cdot \text{MPa}$

7. จากรูปที่ 8.20 (ข) จงหาความเค้นตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด

ก. $\sigma = 106.1 \cdot \text{MPa}$

☐ ข. $\sigma = 40 \cdot \text{MPa}$

ค. $\sigma = 86.1 \cdot \text{MPa}$

☒ ง. $\sigma = 10 \cdot \text{MPa}$

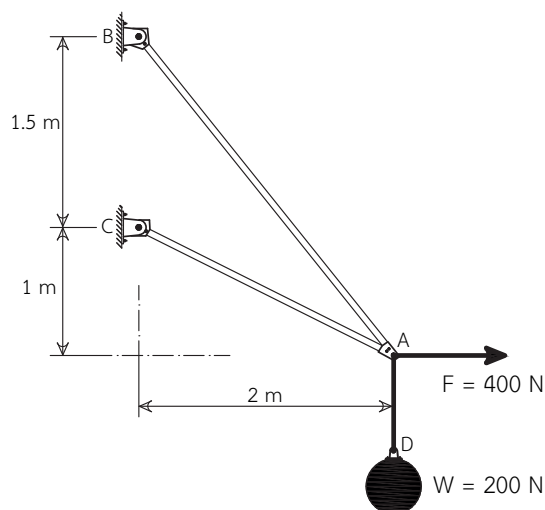
8. จากรูปที่ 8.21 ข้อใดคือความเค้นของท่อน AB และท่อน AC ถ้ากำหนดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm

ก. $\sigma_{AB} = 7.5 \cdot \text{MPa}$, $\sigma_{AC} = 5.7 \cdot \text{MPa}$

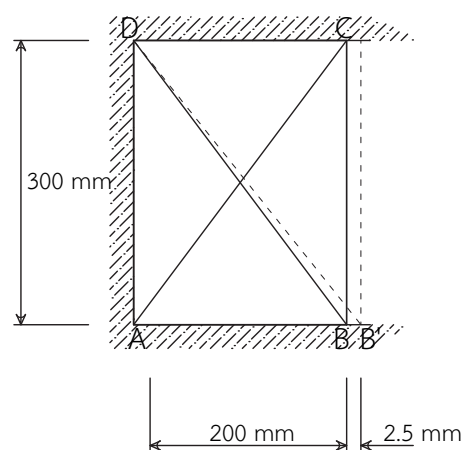
☐ ข. $\sigma_{AB} = 7.5 \cdot \text{MPa}$, $\sigma_{AC} = 9.4 \cdot \text{MPa}$

ค. $\sigma_{AB} = 0 \cdot \text{MPa}$, $\sigma_{AC} = 9.4 \cdot \text{MPa}$

☒ ง. $\sigma_{AB} = 0 \cdot \text{MPa}$, $\sigma_{AC} = 5.7 \cdot \text{MPa}$



รูปที่ 8.21



รูปที่ 8.22

9. จากรูปที่ 8.22 ข้อใดคือค่าความเครียดของแนวเส้น BD และความเครียดเฉือนที่มุม D

~~ก.~~ $\epsilon = 0.003863$, $\phi = 0.008333 \cdot \text{rad}$ ข. $\epsilon = 0.004953$, $\phi = 0.009810 \cdot \text{rad}$

ค. $\epsilon = 0.001743$, $\phi = 0.005560 \cdot \text{rad}$ ง. $\epsilon = 0.002125$, $\phi = 0.007453 \cdot \text{rad}$

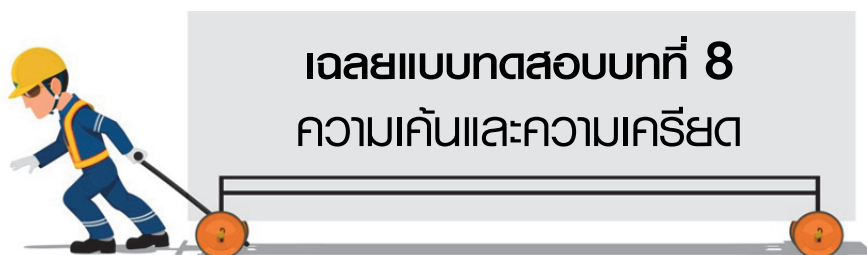
10. เสาไม้มีค่าโมเมนต์ความยาวก่อนรับแรง 3.2 m เมื่อรับแรง $F = 615 \text{ kN}$ เสาไม้หดตัวไป 8.5 mm กลสมบัติของไม้ด้านค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น $E = 101700 \text{ ksc}$ จงคำนวณหาหน้าตัดเสาไม้ที่สามารถรับแรงดังกล่าวได้

ก. $8" \times 8"$

~~ข.~~ $6" \times 6"$

ค. $5" \times 5"$

ง. $4" \times 4"$



คำสั่ง จงแสดงวิธีการทำโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1. ท่อกลมกลวงมีความยาวก่อนรับแรง 3.00 m มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับ 30 cm เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 27 cm รับแรงอัดกระทำผ่านจุดเซนทรอยด์ของหน้าตัด ทำให้เกิดการหดตัวไป 0.5 mm จงคำนวณหาค่าความเครียดที่เกิดขึ้น

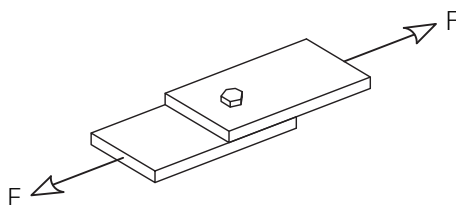
ตอบ ($\epsilon = 0.00016667$)

2. จงคำนวณหาความเค้นตึงจากของเสามีพื้นที่หน้าตัด 2500 mm^2 รับแรงอัดกระทำ $F = 225 \text{ kN}$

ตอบ ($\sigma = 90 \cdot \text{MPa}$)

3. เคเบิล (Steel Cable) มีคุณสมบัติด้านความเค้นของวัสดุที่ 1050 MPa ถ้าต้องรับแรงดึงกระทำ $F = 5000 \text{ kN}$ จงคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเคเบิลดังกล่าว

ตอบ ($D = 78 \text{ mm}$)



รูปที่ 8.18

4. จากรูปที่ 8.18 สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm แรง $F = 45 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในสลักเกลียว

ตอบ ($\tau = 91.6 \cdot \text{MPa}$)

5. จากรูปที่ 8.18 แผ่นเหล็กทั้งสองมีหน้าตัดเท่ากันที่ความกว้าง 75 mm หนา 12 mm ใช้สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm และแรง $F = 90 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นตึงจากในแผ่นเหล็ก

ตอบ ($\sigma = 136 \cdot \text{MPa}$)

6. เสาคอนกรีตมีความสูงก่อนรับแรง 5.00 m หลังจากรับแรงเสาหดตัว 3 mm จงหาความเครียดตั้งฉากที่เกิดขึ้น

ตอบ ($\epsilon = 0.0006$)

7. เเคเบิลความยาว 100 m รับแรงดึง แล้วเกิดความเครียดที่ 0.004 จงคำนวณหาค่าความยืดตัวของเคเบิลดังกล่าว

ตอบ ($\delta = 0.4 \cdot \text{m}$)

8. คอนกรีตรูปทรงกระบอก (Cylinder) มีพื้นที่หน้าตัด 18.200 mm^2 นำไปทดสอบกำลังอัดประลัยตามแนวแกน มีการติดตั้งเกจวัดการหดตัวโดยมีความยาวเดิมที่ 200 mm หลังจากให้น้ำหนักกดลงไปที่ 18.2 kN เกิดการหดตัวลงไปวัดความยาวได้ 199.9 mm จงคำนวณหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น ถ้าพิจารณาให้วัสดุเป็นแบบเชิงเส้น ความเค้นจะแปรผันตรงกับความเครียด

ตอบ ($E = 20 \cdot \text{GPa}$)

9. เหล็กยึด (Steel Rod) เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm รับแรงดึงตามแนวแกน 271 kN เกิดค่าความเครียดตั้งฉากขึ้นที่ 0.00069 จงคำนวณหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของเหล็กดังกล่าว

ตอบ ($E = 200 \cdot \text{GPa}$)

10. คอนกรีตมีพื้นที่หน้าตัด $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ ความยาว 2.00 m เมื่อรับแรงตามแนวแกน 1300 kN คอนกรีตหดตัวลง 1 mm จงคำนวณหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น ถ้าพิจารณาให้วัสดุเป็นแบบเชิงเส้น ความเค้นจะแปรผันตรงกับความเครียด

ตอบ ($E = 28.8 \cdot \text{GPa}$)

เฉลยแบบประเมินผลหลังการเรียนรู้ บทที่ 8

ความเค้นและความเครียด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย **X** ทับลงบนตัวอักษรที่ถูกต้องที่สุด

1. เสาไม้หน้าตัด $6" \times 6"$ รับแรงตามแนวแกน 23.2 kN ข้อใดคือค่าความเค้นตึงจาก

ก. $\sigma = 0.5 \cdot \text{MPa}$

~~ข.~~ $\sigma = 1.0 \cdot \text{MPa}$

ค. $\sigma = 1.5 \cdot \text{MPa}$

ง. $\sigma = 2.0 \cdot \text{MPa}$

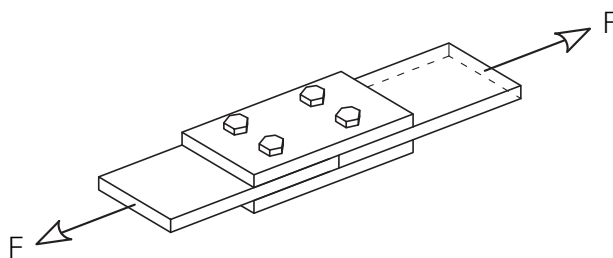
2. เเคเบิลยาว 200 m รับแรงตามแนวแกนทำให้เคเบิลยืดออก 2 mm ข้อใดคือความเครียดที่เกิดขึ้นในเคเบิล

ก. $\epsilon = 0.01$

ข. $\epsilon = 0.001$

ค. $\epsilon = 0.0001$

~~ง.~~ $\epsilon = 0.00001$



รูปที่ 8.19

3. จากรูปที่ 8.19 สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm แรง $F = 40.2 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในสลักเกลียว 1 ตัว

ก. $\tau = 10 \cdot \text{MPa}$

ข. $\tau = 6 \cdot \text{MPa}$

~~ค.~~ $\tau = 32 \cdot \text{MPa}$

ง. $\tau = 48 \cdot \text{MPa}$

4. จากรูปที่ 8.19 แผ่นเหล็กทั้งสามมีหน้าตัดเท่ากันที่ความกว้าง 100 mmหนา 9 mm ใช้สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm และแรง $F = 40.2 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นตึงจากในแผ่นเหล็กคิตที่พื้นที่หน้าตัดเต็ม

~~ก.~~ $\sigma = 44.7 \cdot \text{MPa}$

ข. $\sigma = 31.8 \cdot \text{MPa}$

ค. $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$

ง. $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$

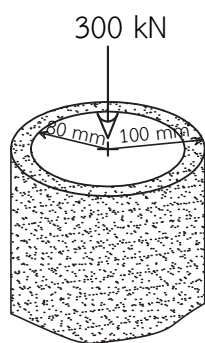
5. จากรูปที่ 8.19 แผ่นเหล็กทั้งสามมีหน้าตัดเท่ากันที่ความกว้าง 100 mmหนา 9 mm ใช้สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm และแรง $F = 40.2 \text{ kN}$ จงคำนวณหาความเค้นตั้งฉากในแผ่นเหล็กติดที่พื้นที่หน้าตัดสุทธิ

ก. $\sigma = 44.7 \cdot \text{MPa}$

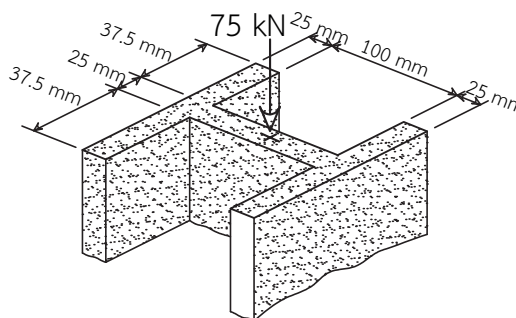
ข. $\sigma = 31.8 \cdot \text{MPa}$

~~ค.~~ $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$

ง. $\sigma = 74.4 \cdot \text{MPa}$



(ก)



(ข)

รูปที่ 8.20

6. จากรูปที่ 8.20 (ก) จงหาความเค้นตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด

ก. $\sigma = 10 \cdot \text{MPa}$

ข. $\sigma = 86.1 \cdot \text{MPa}$

ค. $\sigma = 40 \cdot \text{MPa}$

~~ง.~~ $\sigma = 106.1 \cdot \text{MPa}$

7. จากรูปที่ 8.20 (ข) จงหาความเค้นตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด

~~ก.~~ $\sigma = 10 \cdot \text{MPa}$

ข. $\sigma = 86.1 \cdot \text{MPa}$

ค. $\sigma = 40 \cdot \text{MPa}$

ง. $\sigma = 106.1 \cdot \text{MPa}$

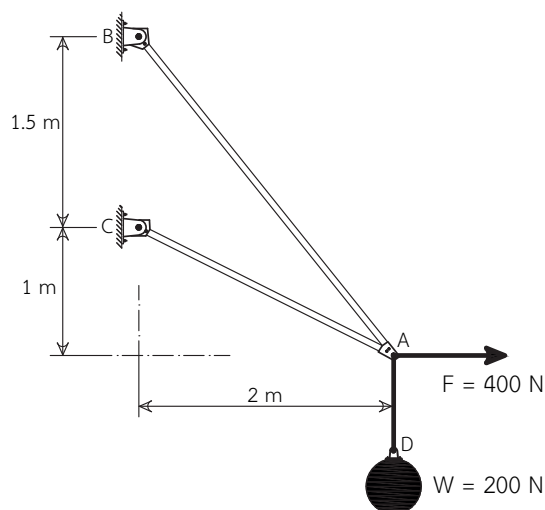
8. จากรูปที่ 8.21 ข้อใดคือความเค้นของท่อน AB และท่อน AC ถ้ากำหนดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm

ก. $\sigma_{AB} = 0 \cdot \text{MPa}$, $\sigma_{AC} = 9.4 \cdot \text{MPa}$

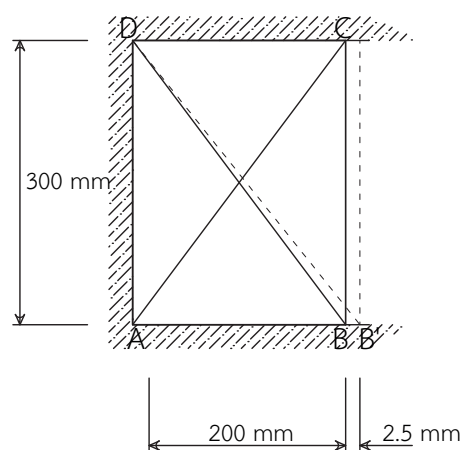
~~ข.~~ $\sigma_{AB} = 0 \cdot \text{MPa}$, $\sigma_{AC} = 5.7 \cdot \text{MPa}$

ค. $\sigma_{AB} = 7.5 \cdot \text{MPa}$, $\sigma_{AC} = 5.7 \cdot \text{MPa}$

ง. $\sigma_{AB} = 7.5 \cdot \text{MPa}$, $\sigma_{AC} = 9.4 \cdot \text{MPa}$



รูปที่ 8.21



รูปที่ 8.22

9. จากรูปที่ 8.22 ข้อใดคือค่าความเครียดของแนวเส้น BD และความเครียดเฉือนที่มุม D

ก. $\epsilon = 0.001743$, $\phi = 0.005560 \cdot \text{rad}$ ข. $\epsilon = 0.002125$, $\phi = 0.007453 \cdot \text{rad}$

ค. $\epsilon = 0.003863$, $\phi = 0.008333 \cdot \text{rad}$ ง. $\epsilon = 0.004953$, $\phi = 0.009810 \cdot \text{rad}$

10. เสาไม้มีค่าโมเมนต์ความยาวก่อนรับแรง 3.2 m เมื่อรับแรง $F = 615 \text{ kN}$ เสาไม้หดตัวไป 8.5 mm กลสมบัติของไม้ด้านค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น $E = 101700 \text{ ksc}$ จงคำนวณหาหน้าตัดเสาไม้ที่สามารถรับแรงดังกล่าวได้

ก. $4" \times 4"$

ข. $5" \times 5"$

ค. $6" \times 6"$

ง. $8" \times 8"$