



แผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

สาขาวิชาช่างกลโรงงาน

กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมการผลิต

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

โดย

นายเทวนาถ สุดใจ

รหัสวิชา 30100-1015 วิชาความแข็งแรงของวัสดุ

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัสวิชา 30100-0101 ท-ป-น 3-0-3 นี้มุ่งเน้นสมรรถนะและบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นคู่มือประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาเพื่อพัฒนาผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

การจัดทำได้มีการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

- 1) ระบบแรง
- 2) โมเมนต์และแรงคู่ควบ
- 3) ระบบสมดุล
- 4) โครงสร้าง
- 5) แรงกระจาย
- 6) โมเมนต์ความเฉื่อย

พร้อมทั้ง แบบฝึกหัด ใบงาน แบบทดสอบพร้อมเฉลย และสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในสถานการณ์ต่าง ๆ มีทักษะการคิดและแก้ปัญหา และบูรณาการกับการทำงานตามสาขาอาชีพต่าง ๆ ต่อไป

ผู้จัดทำหวังว่าแผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้คงจะเป็นแนวทางและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน และผู้สนใจทั่วไป หากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้จัดทำยินดีน้อมรับไว้เพื่อปรับปรุงในโอกาสต่อไป

(นายพิทวัส ยืนยง)
ครูผู้สอน
วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

สารบัญ

หน้า

คำนำ

สารบัญ

หลักสูตรรายวิชา

มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)

x

x

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้	X
หน่วยการเรียนรู้	X
ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้	X
หน่วยที่ 1 เรื่อง/งาน ระบบแรง	X
แผนการจัดการเรียนรู้	X
ใบความรู้	X
ใบงาน	X
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	X
หน่วยที่ 2 เรื่อง/โมเมนต์และแรงคู่ควบ	X
แผนการจัดการเรียนรู้	X
ใบความรู้	X
ใบงาน	X
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	X
หน่วยที่ 3 เรื่อง/ระบบสมดุล	X
แผนการจัดการเรียนรู้	X
ใบความรู้	X
ใบงาน	X
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	X
หน่วยที่ 4 เรื่อง/ โครงสร้าง	X
แผนการจัดการเรียนรู้	X
ใบความรู้	X
ใบงาน	X
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	X
หน่วยที่ 5 เรื่อง/แรงกระจาย	X
แผนการจัดการเรียนรู้	X
ใบความรู้	X
ใบงาน	X
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	X
หน่วยที่ 6 เรื่อง/โมเมนต์ความเฉื่อย	X
แผนการจัดการเรียนรู้	X
ใบความรู้	X
ใบงาน	X
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	X



หลักสูตรรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมการผลิต สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน

รหัส 30100-1015 ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

ทฤษฎี 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

-

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วน โครงสร้าง และเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจแนวคิดของความเค้นและความเครียด และสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

2. สามารถประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วน โครงสร้างและเครื่องจักรกล

3. มีเจตคติที่ดีในการสืบค้นความรู้และใช้หลักเหตุผลของกลศาสตร์ของแข็งในการแก้ปัญหา มีความตระหนัก ถึงความปลอดภัยและความคุ้มค่าของวัสดุ

4. สามารถประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

สมรรถนะรายวิชา

1. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการของความเค้น ความเครียด แรงบิด แรงดัด โมเมนต์รวมกับพื้นที่ และสมบัติความแข็งแรงของวัสดุ

2. คำนวณความแข็งแรงของชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกล คำนวณและออกแบบภาชนะความดัน เพลารับแรงและทอร์ค คานรับแรงและโมเมนต์ดัด

3. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและ เครื่องจักรกลในงานอาชีพ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาแนวคิดและองค์ประกอบของความเค้นและความเครียด ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของวัสดุ กฎสภาพยืดหยุ่นของฮุก มอดูลัสความยืดหยุ่น ความเค้นเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ความเค้นในวัสดุซึ่งต่อกันโดยการเชื่อมและการใช้หมุดย้ำ ความเค้นในภาชนะความดัน การบิดของเพล่า ทฤษฎีของคาน แผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด ความเค้นดัดและความเค้นเฉือนในคาน การหาระยะแอน ตัวของคาน โดยวิธีโมเมนต์รวมกับพื้นที่ การรวมความเค้นและการประยุกต์ความรู้ในงานอาชีพ

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ (แบบ 1)

รหัส.....30100-1013..... ชื่อวิชาความแข็งแรงของวัสดุ.....

ทฤษฎี.....3..... ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ.....0..... ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน.....3..... หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวน ชั่วโมง ท/ป
	พุทธิพิสัย						ทักษะ พิสัย	จิต พิสัย	ประยุกต์ ใช้		
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์					
1) ระบบแรง	1	-	2	-	1	-	5	7	2	18	15/0
2) โมเมนต์และแรงคู่ควบ	-	1	-	-	1	-	5	7	2	16	6/0
3) ระบบสมดุล	1	1	1	-	-	-	5	7	2	17	9/0
4) โครงสร้าง	1	1	1	1	-	-	5	7	2	18	6/0
5) แรงกระจาย	1	1	-	1	-	-	5	7	1	16	3/0
6) โมเมนต์ความเฉื่อย	1	1	1	1	-	-	5	5	1	17	6/0

รวม	5	5	5	3	2		30	40	10	100	
ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (เมื่อเรียนรายวิชานี้สำเร็จแล้วทำอะไรได้)											
รวมทั้งรายวิชา											45

หน่วยการเรียนรู้

รหัส 30100-1013 ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

ทฤษฎี 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

[illegible]

	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา			
	รวม	45	0	45

การวัดและการประเมินผล

วิธีวัดผล

1. ทดสอบก่อนเรียน
2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
3. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
4. ทำแผนผังความคิด
5. ทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วย
6. ทดสอบหลังเรียน
7. การสังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล (ภาคผนวก ข)
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (ภาคผนวก ค)
4. รูปแบบแผนผังความคิดผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบ
5. แบบฝึกหัดท้ายหน่วย
6. แบบทดสอบหลังเรียน
7. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยผู้สอนและผู้เรียนร่วมกัน

ประเมิน (ภาคผนวก จ)

เกณฑ์การประเมินผล

1. ทดสอบก่อนเรียน ไม่มีเกณฑ์การประเมิน ทดสอบเพื่อไว้เปรียบเทียบกับหลังเรียน
2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
3. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม เกณฑ์ผ่าน ร้อยละ 70 ขึ้นไป
4. แผนผังความคิดมีความถูกต้อง ประเด็นครบถ้วน มีความน่าสนใจ เกณฑ์ผ่านร้อยละ 70 ขึ้นไป

5. ทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วย เกณฑ์ผ่าน ร้อยละ 70 ขึ้นไป
6. ประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง เกณฑ์ผ่านร้อยละ 80 ขึ้นไป
7. ทดสอบหลังเรียน ใช้เปรียบเทียบกับก่อนเรียน เพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ



	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๑
	รหัสวิชา...๓๐๑๐๐-๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑๕
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ระบบแรง	ทฤษฎี ๓ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/ระบบแรง		

๑. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

แรงเป็นหัวใจสำคัญของกลศาสตร์วิศวกรรม ความรู้เกี่ยวกับระบบแรงจะเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษากลศาสตร์ในขั้นสูงต่อไป เช่น การวิเคราะห์โครงสร้าง การวิเคราะห์ความเค้น เป็นต้น แรงเป็นเวกเตอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งต้องมีการกำหนดทั้งขนาดและทิศทาง การรวมแรงจึงไม่สามารถทำได้แบบพีชคณิตทั่วไปได้ ในบทนี้เป็นการศึกษาลักษณะของแรง การรวมแรงแบบต่าง ๆ ทั้งในระนาบและระบบปริภูมิ

๒. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

๓. สมรรถนะประจำหน่วย

๑. บอกความหมายของสเกลาร์และเวกเตอร์ได้
๒. หาแรงรวมในระนาบได้
๓. คำนวณหาแรงย่อยโดยการแตกแรงได้
๔. คำนวณหาแรงรวมจากแรงย่อยในระนาบ xy ได้
๕. คำนวณแรงในระบบปริภูมิได้

๔. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับระบบแรงทั้งในระนาบและปริภูมิ
๒. เพื่อให้มีความเข้าใจในการหาแรงย่อยและแรงลัพธ์ของแรงในระนาบและปริภูมิ

๕. สารการเรียนรู้

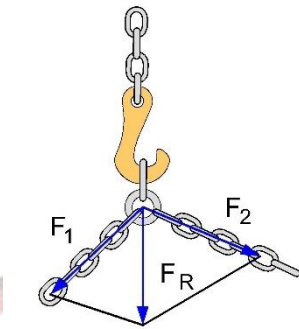
๑. สเกลาร์และเวกเตอร์
๒. การรวมแรงในระนาบ
๓. การแตกแรง
๔. การรวมแรงย่อยแกน x แกน y
๕. ระบบแรงปริภูมิ

๖. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

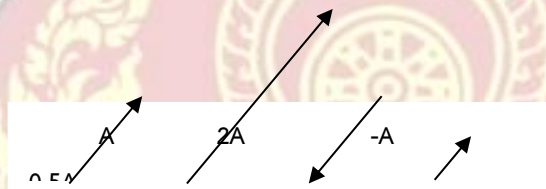
๑. นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามนำเข้า เช่น
 - เมื่อนำเหล็กมาต่อกัน นักศึกษาสามารถวัดขนาดเหล็กโดยการบวกกัน แต่ทำไมระยะขจัดซึ่งมีหน่วยเหมือนกันกับขนาดของเหล็ก จึงไม่สามารถวัดด้วยการบวกกันได้โดยตรง
 - ทำไม้คน ๒ คน ออกแรงดึงเชือก ๒ เส้น ที่ยึดไว้กับรถ โดยออกแรงต่างทิศทางกัน แต่รถสามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงได้

๒. ผู้เรียนยกตัวอย่างการกระทำของแรงในงานทางด้านวิศวกรรม



ขั้นตอน

๓. ครูใช้สื่อ Power Point ประกอบการอธิบายเพื่อแสดงให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติต่างๆ ของเวกเตอร์ (vectors) ได้แก่ การเขียนสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ การคูณหรือหารเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ การรวมและการลบเวกเตอร์

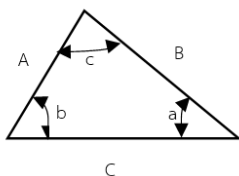


จากนั้นครูเชื่อมโยงจากคุณสมบัติของเวกเตอร์ไปถึงลักษณะของแรง เพื่อให้ผู้เรียนตั้งข้อสังเกตว่า แรงเป็นเวกเตอร์ชนิดหนึ่ง และให้ผู้เรียนช่วยกันสรุป ข้อกำหนดและเงื่อนไขของแรง โดยที่แรงต้องมีการกำหนดคุณลักษณะ ดังนี้

- ขนาด (magnitude) เป็นการบอกถึงปริมาณความมากน้อยของแรง มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) และ
- ทิศทาง (direction) เป็นการบอกถึงแนวของแรงที่กระทำโดยวัดแนวแรงกับแกนอ้างอิงว่าแนวแรงกระทำในทิศทางมุมเท่าใดกับวัตถุ และบอกถึงทิศทางที่แรงกระทำกับวัตถุว่าไปทางซ้ายหรือขวา ขึ้นหรือลง ซึ่งสามารถแสดงด้วยหัวลูกศร

๔. ครูใช้สื่อ Power Point ประกอบการอธิบายหลักการรวมเวกเตอร์ โดยใช้วิธีการวาดรูป และวิธีการคำนวณโดยใช้หลักการตรีโกณมิติ

กฎโคไซน์

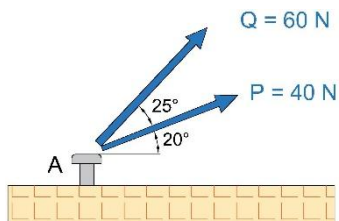


$$C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos c}$$

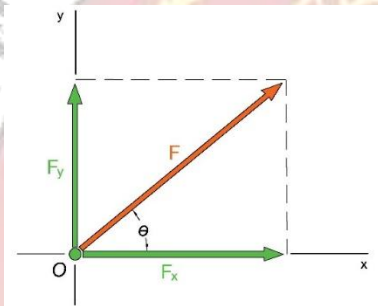
กฎไซน์

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

๕. ครูให้ผู้เรียนฝึกการหาแรงลัพธ์ โดยยกตัวอย่างแรง ๒ แรง คือ แรง P และแรง Q กระทำต่อหมุด A



๖. ครูอธิบายหลักการแตกแรง เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ แรง F ที่แตกไปในทิศทางแกน x และแกน y เรียกว่าแรงย่อยในแนวแกน x (F_x) และแรงย่อยในแนวแกน y (F_y) ตามลำดับ โดยการแตกแรงนี้ใช้วิธีการวาดรูปเป็นรูปสี่เหลี่ยม



ค่าของแรง F_x และ F_y อาจเป็นบวกหรือลบก็ได้ขึ้นกับทิศของแรงที่กระทำ ถ้าแรงมีทิศชี้ไปทางบวกค่าจะเป็นบวก และเช่นเดียวกันถ้าแรงมีทิศชี้ไปทางลบค่าจะเป็นลบ ส่วนขนาดของแรงย่อยทั้ง ๒ นี้สามารถหาได้จากสมการดังสมการด้านล่าง เมื่อ θ คือ มุมที่แรง F กระทำต่อแกน x

$$F_x = F \cos \theta$$

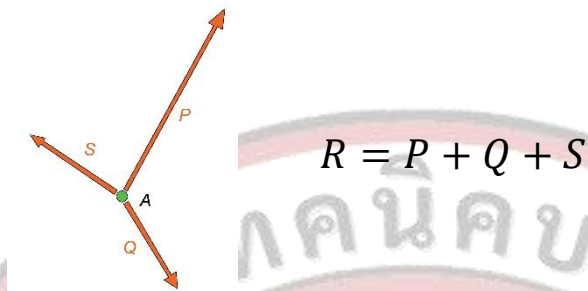
$$F_y = F \sin \theta$$

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

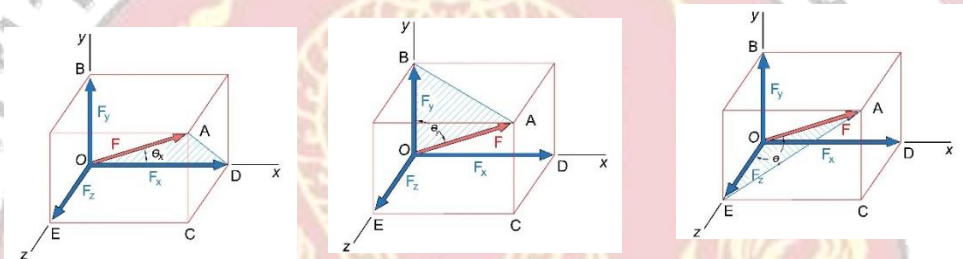
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

๗. ครูยกตัวอย่างให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโจทย์การแตกแรง

๘. ครูอธิบายหลักการรวมแรงย่อยที่มี ๓ แรงขึ้นไป โดยใช้หลักการแตกแรงแล้วรวมแรงย่อย และให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาโจทย์ที่มีแรงกระทำมากกว่า ๓ แรงขึ้นไป



๙. ครูอธิบายหลักการของแรงในระบบปริภูมิ และให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโจทย์แรงในระบบปริภูมิ



ความสัมพันธ์ระหว่างแรง F กับแรงย่อย F_x F_y และ F_z คือ

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

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

$$\cos^2 \theta_x + \cos^2 \theta_y + \cos^2 \theta_z = 1$$

เมื่อมุม θ_x θ_y และ θ_z คือมุมที่แรง F กระทำกับแกน x y และ z ตามลำดับ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

๑๐. ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียน
๑๑. ผู้เรียนทำกิจกรรมใบงาน

๗. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๑. หนังสือเรียนวิชาความแข็งแรงของวัสดุ
๒. PowerPoint ระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสายพาน เรื่อง ชนิดของสายพานและการคำนวณการส่งกำลังด้วยสายพานแบน
๓. PowerPoint สรุป หนังสือเรียนวิชาความแข็งแรงของวัสดุ

๘. หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ หลักฐานความรู้

๑. บันทึกการสอน
๒. ใบเสร็จรายชื่อ

๘.๒ หลักฐานการปฏิบัติงาน

๑. แผนจัดการเรียนรู้
๒. การตรวจประเมินผลงาน

๙. การวัดและประเมินผล

การวัดผลและการประเมินผล

วิธีวัดผล

๑. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
๒. ตรวจกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
๓. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้
๔. ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
๕. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

เครื่องมือวัดผล

๑. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
๒. แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
๓. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
๔. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
๕. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมินผล

๑. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
๒. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (๕๐ % ขึ้นไป)
๓. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน คือ ๕๐%
๔. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ มีเกณฑ์ผ่าน ๕๐%

๑๐. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

๑๐.๒ ปัญหา อุปสรรคที่พบ

๑๐.๓ การแก้ไขปัญหา

๑) ผลการแก้ไขปัญหที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

๒) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....



๖. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

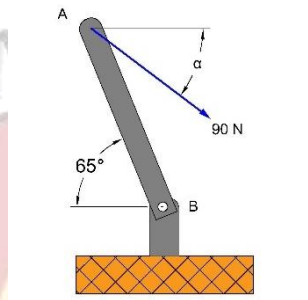
คำชี้แจง

ให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยการอธิบายหรือแสดงวิธีทำตามที่โจทย์กำหนด

๒.๑.๑ จากรูป แรง ๙๐ N กระทำต่อคันโยก AB ถ้าความยาวคันโยกเท่ากับ ๒๒๕ mm และมุม α เท่ากับ ๒๕

คำชี้แจง

จงคำนวณหาโมเมนต์ของแรงนี้รอบจุด B ใช้วิธีการคำนวณโดยการแตกแรงย่อยไปในแนวนอนและแนวตั้ง

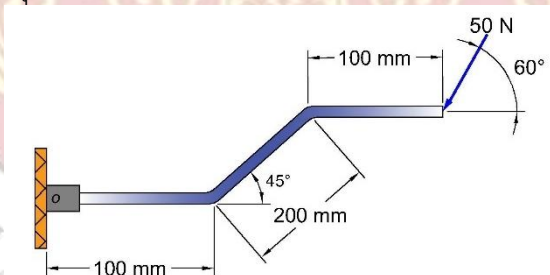


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_B &= (90 \cos 25^\circ \text{ N})(225 \sin 65^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (90 \sin 25^\circ \text{ N})(225 \cos 65^\circ \text{ mm}) \\ &= 13016.4 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 13.02 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด B เท่ากับ $13.02 \text{ N} \cdot \text{m}$ ทิศตามเข็มนาฬิกา

๒.๑.๒ จากรูป จงหาโมเมนต์รอบจุด O

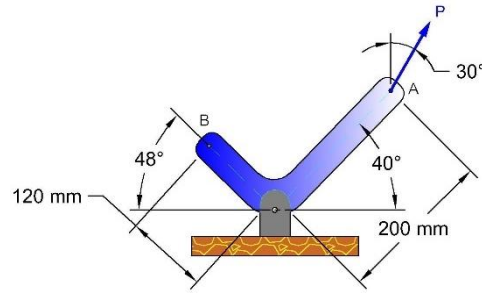


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (50 \cos 60^\circ \text{ N})(200 \sin 45^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (50 \sin 60^\circ \text{ N})(100 \text{ mm} + 200 \cos 45^\circ \text{ mm} + 100 \text{ mm}) \\ &= -11248.44 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 11.25 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ $11.25 \text{ N} \cdot \text{m}$ ทิศตามเข็มนาฬิกา

๒.๑.๓ แรง P ขนาด ๓๐๐ N กระทำต่อข้อเหวี่ยงที่จุด A ดังรูป จงคำนวณหาโมเมนต์ของแรง P รอบจุด O

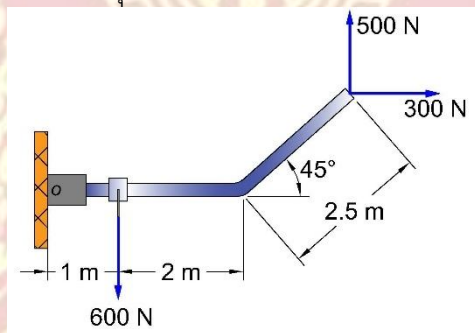


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (300 \cos 30^\circ \text{ N})(200 \cos 40^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (300 \sin 30^\circ \text{ N})(200 \sin 40^\circ \text{ mm}) \\ &= 20521.21 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 20.5 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ $20.5 \text{ N} \cdot \text{m}$ ทิศทวนเข็มนาฬิกา

๒.๑.๔ จากรูป จงคำนวณหาโมเมนต์รวมรอบจุด O

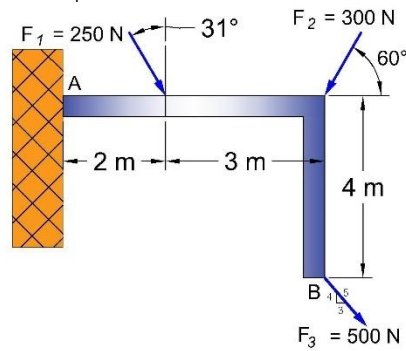


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (600 \text{ N})(1 \text{ m}) + (300 \text{ N})(2.5 \sin 45^\circ \text{ m}) \\ &\quad - (500 \text{ N})(1 \text{ m} + 2 \text{ m} + 2.5 \cos 45^\circ \text{ m}) \\ &= -1253.5 \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= 1.25 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ $1.25 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ทิศทวนเข็มนาฬิกา

๒.๑.๕ จากรูป จงคำนวณหาโมเมนต์รวมรอบจุด A



วิธีทำ

$$\begin{aligned} \sum M_A &= (250 \sin 31^\circ \text{ N})(2\text{ m}) + (300 \sin 60^\circ \text{ N})(5\text{ m}) - \\ &\quad \left(500 \frac{3}{5} \text{ N}\right)(4\text{ m}) + \left(500 \frac{4}{5} \text{ N}\right)(5\text{ m}) \\ &= 2349.04 \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= 2.3 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด A เท่ากับ $2.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ทิศตามเข็มนาฬิกา

๗. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

๓๐๑๐๐-๑๐๑๕ หนังสือเรียนวิชาความแข็งแรงของวัสดุ

๘. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

ให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยการอธิบายหรือแสดงวิธีทำตามข้อที่กำหนด

๒.๑.๑ จากรูป แรง ๙๐ N กระทำต่อคันโยก AB ถ้าความยาวคันโยกเท่ากับ ๒๒๕ mm และมุม α เท่ากับ ๒๕

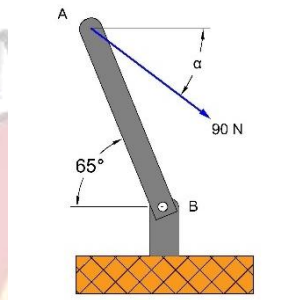
องศา

องศา

องศา

องศา

จงคำนวณหาโมเมนต์ของแรงนี้รอบจุด B ใช้วิธีการคำนวณโดยการแตกแรงย่อยไปในแนวนอนและแนวตั้ง

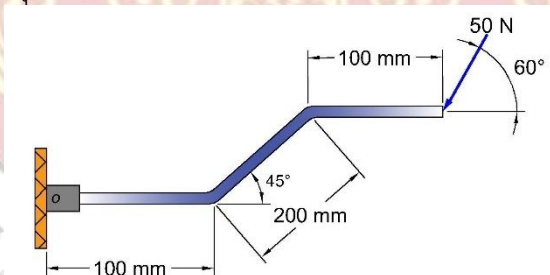


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_B &= (90 \cos 25^\circ \text{ N})(225 \sin 65^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (90 \sin 25^\circ \text{ N})(225 \cos 65^\circ \text{ mm}) \\ &= 13016.4 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 13.02 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด B เท่ากับ $13.02 \text{ N} \cdot \text{m}$ ทิศตามเข็มนาฬิกา

๒.๑.๒ จากรูป จงหาโมเมนต์รอบจุด O

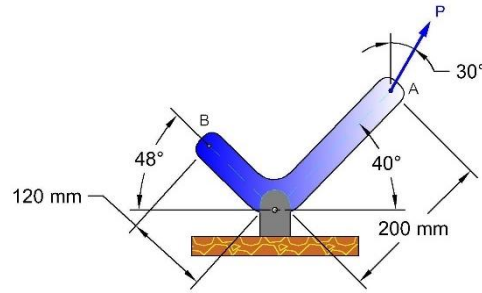


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (50 \cos 60^\circ \text{ N})(200 \sin 45^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (50 \sin 60^\circ \text{ N})(100 \text{ mm} + 200 \cos 45^\circ \text{ mm} + 100 \text{ mm}) \\ &= -11248.44 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 11.25 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ $11.25 \text{ N} \cdot \text{m}$ ทิศตามเข็มนาฬิกา

๒.๑.๓ แรง P ขนาด ๓๐๐ N กระทำต่อข้อเหวี่ยงที่จุด A ดังรูป จงคำนวณหาโมเมนต์ของแรง P รอบจุด O

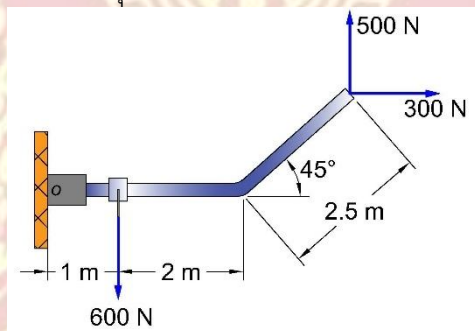


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (300 \cos 30^\circ \text{ N})(200 \cos 40^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (300 \sin 30^\circ \text{ N})(200 \sin 40^\circ \text{ mm}) \\ &= 20521.21 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 20.5 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ $20.5 \text{ N} \cdot \text{m}$ ทิศทวนเข็มนาฬิกา

๒.๑.๔ จากรูป จงคำนวณหาโมเมนต์รวมรอบจุด O

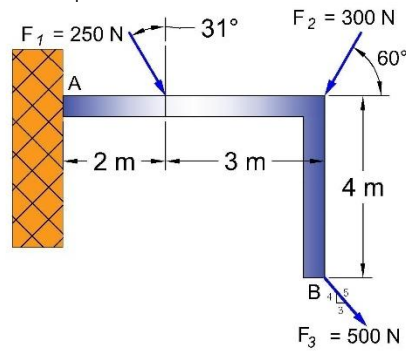


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (600 \text{ N})(1 \text{ m}) + (300 \text{ N})(2.5 \sin 45^\circ \text{ m}) \\ &\quad - (500 \text{ N})(1 \text{ m} + 2 \text{ m} + 2.5 \cos 45^\circ \text{ m}) \\ &= -1253.5 \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= 1.25 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ $1.25 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ทิศทวนเข็มนาฬิกา

๒.๑.๕ จากรูป จงคำนวณหาโมเมนต์รวมรอบจุด A



วิธีทำ

$$\begin{aligned} \sum +M_A &= (250 \sin 30^\circ \text{ N})(2\text{ m}) + (300 \sin 60^\circ \text{ N})(5\text{ m}) - \\ &\quad \left(500 \frac{3}{5} \text{ N}\right)(4\text{ m}) + \left(500 \frac{4}{5} \text{ N}\right)(5\text{ m}) \\ &= 2349.04 \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= 2.3 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด A เท่ากับ $2.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ทิศตามเข็มนาฬิกา

บันทึกหลังการสอน

๑. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

๑.๑ วัน เดือน ปีสอนครั้งที่ ...๑/๑๘... สาขา/ชั้นปี.....จำนวนผู้เรียน.....คน
มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

๑.๒ หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

๑.๓ กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

๑.๔ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

๒. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

๒.๑ การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

.....

๒.๒ สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

.....

๒.๓ สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

.....

๒.๔ ผลการสอนของครู :

.....

๒.๕ ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

.....

๓. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

๓.๑ ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

.....

๓.๒ แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน :

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๒
	รหัสวิชา...๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สัปดาห์ที่ ๒-๕
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ โมเมนต์และแรงคู่ควบ	ทฤษฎี ๓ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/ โมเมนต์และแรงคู่ควบ		

๑. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

วัตถุใด ๆ เมื่อมีแรงมากระทำย่อมต้องมีผลต่อการกระทำนั้น การกระทำที่ทำให้เกิดการหมุนเรียกว่า โมเมนต์ของแรง (moment of force) นั้นหมายถึง ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุหมุนไปรอบจุดหมุน ดังนั้นค่า โมเมนต์ของแรงหาได้จากผลคูณของแรงนั้นกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน

แรงคู่ควบ คือ แรงขนานสองแรงที่มีขนาดเท่ากันกระทำต่อวัตถุหนึ่งหรือระบบหนึ่งในทิศตรงข้าม เป็นแรง ทำให้วัตถุไม่สมดุลต่อการหมุน เนื่องจากแรงลัพธ์ของแรงคู่ควบเป็นศูนย์เพราะแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แรงคู่ควบ จึงจะไม่มีผลในการเลื่อนตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เป็นอิสระ แต่จะมีผลเฉพาะทำให้เกิดการหมุนอย่าง เดียว นั่นคือเกิดโมเมนต์ขึ้น โมเมนต์ของแรงคู่ควบใด ๆ มีขนาดเท่ากับผลคูณของขนาดของแรงใดแรงหนึ่งกับ ระยะตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสอง ซึ่งจะหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือหมุนทวนเข็มนาฬิกาขึ้นอยู่กับทิศของแรงคู่ควบ

๒. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

๓. สมรรถนะประจำหน่วย

๑. คำนวณโมเมนต์ของแรงได้
๒. คำนวณหาโมเมนต์รวมในระนาบได้
๓. คำนวณโมเมนต์ในปริภูมิได้
๔. คำนวณหาโมเมนต์รวมในปริภูมิได้
๕. คำนวณหาแรงคู่ควบได้
๖. คำนวณหาโมเมนต์รวมของแรงคู่ควบได้

๔. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเรื่องโมเมนต์ทั้งในระนาบและปริภูมิ
๒. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเรื่องแรงคู่ควบ

๕. สารการเรียนรู้

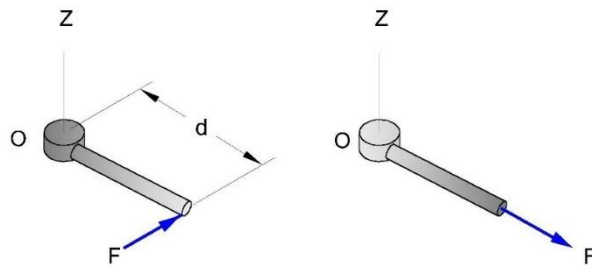
๑. โมเมนต์ของแรง
๒. โมเมนต์รวมในระนาบ
๓. โมเมนต์ในปริภูมิ
๔. โมเมนต์รวมในปริภูมิ
๕. แรงคู่ควบ
๖. การรวมโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

๖. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑. นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามนำเข้า เช่น
 - การที่วัตถุโดนแรงกระทำ บางครั้งอาจเกิดการหมุนหรือไม่เกิดการหมุน เป็นเพราะเหตุใด
 - วัตถุอาจโดนแรงกระทำได้หลาย ๆ แบบ แรงที่กระทำมีความแตกต่างกันอย่างไร

๒. ผู้เรียนยกตัวอย่างชิ้นงานที่เกิดการหมุนในลักษณะที่เกิดโมเมนต์และไม่เกิดโมเมนต์



ขั้นตอน

๓. ครูใช้สื่อ Power Point ประกอบการอธิบายลักษณะของโมเมนต์ และอธิบายสูตรการคำนวณหาขนาดของโมเมนต์

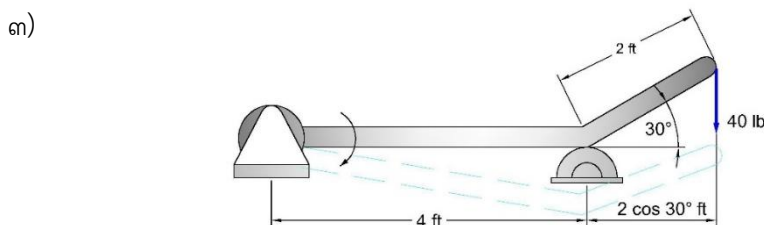
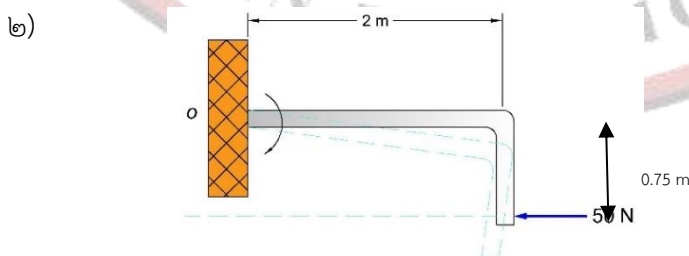
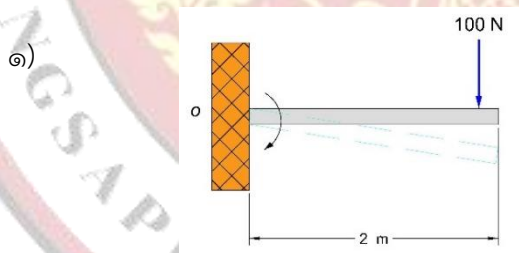
$$M_O = Fd$$

เมื่อ d คือ ระยะแกนหมุน หรือ ระยะตั้งฉากจากจุดหมุน (O) ไปแนวแรง หน่วยของโมเมนต์คือหน่วยของแรงคูณกับระยะทาง ตัวอย่างเช่น N·m หรือ lb·ft

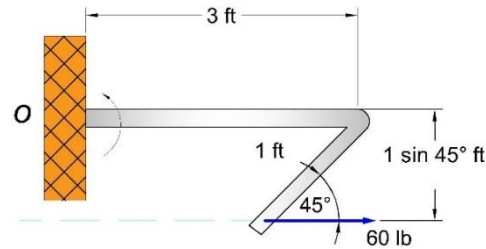
โดยที่ทิศทางของโมเมนต์กำหนดตามกฎมือขวา โดยชี้นิ้วทั้งสี่ไปในทิศทางการหมุนหรือทิศของแรง F ได้ว่าทิศของนิ้วโป้งคือทิศของโมเมนต์

๔. ครูให้ผู้เรียนฝึกคำนวณหาโมเมนต์ของแรงในรูปแบบต่างๆ เพื่อทดสอบความเข้าใจในหลักการของโมเมนต์

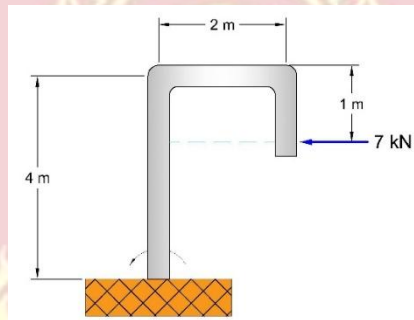
โดยให้ผู้เรียนคำนวณหาโมเมนต์ของแรง F รอบจุด O



๔)



๕)

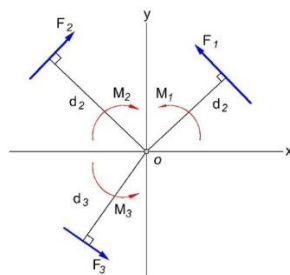


๕. ครูใช้สื่อ Power Point อธิบายกรณีการเกิดโมเมนต์มากกว่าหนึ่งโมเมนต์ สามารถคำนวณได้โดยนำขนาดของโมเมนต์มารวมกันแบบสเกลาร์โดยกำหนดทิศทางโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเป็นบวก และโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเป็นลบ สามารถหาโมเมนต์รวมรอบจุด O ได้ดังนี้

$$\sum (M_R)_O = \sum Fd$$

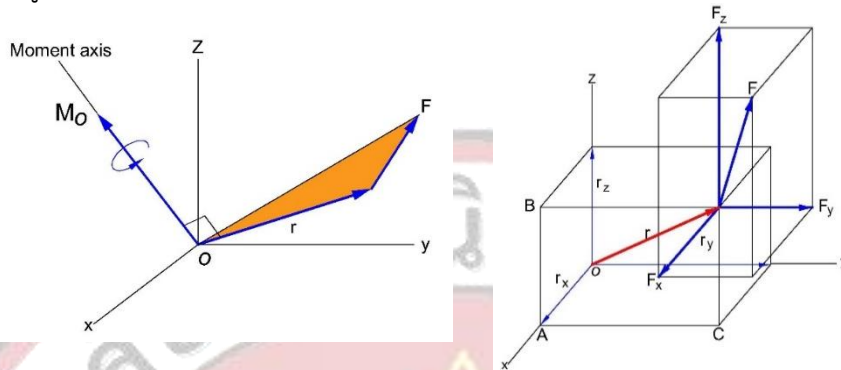
$$(M_R)_O = F_1d_1 - F_2d_2 + F_3d_3$$

ทิศของโมเมนต์รวมขึ้นกับทิศทางที่ได้กำหนดไว้ตอนแรก นั่นคือโมเมนต์รวมจะมีทิศทวนเข็มนาฬิกาเมื่อผลลัพธ์ของโมเมนต์มีทิศเป็นบวก เช่นเดียวกันถ้าผลลัพธ์มีทิศเป็นลบ นั่นคือ โมเมนต์รวมมีทิศตามเข็มนาฬิกา



๖. ครูให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับโมเมนต์รวมในระนาบ โดยยกตัวอย่างการกระทำของแรงต่อชิ้นส่วนในลักษณะต่าง ๆ

๗. ครูอธิบายการเกิดโมเมนต์ในปริภูมิ เมื่อกำหนดให้แกน x-y-z เป็นแกนปริภูมิ มีแรง F ทำให้เกิดโมเมนต์ แสดงดังรูป



๘. ครูให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับโมเมนต์รวมในปริภูมิ โดยยกตัวอย่างการกระทำของแรงต่อชิ้นส่วนในลักษณะต่าง ๆ

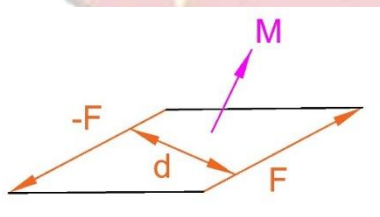
๙. ครูอธิบายหลักการของแรงคู่ควบ (couple) แรงคู่ควบคือ แรงสองแรงที่ขนานกันมีขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงข้ามกัน แสดงดังรูป แรงทั้งสองมีระยะห่างเท่ากับ d ด้วยแรงลัพธ์ของแรงคู่ควบมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นแรงคู่ควบจะทำให้เกิดการหมุนเท่านั้นไม่สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ได้



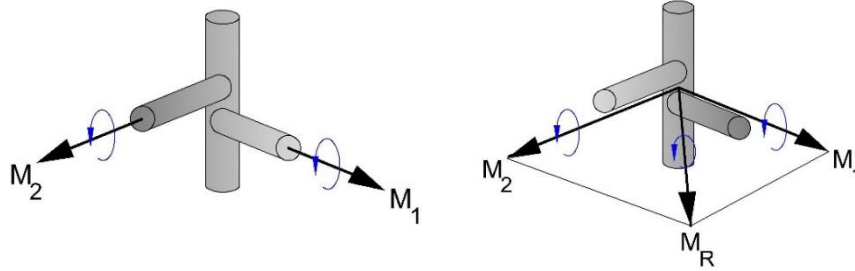
โมเมนต์ที่เกิดจากแรงคู่ควบ เรียกว่า โมเมนต์ของแรงคู่ควบ (couple moment) คำนวณได้ดังนี้

$$M = Fd$$

และทิศทางโมเมนต์ของแรงคู่ควบแสดงดังรูป



๑๐. ครูอธิบายหลักการรวมโมเมนต์ของแรงคู่ควบ โมเมนต์ของแรงคู่ควบเป็นเวกเตอร์ ดังนั้นการรวมโมเมนต์ต้องรวมแบบเวกเตอร์ ตัวอย่างเช่น มีโมเมนต์ M_o และ M_b กระทำดังรูป ด้วยโมเมนต์ทั้งสองเป็นเวกเตอร์อิสระ สามารถรวมโมเมนต์โดยการนำทางของโมเมนต์มาต่อชนในระนาบเดียวกัน โดยที่ $M_R = M_o + M_b$ แสดงดังรูป



๑๑. ครูให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับแรงคู่ควบและโมเมนต์ของแรงคู่ควบ โดยยกตัวอย่างการกระทำของแรงต่อชิ้นส่วนในลักษณะต่าง ๆ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

๑๒. ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียน

๑๓. ผู้เรียนทำกิจกรรมใบงาน

๗. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๑. ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕ หนังสือเรียนวิชาความแข็งแรงของวัสดุ
๒. PowerPoint
๓. PowerPoint สรุป ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕ หนังสือเรียนวิชาความแข็งแรงของวัสดุ

๘. หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ หลักฐานความรู้

๑. บันทึกการสอน
๒. ใบเช็ครายชื่อ

๘.๒ หลักฐานการปฏิบัติงาน

๑. แผนจัดการเรียนรู้
๒. การตรวจประเมินผลงาน

๙. การวัดและประเมินผล

การวัดผลและการประเมินผล

วิธีวัดผล

๑. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
๒. ตรวจกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
๓. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้
๔. ประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
๕. สังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

เครื่องมือวัดผล

๑. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
๒. แบบประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
๓. แบบสังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
๔. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
๕. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมินผล

๑. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
๒. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (๕๐ % ขึ้นไป)
๓. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน คือ ๕๐%
๔. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ มีเกณฑ์ผ่าน ๕๐%

๑๐. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

๑๐.๒ ปัญหา อุปสรรคที่พบ

๑๐.๓ การแก้ไขปัญหา

๑) ผลการแก้ไขปัญหาส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

๒) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป



บันทึกหลังการสอน

๑. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

๑.๑ วัน เดือน ปีสอนครั้งที่ ...๑/๑๘... สาขา/ชั้นปี.....จำนวนผู้เรียน.....คน
มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

๑.๒ หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

๑.๓ กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

๑.๔ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

๒. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

๒.๑ การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

.....

๒.๒ สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

.....

๒.๓ สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

.....

๒.๔ ผลการสอนของครู :

.....

.....

๒.๕ ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

.....

๓. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

๓.๑ ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

.....

๓.๒ แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน :

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๓
	รหัสวิชา...๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สัปดาห์ที่ ๖-๗
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ โมเมนต์และแรงคู่ควบ	ทฤษฎี ๓ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/ โมเมนต์และแรงคู่ควบ		

๑. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

วัตถุใด ๆ เมื่อมีแรงมากระทำย่อมต้องมีผลต่อการกระทำนั้น การกระทำที่ทำให้เกิดการหมุนเรียกว่า โมเมนต์ของแรง (moment of force) นั้นหมายถึง ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุหมุนไปรอบจุดหมุน ดังนั้นค่า โมเมนต์ของแรงหาได้จากผลคูณของแรงนั้นกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน

แรงคู่ควบ คือ แรงขนานสองแรงที่มีขนาดเท่ากันกระทำต่อวัตถุหนึ่งหรือระบบหนึ่งในทิศตรงข้าม เป็นแรง ทำให้วัตถุไม่สมดุลต่อการหมุน เนื่องจากแรงลัพธ์ของแรงคู่ควบเป็นศูนย์เพราะแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แรงคู่ควบ จึงจะไม่มีผลในการเลื่อนตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เป็นอิสระ แต่จะมีผลเฉพาะทำให้เกิดการหมุนอย่าง เดียว นั่นคือเกิดโมเมนต์ขึ้น โมเมนต์ของแรงคู่ควบใด ๆ มีขนาดเท่ากับผลคูณของขนาดของแรงใดแรงหนึ่งกับ ระยะตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสอง ซึ่งจะหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือหมุนทวนเข็มนาฬิกาขึ้นอยู่กับทิศของแรงคู่ควบ

๒. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

๓. สมรรถนะประจำหน่วย

๑. คำนวณโมเมนต์ของแรงได้
๒. คำนวณหาโมเมนต์รวมในระนาบได้
๓. คำนวณโมเมนต์ในปริภูมิได้
๔. คำนวณหาโมเมนต์รวมในปริภูมิได้
๕. คำนวณหาแรงคู่ควบได้
๖. คำนวณหาโมเมนต์รวมของแรงคู่ควบได้

๔. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเรื่องโมเมนต์ทั้งในระนาบและปริภูมิ
๒. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเรื่องแรงคู่ควบ

๕. สารการเรียนรู้

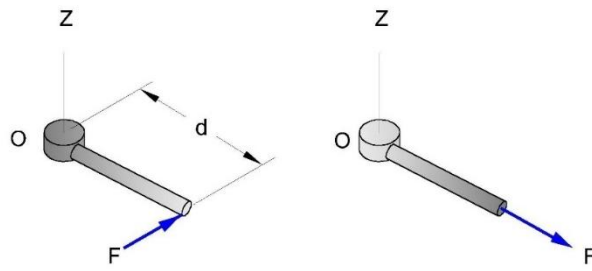
๑. โมเมนต์ของแรง
๒. โมเมนต์รวมในระนาบ
๓. โมเมนต์ในปริภูมิ
๔. โมเมนต์รวมในปริภูมิ
๕. แรงคู่ควบ
๖. การรวมโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

๖. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑. นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามนำเข้า เช่น
 - การที่วัตถุโดนแรงกระทำ บางครั้งอาจเกิดการหมุนหรือไม่เกิดการหมุน เป็นเพราะเหตุใด
 - วัตถุอาจโดนแรงกระทำได้หลาย ๆ แบบ แรงที่กระทำมีความแตกต่างกันอย่างไร

๒. ผู้เรียนยกตัวอย่างชิ้นงานที่เกิดการหมุนในลักษณะที่เกิดโมเมนต์และไม่เกิดโมเมนต์



ขั้นตอน

๓. ครูใช้สื่อ Power Point ประกอบการอธิบายลักษณะของโมเมนต์ และอธิบายสูตรการคำนวณหาขนาดของโมเมนต์

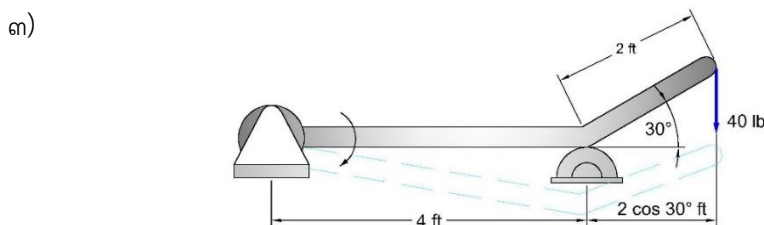
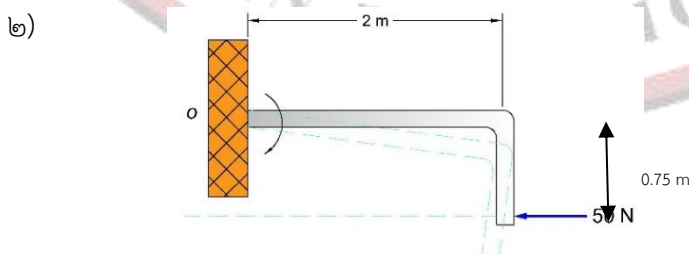
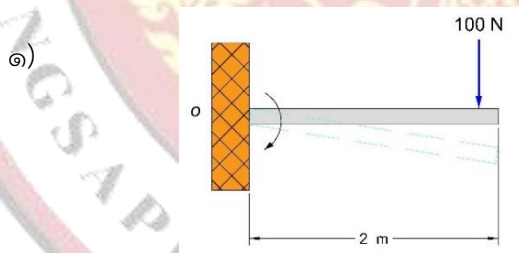
$$M_O = Fd$$

เมื่อ d คือ ระยะแกนหมุน หรือ ระยะตั้งฉากจากจุดหมุน (O) ไปแนวแรง หน่วยของโมเมนต์คือหน่วยของแรงคูณกับระยะทาง ตัวอย่างเช่น N·m หรือ lb·ft

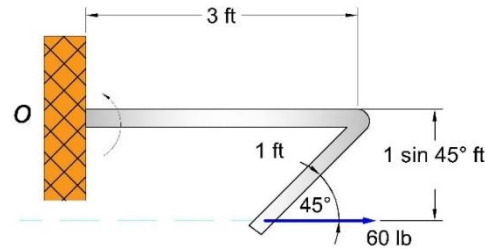
โดยที่ทิศทางของโมเมนต์กำหนดตามกฎมือขวา โดยชี้นิ้วทั้งสี่ไปในทิศทางการหมุนหรือทิศของแรง F ได้ว่าทิศของนิ้วโป้งคือทิศของโมเมนต์

๔. ครูให้ผู้เรียนฝึกคำนวณหาโมเมนต์ของแรงในรูปแบบต่างๆ เพื่อทดสอบความเข้าใจในหลักการของโมเมนต์

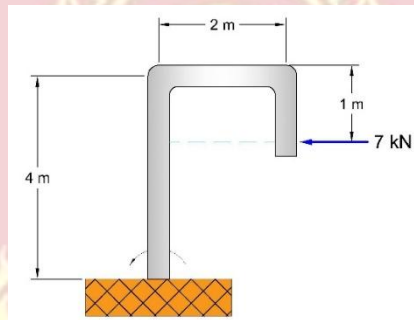
โดยให้ผู้เรียนคำนวณหาโมเมนต์ของแรง F รอบจุด O



๔)



๕)

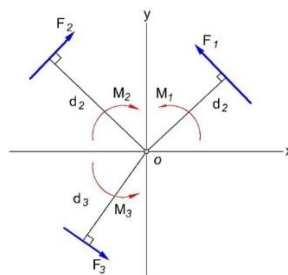


๕. ครูใช้สื่อ Power Point อธิบายกรณีการเกิดโมเมนต์มากกว่าหนึ่งโมเมนต์ สามารถคำนวณได้โดยนำขนาดของโมเมนต์มารวมกันแบบสเกลาร์โดยกำหนดทิศทางโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเป็นบวก และโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเป็นลบ สามารถหาโมเมนต์รวมรอบจุด O ได้ดังนี้

$$\sum (M_R)_O = \sum Fd$$

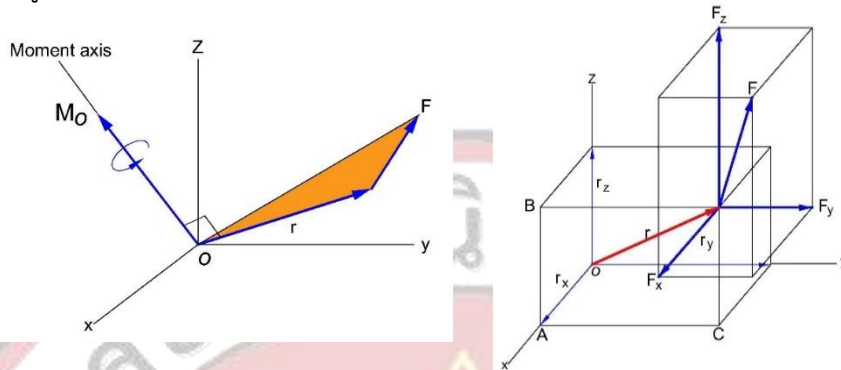
$$(M_R)_O = F_1d_1 - F_2d_2 + F_3d_3$$

ทิศของโมเมนต์รวมขึ้นกับทิศทางที่ได้กำหนดไว้ตอนแรก นั่นคือโมเมนต์รวมจะมีทิศทวนเข็มนาฬิกาเมื่อผลลัพธ์ของโมเมนต์มีทิศเป็นบวก เช่นเดียวกันถ้าผลลัพธ์มีทิศเป็นลบ นั่นคือ โมเมนต์รวมมีทิศตามเข็มนาฬิกา



๖. ครูให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับโมเมนต์รวมในระนาบ โดยยกตัวอย่างการกระทำของแรงต่อชิ้นส่วนในลักษณะต่าง ๆ

๗. ครูอธิบายการเกิดโมเมนต์ในปริภูมิ เมื่อกำหนดให้แกน x-y-z เป็นแกนปริภูมิ มีแรง F ทำให้เกิดโมเมนต์ แสดงดังรูป



๘. ครูให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับโมเมนต์รวมในปริภูมิ โดยยกตัวอย่างการกระทำของแรงต่อชิ้นส่วนในลักษณะต่าง ๆ

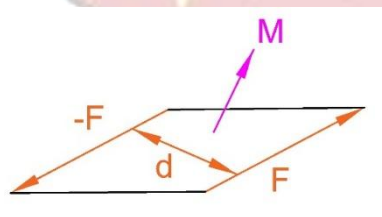
๙. ครูอธิบายหลักการของแรงคู่ควบ (couple) แรงคู่ควบคือ แรงสองแรงที่ขนานกันมีขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงข้ามกัน แสดงดังรูป แรงทั้งสองมีระยะห่างเท่ากับ d ด้วยแรงลัพธ์ของแรงคู่ควบมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นแรงคู่ควบจะทำให้เกิดการหมุนเท่านั้นไม่สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ได้



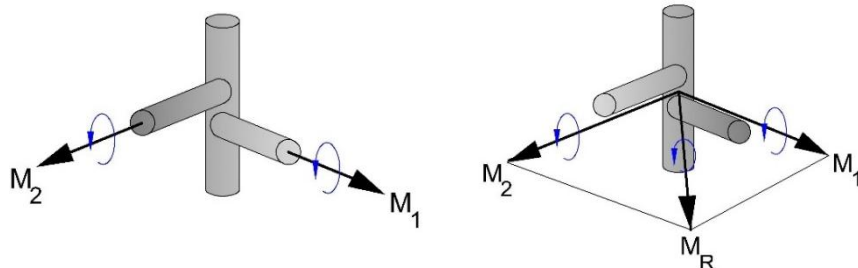
โมเมนต์ที่เกิดจากแรงคู่ควบ เรียกว่า โมเมนต์ของแรงคู่ควบ (couple moment) คำนวณได้ดังนี้

$$M = Fd$$

และทิศทางโมเมนต์ของแรงคู่ควบแสดงดังรูป



๑๐. ครูอธิบายหลักการรวมโมเมนต์ของแรงคู่ควบ โมเมนต์ของแรงคู่ควบเป็นเวกเตอร์ ดังนั้นการรวมโมเมนต์ต้องรวมแบบเวกเตอร์ ตัวอย่างเช่น มีโมเมนต์ M_o และ M_b กระทำดังรูป ด้วยโมเมนต์ทั้งสองเป็นเวกเตอร์อิสระ สามารถรวมโมเมนต์โดยการนำทางของโมเมนต์มาต่อชนในระนาบเดียวกัน โดยที่ $M_R = M_o + M_b$ แสดงดังรูป



๑๑. ครูให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับแรงคู่ควบและโมเมนต์ของแรงคู่ควบ โดยยกตัวอย่างการกระทำของแรงต่อชิ้นส่วนในลักษณะต่าง ๆ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

๑๒. ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียน

๑๓. ผู้เรียนทำกิจกรรมใบงาน

๗. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๑. ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕ หนังสือเรียนวิชาความแข็งแรงของวัสดุ

๒. PowerPoint

๓. PowerPoint ๓๐๑๐๐-๑๐๑๕ หนังสือเรียนวิชาความแข็งแรงของวัสดุ

๘. หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ หลักฐานความรู้

๑. บันทึกการสอน

๒. ใบเช็ครายชื่อ

๘.๒ หลักฐานการปฏิบัติงาน

๑. แผนจัดการเรียนรู้

๒. การตรวจประเมินผลงาน

๙. การวัดและประเมินผล

การวัดผลและการประเมินผล

วิธีวัดผล

๑. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๒. ตรวจกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

๓. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

๔. ประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

๕. สังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

เครื่องมือวัดผล

๑. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๒. แบบประเมินพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)

๓. แบบสังเกตพฤติกรรม การเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)

๔. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

๕. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมินผล

๑. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๒. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรมกรเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (๕๐ % ขึ้นไป)

๓. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน คือ ๕๐%

๔. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ มีเกณฑ์ผ่าน ๕๐%

๑๐. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

๑๐.๒ ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

๑๐.๓ การแก้ไข้ปัญหา

๑) ผลการแก้ไข้ปัญหาที่ส่งผลพ้ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

๒) แนวทางแก้ไข้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....



บันทึกหลังการสอน

๑. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

๑.๑ วัน เดือน ปีสอนครั้งที่ ...๑/๑๘... สาขา/ชั้นปี.....จำนวนผู้เรียน.....คน
มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

๑.๒ หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

๑.๓ กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

๑.๔ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

๒. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

๒.๑ การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

.....

๒.๒ สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

.....

๒.๓ สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

.....

๒.๔ ผลการสอนของครู :

.....

.....

๒.๕ ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

.....

๓. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

๓.๑ ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

.....

๓.๒ แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน :

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๔
	รหัสวิชา...๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สัปดาห์ที่ ๘-๑๐
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ โครงสร้าง	ทฤษฎี ๓ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/ โครงสร้าง		

๑. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

วัตถุใด ๆ เมื่อมีแรงมากระทำย่อมต้องมีผลต่อการกระทำนั้น การกระทำที่ทำให้เกิดการหมุนเรียกว่า โมเมนต์ของแรง (moment of force) นั้นหมายถึง ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุหมุนไปรอบจุดหมุน ดังนั้นค่า โมเมนต์ของแรงหาได้จากผลคูณของแรงนั้นกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน

แรงคู่ควบ คือ แรงขนานสองแรงที่มีขนาดเท่ากันกระทำต่อวัตถุหนึ่งหรือระบบหนึ่งในทิศตรงข้าม เป็นแรง ทำให้วัตถุไม่สมดุลต่อการหมุน เนื่องจากแรงลัพธ์ของแรงคู่ควบเป็นศูนย์เพราะแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แรงคู่ควบ จึงจะไม่ส่งผลในการเลื่อนตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เป็นอิสระ แต่จะมีผลเฉพาะทำให้เกิดการหมุนอย่าง เดียว นั่นคือเกิดโมเมนต์ขึ้น โมเมนต์ของแรงคู่ควบใด ๆ มีขนาดเท่ากับผลคูณของขนาดของแรงใดแรงหนึ่งกับ ระยะตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสอง ซึ่งจะหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือหมุนทวนเข็มนาฬิกาขึ้นอยู่กับทิศของแรงคู่ควบ

๒. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

๓. สมรรถนะประจำหน่วย

1. บอกลักษณะของโครงถักได้
2. วิเคราะห์โครงถักโดยวิธีจุดยึดต่อได้
3. วิเคราะห์โครงถักโดยวิธีตัดแยกส่วนได้
4. วิเคราะห์โครงกรอบและเครื่องจักรได้

๔. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการวิเคราะห์หาแรงในโครงสร้าง

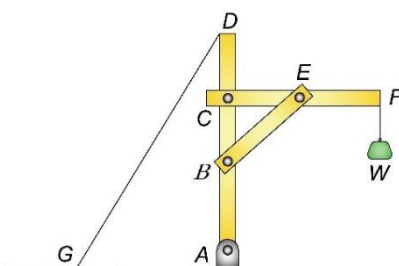
๕. สารการเรียนรู้

1. โครงถัก
 - 1.1 การวิเคราะห์โครงถักโดยวิธีจุดยึดต่อ
 - 1.2 การวิเคราะห์โครงถักโดยวิธีตัดแยกส่วน
2. โครงกรอบและเครื่องจักร

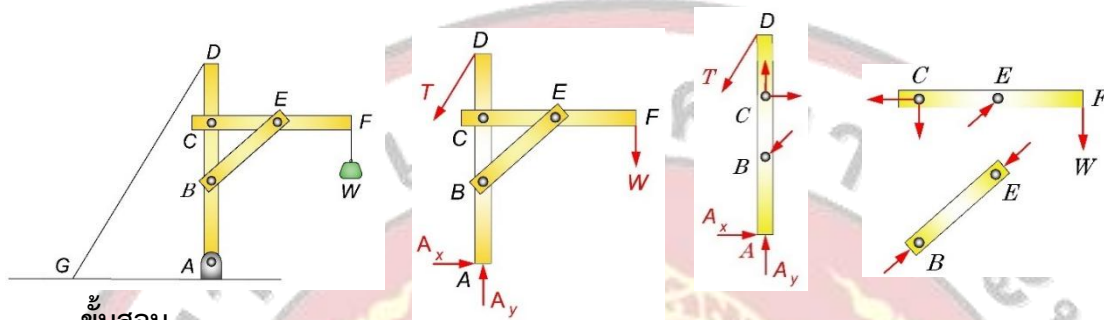
๖. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามนำเข้า เช่น
 - ในชีวิตประจำวัน นักศึกษาสังเกตเห็นโครงสร้างที่ใดบ้าง
 - การที่ชิ้นส่วนของโครงสร้างยึดต่อกันได้ เป็นเพราะเหตุใดได้บ้าง
2. ครูให้ผู้เรียนยกตัวอย่างโครงสร้างที่ผู้เรียนเคยเห็นมาก่อน



3. ครุยตัวอย่างเครน และอธิบายการเขียนแผนภาพวัตถุอิสระ ดังรูป ชิ้นส่วน AD CF และ BE ของเครนยึดต่อกันด้วยหมุดที่ไม่มีแรงเสียดทาน เครนนี้ถูกยึดด้วยหมุด A และเคเบิลที่มีแรงดึง T แผนภาพวัตถุอิสระของแรงภายนอกและแผนภาพวัตถุอิสระของแรงภายในแสดงดังรูป

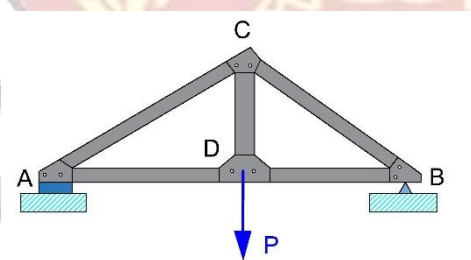


ขั้นตอน

4. ครุยอธิบายโครงสร้างในทางวิศวกรรมประกอบด้วย

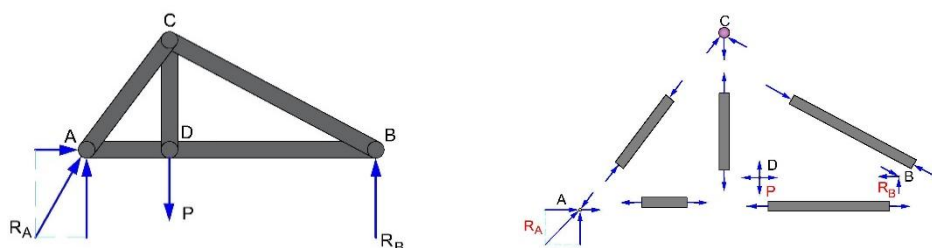
- โครงถัก (Trusses)
- โครงกรอบ (Frame)
- เครื่องจักร (Machines)

5. ครุยอธิบายลักษณะของโครงถัก โครงถักเป็นโครงสร้างหลักชนิดหนึ่งในงานวิศวกรรมที่ใช้ในการก่อสร้างสะพานและอาคาร โครงถักประกอบไปด้วยชิ้นส่วนที่ถูกยึดต่อเข้าด้วยกันเป็นโครงสร้างที่แข็งแรง เช่น โครงหลังคา และโครงสะพาน ชิ้นส่วนของโครงถักอาจเป็นคานรูปตัวไอ ตัวยู หรือเหล็กลาก ฯลฯ จุดต่อหรือจุดยึดติดกัน ของชิ้นส่วนทั้งหมดอาจใช้การเชื่อม การย้ำ สลัก หรือสลักเกลียว เมื่อชิ้นส่วนของโครงถักอยู่ในระนาบเดียวกัน เรียกว่า โครงถักระนาบดังรูปแสดงตัวอย่างของโครงหลังคา การวิเคราะห์ชิ้นส่วนของโครงถัก ดังกรณีชิ้นส่วน AB ชิ้นส่วนนี้ถูกยึดต่อที่จุด D ดังนั้นชิ้นส่วน AB จะถือว่าเป็นประกอบไปด้วยชิ้นส่วน AD และ DB

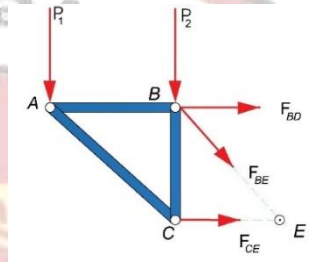
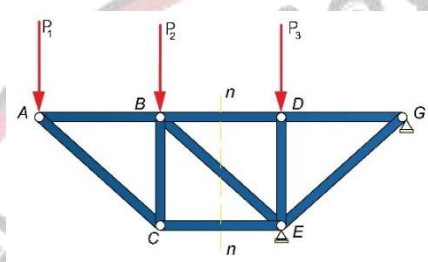


6. ครุยอธิบายหลักการวิเคราะห์โครงถัก การวิเคราะห์แรงภายในโครงถักมี 2 วิธีด้วยกัน

วิธีที่ 1 คือ การวิเคราะห์โครงถักโดยวิธีจุดยึดต่อ การวิเคราะห์แรงภายในโครงถักแสดงดังรูป



7. ครุยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์หาแรงในโครงถักโดยใช้วิธีจุดยึดต่อ
8. ครุให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาโจทย์หาแรงในโครงถักโดยใช้วิธีจุดยึดต่อ
9. ครุอธิบายการวิเคราะห์แรงในโครงถัก วิธีที่ 2 คือ การวิเคราะห์โครงถักโดยวิธีตัดแยกส่วน การวิเคราะห์แรงภายในโครงถักแสดงดังรูป



10. ครุยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์หาแรงในโครงถักโดยใช้วิธีตัดแยกส่วน
 11. ครุให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาโจทย์หาแรงในโครงถักโดยใช้วิธีตัดแยกส่วน
 12. ครุอธิบายลักษณะของโครงกรอบและเครื่องจักรกล โครงกรอบและเครื่องจักรกลบางชิ้นส่วนสามารถพิจารณาเป็นชิ้นส่วนรับแรงสองแรงได้ บางชิ้นส่วนอาจจะเป็นชิ้นส่วนรับแรงสามแรงหรือมากกว่า ซึ่งเรียกว่าชิ้นส่วนรับหลายแรง (multi-force member)
 13. ครุยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์หาแรงในโครงกรอบและเครื่องจักรกล
 14. ครุให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาโจทย์หาแรงในโครงกรอบและเครื่องจักรกล
- ขั้นสรุปและการประยุกต์**
15. ครุและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียน
 16. ผู้เรียนทำกิจกรรมใบงาน

๗. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๑. หนังสือเรียนวิชาการระบบส่งกำลังเครื่องมือกล ๒๐๑๐๒-๒๐๑๙
๒. PowerPoint ระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสายพาน เรื่อง ชนิดของสายพานและการคำนวณการส่งกำลังด้วยสายพานแบน
๓. PowerPoint สรุป ระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสายพาน เรื่อง ชนิดของสายพานและการคำนวณการส่งกำลังด้วยสายพานแบน

๘. หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ หลักฐานความรู้

๑. บันทึกการสอน
๒. ใบเสร็จรายชื่อ

๘.๒ หลักฐานการปฏิบัติงาน

๑. แผนจัดการเรียนรู้
๒. การตรวจประเมินผลงาน

๙. การวัดและประเมินผล

การวัดผลและการประเมินผล

วิธีวัดผล

๑. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
๒. ตรวจกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
๓. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้
๔. ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
๕. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

เครื่องมือวัดผล

๑. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
๒. แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
๓. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
๔. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
๕. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมินผล

๑. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
๒. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (๕๐ % ขึ้นไป)
๓. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน คือ ๕๐%
๔. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ มีเกณฑ์ผ่าน ๕๐%

๑๐. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

๑๐.๒ ปัญหา อุปสรรคที่พบ

๑๐.๓ การแก้ไขปัญหา

๑) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลดีต่อผู้เรียน

๒) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

๗. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

๓๐๑๐๐-๑๐๑๓ วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

๘. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

ให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยการอธิบายหรือแสดงวิธีทำตามที่โจทย์กำหนด

๒.๑.๑ จากรูป แรง ๙๐ N กระทำต่อคันโยก AB ถ้าความยาวคันโยกเท่ากับ ๒๒๕ mm และมุม α เท่ากับ ๒๕

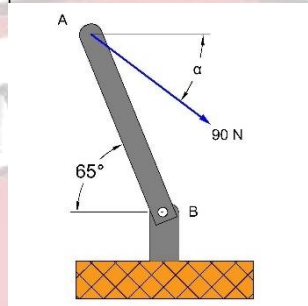
องศา

ง

ศ

า

จงคำนวณหาโมเมนต์ของแรงนี้รอบจุด B ใช้วิธีการคำนวณโดยการแตกแรงย่อยไปในแนวนอนและแนวตั้ง

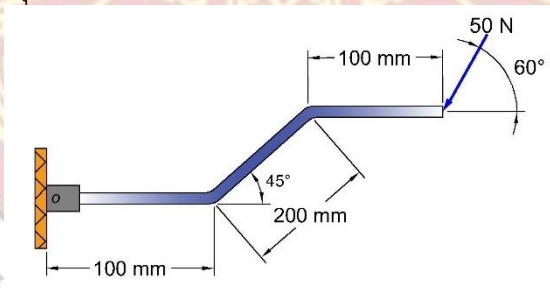


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_B &= (90 \cos 25^\circ \text{ N})(225 \sin 65^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (90 \sin 25^\circ \text{ N})(225 \cos 65^\circ \text{ mm}) \\ &= 13016.4 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 13.02 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด B เท่ากับ 13.02 N · m ทิศตามเข็มนาฬิกา

๒.๑.๒ จากรูป จงหาโมเมนต์รอบจุด O

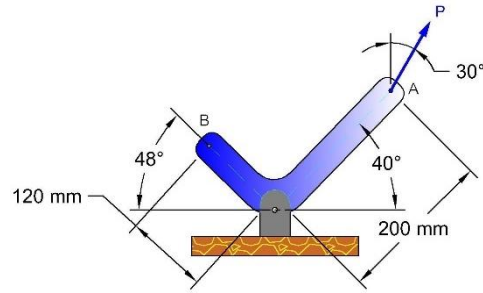


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (50 \cos 60^\circ \text{ N})(200 \sin 45^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (50 \sin 60^\circ \text{ N})(100 \text{ mm} + 200 \cos 45^\circ \text{ mm} + 100 \text{ mm}) \\ &= -11248.44 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 11.25 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ 11.25 N · m ทิศตามเข็มนาฬิกา

๒.๑.๓ แรง P ขนาด ๓๐๐ N กระทำต่อข้อเหวี่ยงที่จุด A ดังรูป จงคำนวณหาโมเมนต์ของแรง P รอบจุด O

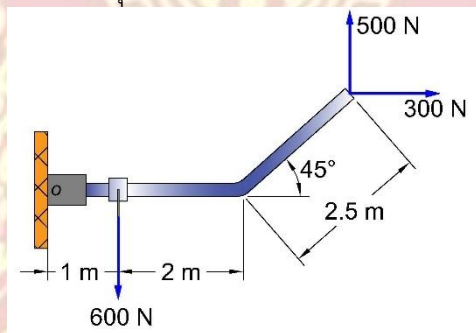


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (300 \cos 30^\circ \text{ N})(200 \cos 40^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (300 \sin 30^\circ \text{ N})(200 \sin 40^\circ \text{ mm}) \\ &= 20521.21 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 20.5 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ 20.5 N · m ทิศทวนเข็มนาฬิกา

๒.๑.๔ จากรูป จงคำนวณหาโมเมนต์รวมรอบจุด O

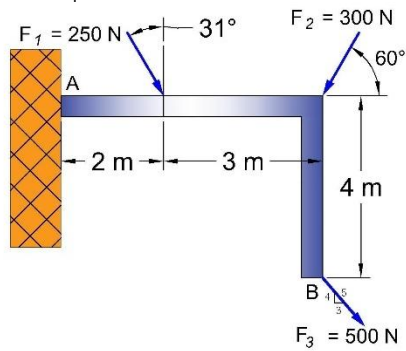


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (600 \text{ N})(1 \text{ m}) + (300 \text{ N})(2.5 \sin 45^\circ \text{ m}) - \\ &\quad (500 \text{ N})(1 \text{ m} + 2 \text{ m} + 2.5 \cos 45^\circ \text{ m}) \\ &= -1253.5 \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= 1.25 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ 1.25 kN · m ทิศทวนเข็มนาฬิกา

๒.๑.๕ จากรูป จงคำนวณหาโมเมนต์รวมรอบจุด A



วิธีทำ

$$\begin{aligned} \sum M_A &= (250 \sin 31^\circ \text{ N})(2 \text{ m}) + (300 \sin 60^\circ \text{ N})(5 \text{ m}) - \\ &\quad \left(500 \frac{3}{5} \text{ N}\right)(4 \text{ m}) + \left(500 \frac{4}{5} \text{ N}\right)(5 \text{ m}) \\ &= 2349.04 \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= 2.3 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด A เท่ากับ $2.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ทิศตามเข็มนาฬิกา

บันทึกหลังการสอน

๑. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

๑.๑ วัน เดือน ปีสอนครั้งที่ ...๑/๑๘... สาขา/ชั้นปี.....จำนวนผู้เรียน.....คน
มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

๑.๒ หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

๑.๓ กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

๑.๔ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

๒. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

๒.๑ การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

.....

๒.๒ สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

.....

๒.๓ สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

.....

๒.๔ ผลการสอนของครู :

.....

๒.๕ ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย :

.....

๓. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

๓.๑ ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

.....

๓.๒ แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน :

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา...30100-1015 ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 14-15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แรงกระจาย	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/ แรงกระจาย		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

จากการศึกษาก่อนนี้ แรงที่กระทำต่อวัตถุในแต่ละจุดเป็นแรงแบบเดียว แต่เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหลาย ๆ แรง จะสามารถแทนด้วยแรงลัพธ์หรือแรงรวมกระทำที่จุด ๆ หนึ่งได้ แต่โดยความเป็นจริงแล้ว วัตถุจะมีแรงกระทำกระจายอยู่ในพื้นที่หรือปริมาตร การวิเคราะห์จุดที่แรงลัพธ์กระทำนั้นถือเป็นสิ่งสำคัญ เช่นเดียวกับน้ำหนักของวัตถุ จุดศูนย์กลางของน้ำหนักของวัตถุเรียกว่า จุดศูนย์กลาง (center of gravity) ในส่วนนี้จะศึกษาการวิเคราะห์หาจุดศูนย์กลางของวัตถุ จุดศูนย์กลางมวล และจุดเซนทรอยด์

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. คำนวณหาจุดศูนย์กลางได้
2. คำนวณหาจุดเซนทรอยด์ของพื้นที่ได้
3. คำนวณหาโมเมนต์อันดับหนึ่งของพื้นที่ได้
4. วิเคราะห์แรงกระจายรูปเรขาคณิตได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการวิเคราะห์หาจุดศูนย์กลาง
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการวิเคราะห์หาจุดเซนทรอยด์

5. สารการเรียนรู้

1. จุดศูนย์กลาง
2. จุดเซนทรอยด์ของพื้นที่
3. โมเมนต์อันดับหนึ่งของพื้นที่
4. จุดเซนทรอยด์ของรูปเรขาคณิต

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. จุดศูนย์กลาง
2. จุดเซนทรอยด์ของพื้นที่
3. โมเมนต์อันดับหนึ่งของพื้นที่
4. จุดเซนทรอยด์ของรูปเรขาคณิต

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล 20102-2109

2. PowerPoint ระบบส่งกำลังเครื่องมือนักด้วยสายพาน เรื่อง ชนิดของสายพานและการคำนวณการส่งกำลังด้วยสายพานแบน
3. PowerPoint สรุป ระบบส่งกำลังเครื่องมือนักด้วยสายพาน เรื่อง ชนิดของสายพานและการคำนวณการส่งกำลังด้วยสายพานแบน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. บันทึกการสอน
2. ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้
2. การตรวจประเมินผลงาน

9. การวัดและประเมินผล

การวัดผลและการประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. ตรวจกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
3. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้
4. ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
5. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
4. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
5. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมินผล

1. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50 % ขึ้นไป)
3. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน คือ 50%
4. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ มีเกณฑ์ผ่าน 50%

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไข้ปัญหา

1) ผลการแก้ไข้ปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

2) แนวทางแก้้ปัญหาในครั้งต่อไป



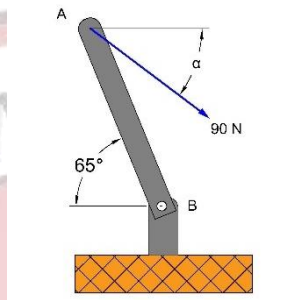
7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

30100-1013 วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

ให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยการอธิบายหรือแสดงวิธีทำตามที่โจทย์กำหนด

2.1.1 จากรูป แรง 90 N กระทำต่อคันโยก AB ถ้าความยาวคันโยกเท่ากับ 225 mm และมุม α เท่ากับ 25 องศา จงคำนวณหาโมเมนต์ของแรงนี้รอบจุด B ใช้วิธีการคำนวณโดยการแตกแรงย่อยไปในแนวนอนและแนวตั้ง

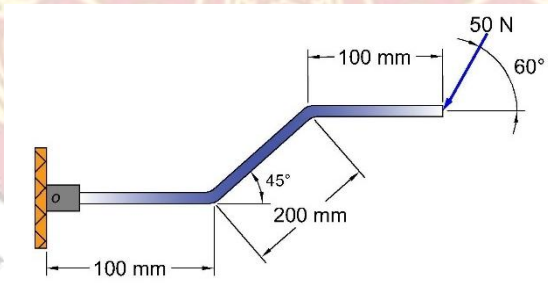


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_B &= (90 \cos 25^\circ \text{ N})(225 \sin 65^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (90 \sin 25^\circ \text{ N})(225 \cos 65^\circ \text{ mm}) \\ &= 13016.4 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 13.02 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด B เท่ากับ **13.02 N · m** ทิศตามเข็มนาฬิกา

2.1.2 จากรูป จงหาโมเมนต์รอบจุด O

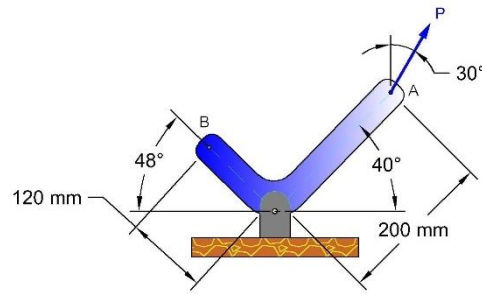


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (50 \cos 60^\circ \text{ N})(200 \sin 45^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (50 \sin 60^\circ \text{ N})(100 \text{ mm} + 200 \cos 45^\circ \text{ mm} + 100 \text{ mm}) \\ &= -11248.44 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 11.25 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ **11.25 N · m** ทิศตามเข็มนาฬิกา

2.1.3 แรง P ขนาด 300 N กระทำต่อข้อเหวี่ยงที่จุด A ดังรูป จงคำนวณหาโมเมนต์ของแรง P รอบจุด O

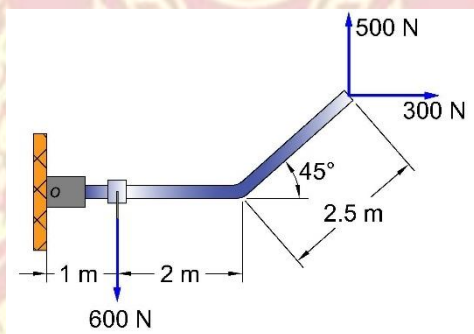


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (300 \cos 30^\circ \text{ N})(200 \cos 40^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (300 \sin 30^\circ \text{ N})(200 \sin 40^\circ \text{ mm}) \\ &= 20521.21 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 20.5 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ **20.5 N · m** ทิศทวนเข็มนาฬิกา

2.1.4 จากรูป จงคำนวณหาโมเมนต์รวมรอบจุด O

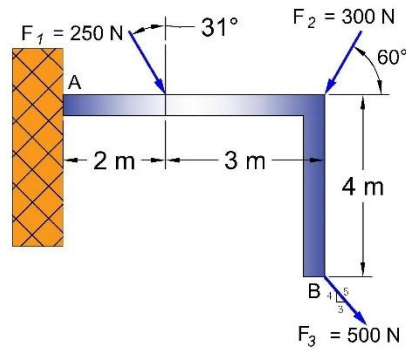


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (600 \text{ N})(1 \text{ m}) + (300 \text{ N})(2.5 \sin 45^\circ \text{ m}) - \\ &\quad (500 \text{ N})(1 \text{ m} + 2 \text{ m} + 2.5 \cos 45^\circ \text{ m}) \\ &= -1253.5 \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= 1.25 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ **1.25 kN · m** ทิศทวนเข็มนาฬิกา

2.1.5 จากรูป จงคำนวณหาโมเมนต์รวมรอบจุด A



วิธีทำ

$$\begin{aligned} \sum M_A &= (250 \sin 31^\circ \text{ N})(2 \text{ m}) + (300 \sin 60^\circ \text{ N})(5 \text{ m}) - \\ &\quad \left(500 \frac{3}{5} \text{ N}\right)(4 \text{ m}) + \left(500 \frac{4}{5} \text{ N}\right)(5 \text{ m}) \\ &= 2349.04 \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= 2.3 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด A เท่ากับ $2.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ทิศตามเข็มนาฬิกา

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

1.1 วัน เดือน ปีสอนครั้งที่ ...1/18... สาขา/ชั้นปี.....จำนวนผู้เรียน.....คน
มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

1.2 หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

1.3 กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

2.1 การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

2.2 สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

2.3 สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

2.4 ผลการสอนของครู :

2.5 ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย

3. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

3.1 ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

3.2 แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน :

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา...30100-1015 ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 14-15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ โมเมนต์ความเฉื่อย	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 0 ชม.
ชื่อเรื่อง/ แรงกระจาย		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

โมเมนต์ความเฉื่อยเป็นการวัดค่าต้านทานการหมุน ของวัตถุเทียบกับแกนหมุนนั้น ๆ ซึ่งถ้าเทียบกับการเคลื่อนที่เชิงเส้นก็คล้ายกับค่ามวลของวัตถุนั้นเอง โมเมนต์ความเฉื่อย เป็นคุณสมบัติของวัตถุที่จะกำหนดค่าความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความเร็วเชิงมุมรอบแกนของการหมุนของมัน มันเป็นวิธีการหมุนของวัตถุอันเป็นผลมาจากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ซึ่งระบุว่า "วัตถุทุกชนิดจะรักษาสภาพหยุดนิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอเป็นเส้นตรงนอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ" ในบริบทนี้ความเฉื่อยหมายถึงความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง

โมเมนต์ความเฉื่อยถูกนำไปใช้ในการขยายตัวของวัตถุซึ่งมวลเป็นข้อจำกัดในการหมุนรอบแกน เกิดขึ้นจากการรวมกันของมวลและเรขาคณิตในการศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างต่อเนื่อง ส่วนประกอบของอนุภาค หรือที่รู้จักกันในชื่อว่า พลศาสตร์ของวัตถุแข็งเกร็ง (Dynamics of rigid body) เป็นโมเมนต์ความเฉื่อยของข้อเสาคำดำเนินการโดยนักไต่ลวดสลิงที่ต่อต้านการหมุนและช่วยให้ให้นักไต่ลวดรักษาความสมดุลไว้ได้

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ได้
2. คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ได้
3. คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่โดยใช้ทฤษฎีแกนขนานได้
4. คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของรูปเรขาคณิตได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการหลักการของโมเมนต์ความเฉื่อย

5. สารการเรียนรู้

1. โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่
2. รัศมีไจเรชันของพื้นที่
3. ทฤษฎีแกนขนานของพื้นที่
4. โมเมนต์ความเฉื่อยของรูปเรขาคณิต

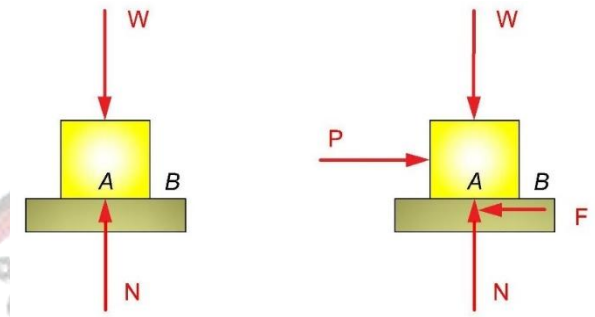
6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามนำเข้าสู่ เช่น
 - ทำไมสิ่งของที่วางอยู่บนพื้นเอียงจึงไม่ลื่นไถลลงมา
 - การผลักสิ่งของชนิดเดียวกันที่วางอยู่บนพื้นผิวต่างชนิดกัน ทำไมจึงออกแรงต่างกัน
2. ครูนำแบบจำลองความเสียดทานมาให้ผู้เรียนสังเกตการเคลื่อนที่

ขั้นสอน

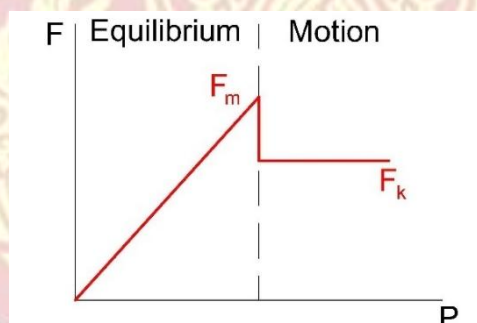
3. ครูอธิบายหลักการความเสียดทาน

ความเสียดทานแห้งเป็นประเภทหนึ่งของความเสียดทาน ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสที่ไม่มีการหล่อลื่น ความเสียดทานนี้จะเป็นแรงที่อยู่ในแนวเดียวกับผิวที่สัมผัสกัน และจะกระทำในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ หรือความพยายามในการเคลื่อนที่เสมอ



จากรูปมีน้ำหนัก W วางอยู่บนพื้นราบ แรงที่กระทำต่อวัตถุคือแรงเนื่องจากน้ำหนัก มีแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส N สมมติให้มีแรง P กระทำต่อวัตถุดังรูป เมื่อแรง P ที่กระทำมีค่าน้อยวัตถุจะยังคงไม่เคลื่อนที่ นั่นคือระบบอยู่ในสภาวะสมดุลเพราะมีแรงอีกแรงหนึ่งมากระทำให้เกิดสมดุลในแนวนอน เรียกแรงนั้นว่า แรงเสียดทานสถิต F ซึ่งแรงเสียดทานสถิตนี้จะกระทำที่ตำแหน่งผิวสัมผัสของวัตถุกับพื้นราบ

ถ้าแรง P เพิ่มมากขึ้น แรงเสียดทาน F ก็เพิ่มมากขึ้นด้วยจนกระทั่งถึงระดับหนึ่งที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ แรง F นั้นจะเป็นค่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด (F_m) ดังรูป



จากรูปเมื่อกล่องเคลื่อนที่ ค่าของแรง F จะลดลงจาก F_m จนมีค่าเท่ากับ F_k เรียก F_k ว่า ค่าแรงเสียดทานจลน์ แรงเสียดทานสถิต (F_s) มีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่า N คือ

$$F_s = \mu_s N$$

เมื่อ μ_s คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิต

และเมื่อวัตถุเคลื่อนที่แล้ว ค่า F_k จะเท่ากับ

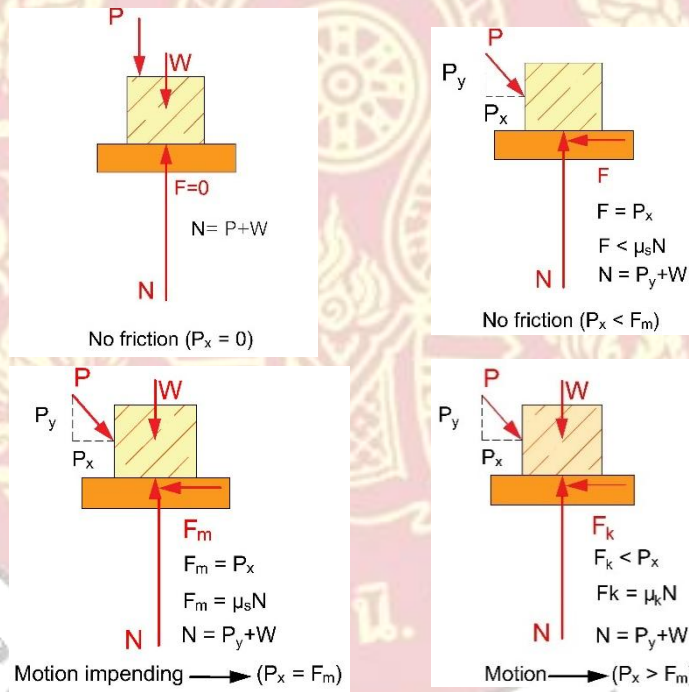
$$F_k = \mu_k N$$

เมื่อ μ_k คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจลน์

4. ครูอธิบายประเภทของปัญหาที่เกี่ยวกับความเสียดทาน

ความเสียดทานของผิวสัมผัสแนวราบ แบ่งได้ 4 กรณีด้วยกันคือ

- 1) มีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางที่ไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ ในกรณีนี้แรงเสียดทานมีค่าเป็นศูนย์
- 2) มีแรงกระทำต่อวัตถุ แต่ขนาดของแรงไม่มากพอที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ ในกรณีนี้จะไม่ทราบค่าของแรงเสียดทานสถิตสูงสุด และไม่สามารถใช้สมการ $F_m = \mu_s N$ ในการคำนวณหาค่าแรงเสียดทานสถิตได้
- 3) มีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ ในกรณีนี้แรง F จะมีค่าเท่ากับแรง F_m สามารถใช้สมการสมดุล และสมการ $F_m = \mu_s N$ ในการคำนวณได้ แรงเสียดทานต้องมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่เสมอ
- 4) วัตถุมีการเคลื่อนที่โดยมีแรงกระทำในกรณีนี้ไม่สามารถนำสมการสมดุลมาใช้ได้ และแรง F จะมีค่าเท่ากับ F_k คำนวณได้จาก $F_k = \mu_k N$ โดยที่แรง F_k มีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่เสมอ



5. ครูอธิบายมุมของแรงเสียดทาน

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุตั้งรูป จนวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ มุมระหว่างแรง R กับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้ง เรียกว่า มุมของแรงเสียดทานสถิต ดังนี้

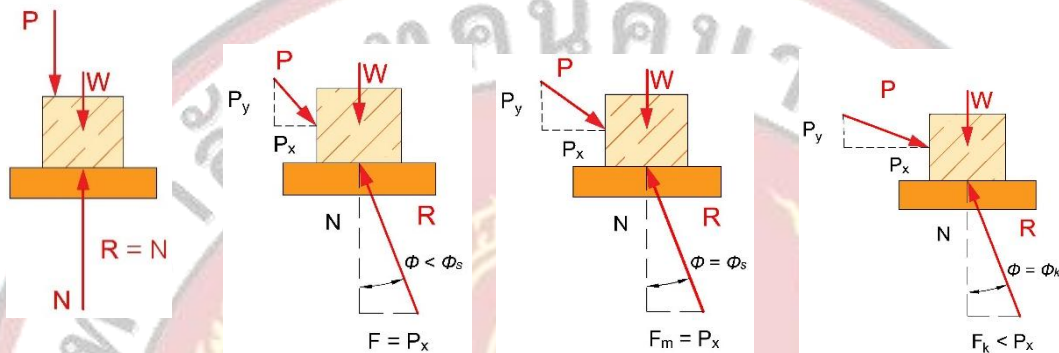
$$\tan \phi_s = \frac{F_m}{N} = \frac{\mu_s N}{N}$$

$$\therefore \tan \phi_s = \mu_s$$

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ ค่าของแรงเสียดทานจะลดเป็น F_k เช่นเดียวกับมุม ϕ ระหว่างแรง R กับ N จะลดลงเท่ากับค่าต่ำสุดของ ϕ_k เรียกมุมนี้ว่า มุมของแรงเสียดทานจลน์ แสดงดังรูป นั่นคือ

$$\tan \phi_k = \frac{F_k}{N} = \frac{\mu_k N}{N}$$

$$\therefore \tan \phi_k = \mu_k$$



ไม่มีแรงเสียดทาน

ไม่เคลื่อนที่

กำลังจะเคลื่อนที่

เคลื่อนที่

6. ครูยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์ความเสียดทาน

7. ครูให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดแก้ปัญหาโจทย์ความเสียดทาน

ขั้นสรุปและการประยุกต์

8. ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียน

9. ผู้เรียนทำกิจกรรมใบงาน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล 20102-2109
2. PowerPoint ระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสายพาน เรื่อง ชนิดของสายพานและการคำนวณการส่งกำลังด้วยสายพานแบน
3. PowerPoint สรุป ระบบส่งกำลังเครื่องมือกลด้วยสายพาน เรื่อง ชนิดของสายพานและการคำนวณการส่งกำลังด้วยสายพานแบน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. บันทึกการสอน
2. ใบเช็ครายชื่อ

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แผนจัดการเรียนรู้
2. การตรวจประเมินผลงาน

9. การวัดและประเมินผล

การวัดผลและการประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. ตรวจกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
3. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้
4. ประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
5. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยครู)
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (โดยผู้เรียน)
4. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
5. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมินผล

1. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. เกณฑ์ผ่านการประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือ ปานกลาง (50 % ขึ้นไป)
3. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ เกณฑ์ผ่าน คือ 50%
4. แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ มีเกณฑ์ผ่าน 50%

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาคือผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป



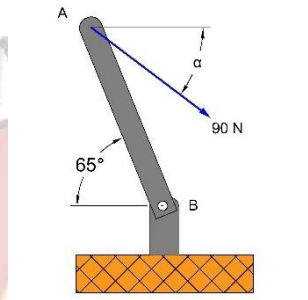
7. เอกสารอ้างอิง (ชั้นหน้าใหม่)

30100-1015 วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

ให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยการอธิบายหรือแสดงวิธีทำตามที่โจทย์กำหนด

2.1.1 จากรูป แรง 90 N กระทำต่อคันโยก AB ถ้าความยาวคันโยกเท่ากับ 225 mm และมุม α เท่ากับ 25 องศา จงคำนวณหาโมเมนต์ของแรงนี้รอบจุด B ใช้วิธีการคำนวณโดยการแตกแรงย่อยไปในแนวนอนและแนวตั้ง

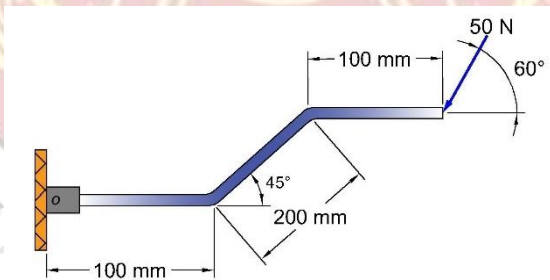


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_B &= (90 \cos 25^\circ \text{ N})(225 \sin 65^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (90 \sin 25^\circ \text{ N})(225 \cos 65^\circ \text{ mm}) \\ &= 13016.4 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 13.02 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด B เท่ากับ **13.02 N · m** ทิศตามเข็มนาฬิกา

2.1.2 จากรูป จงหาโมเมนต์รอบจุด O

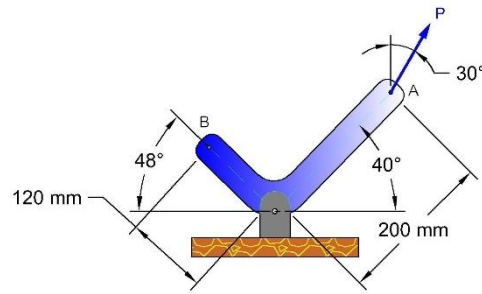


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (50 \cos 60^\circ \text{ N})(200 \sin 45^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (50 \sin 60^\circ \text{ N})(100 \text{ mm} + 200 \cos 45^\circ \text{ mm} + 100 \text{ mm}) \\ &= -11248.44 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 11.25 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ **11.25 N · m** ทิศตามเข็มนาฬิกา

2.1.3 แรง P ขนาด 300 N กระทำต่อข้อเหวี่ยงที่จุด A ดังรูป จงคำนวณหาโมเมนต์ของแรง P รอบจุด O

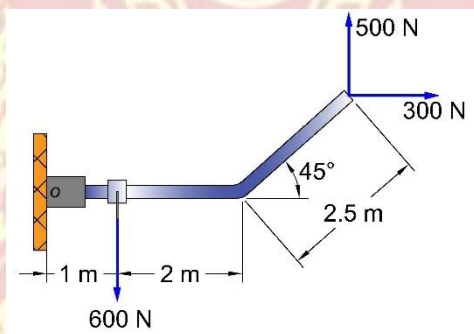


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (300 \cos 30^\circ \text{ N})(200 \cos 40^\circ \text{ mm}) \\ &\quad - (300 \sin 30^\circ \text{ N})(200 \sin 40^\circ \text{ mm}) \\ &= 20521.21 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ &= 20.5 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ **20.5 N · m** ทิศทวนเข็มนาฬิกา

2.1.4 จากรูป จงคำนวณหาโมเมนต์รวมรอบจุด O

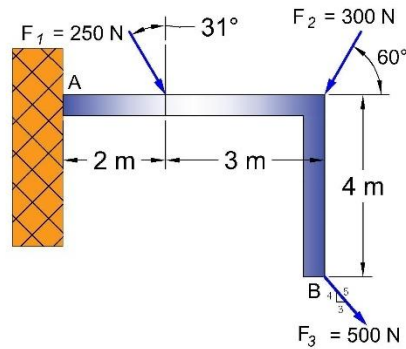


วิธีทำ

$$\begin{aligned}\sum M_O &= (600 \text{ N})(1 \text{ m}) + (300 \text{ N})(2.5 \sin 45^\circ \text{ m}) - \\ &\quad (500 \text{ N})(1 \text{ m} + 2 \text{ m} + 2.5 \cos 45^\circ \text{ m}) \\ &= -1253.5 \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= 1.25 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด O เท่ากับ **1.25 kN · m** ทิศทวนเข็มนาฬิกา

2.1.5 จากรูป จงคำนวณหาโมเมนต์รวมรอบจุด A



วิธีทำ

$$\begin{aligned} \sum M_A &= (250 \sin 31^\circ \text{ N})(2 \text{ m}) + (300 \sin 60^\circ \text{ N})(5 \text{ m}) - \\ &\quad \left(500 \frac{3}{5} \text{ N}\right)(4 \text{ m}) + \left(500 \frac{4}{5} \text{ N}\right)(5 \text{ m}) \\ &= 2349.04 \text{ N} \cdot \text{m} \\ &= 2.3 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

โมเมนต์รอบจุด A เท่ากับ $2.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ทิศตามเข็มนาฬิกา

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน

1.1 วัน เดือน ปีสอนครั้งที่ ...1/18... สาขา/ชั้นปี.....จำนวนผู้เรียน.....คน
มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

1.2 หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

☐ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ☐ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

1.3 กิจกรรม/วิธีการสอน

☐ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ☐ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/.

☐ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ☐ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

☐ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ☐ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ :

2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

2.1 การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

2.2 สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ :

2.3 สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม :

2.4 ผลการสอนของครู :

2.5 ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย

3. แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน

3.1 ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ :

3.2 แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน :