

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 2

รหัสวิชา 20106-2115 ท-ป-น 2-0-2

**หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)
พุทธศักราช 2562**

จัดทำโดย



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

รายการตรวจสอบและอนุญาตให้ใช้

ชื่อวิชา ประมาณราคางาน โครงสร้าง รหัสวิชา 2106-0004

☐

ควรอนุญาตให้ใช้ในการสอนได้

☐

ควรปรับปรุงเกี่ยวกับ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

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

☐

เห็นควรอนุญาตให้ใช้การสอนได้

☐

ควรปรับปรุงข้อเสนอ

☐

อื่น ๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

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

☐

อนุญาตให้ใช้การสอนได้

☐

อื่น ๆ

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ

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

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา กลศาสตร์ โครงสร้าง 2 รหัสวิชา 20106-2115 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างก่อสร้าง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้จัดทำได้ใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ การแก้ปัญหา การจัดการกระบวนการ รวมทั้งการประเมินตามสภาพจริง ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ ที่สามารถนำความรู้และทักษะไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน ตลอดจนการปฏิบัติงานในสาขาวิชาชีพ นอกจากนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ยังมีการสอดแทรกความรู้ ควบคู่คุณธรรม โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความซื่อสัตย์สุจริต การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ความสามัคคีและความเป็นประชาธิปไตย ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อนักเรียนนักศึกษา อย่างสูงสุดในการจัดการเรียนการสอนรายวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 2

ลงชื่อ.....

(.....)

สารบัญ

	หน้า
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	9
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	15
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	22
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5	28

แผนการจัดการเรียนรู้

รหัส..20106-2115...วิชา ...กลศาสตร์โครงสร้าง.2 ...หน่วยกิต ...2....

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ.....

ประเภทวิชา ช่างอุตสาหกรรม.....

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจชนิดของแรง น้ำหนัก ชนิดของฐานรองรับ
2. เพื่อให้สามารถคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของโครงสร้าง โมเมนต์ดัด แรงเฉือน ความเค้นในองค์อาคาร
3. เพื่อให้มีความรับผิดชอบ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มาตรฐานรายวิชา

1. เข้าใจพฤติกรรมของแรงน้ำหนักบนวัตถุที่มีต่อโครงสร้างอาคาร
2. จำแนกชนิดของแรง น้ำหนัก ชนิดของฐานรองรับ
3. คำนวณหาแรงปฏิกิริยาของโครงสร้าง โมเมนต์ดัด แรงเฉือน ความเค้นในองค์อาคาร

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของแรง หรือน้ำหนักบนวัตถุที่มีต่อโครงสร้างอาคาร ชนิดของแรง น้ำหนัก ชนิดของฐานรองรับ การหาแรงปฏิกิริยาของโครงสร้าง โมเมนต์ดัด แรงเฉือน ความเค้นในองค์อาคาร

สมรรถนะวิชาชีพ

ลำดับที่	บทที่/ข้อบท	สมรรถนะ	เวลา	สัปดาห์ที่
1	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง	แสดงความรู้เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง	2	1
2	แรงปฏิกิริยา	แสดงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณหาแรงปฏิกิริยา	8	2-5
3	แรงเฉือน	แสดงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณหาแรงเฉือน	8	6-9
4	โมเมนต์ดัด	แสดงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณหาโมเมนต์ดัด	8	10-13
5	แรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน	แสดงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน	8	14-17

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 2 รหัสวิชา 2106-2111 จำนวน 2 หน่วยกิต 2 ชั่วโมง / สัปดาห์

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ (ชม.)
1	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง	2
2	แรงปฏิกิริยา	8
3	แรงเฉือน	8
4	โมเมนต์ดัด	8
5	แรงเค้นในโครงถัก	8
	รวมเวลาเรียน	34
	สอบปลายภาค	2
รวม		36

ตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา

วิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 2 รหัสวิชา 20106-2115 จำนวน 2 หน่วยกิต 2 ชั่วโมง / สัปดาห์

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน		จำนวนคาบ (ชม.)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง	2	-	2
	1.1 ชนิดของแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง 1.2 น้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้าง 1.3 ชนิดของฐานรองรับ 1.4 ชนิดของจุดต่อ 1.5 ชนิดของคาน 1.6 สมการสมดุล 1.7 สมการเงื่อนไข 1.8 ประเภทของโครงสร้าง 1.9 การจำแนกประเภทของโครงสร้าง			
2	แรงปฏิกิริยา	8	-	8
	2.1 ความหมายของแรงปฏิกิริยา 2.2 การเขียนแผนผังอิสระแทนแรง 2.3 วิธีการหาค่าแรงปฏิกิริยา 2.4 ขั้นตอนการคำนวณหาแรงปฏิกิริยา 2.5 การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานช่วงเดียว 2.6 การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานปลายยื่น 2.7 การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานยื่น			
3	แรงเฉือน	8	-	8
	3.1 ความหมายของแรงเฉือน 3.2 เครื่องหมายของแรงเฉือน 3.3 การเขียนแผนภาพของแรงเฉือน 3.4 ขั้นตอนการคำนวณหาค่าแรงเฉือน			

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน		จำนวนคาบ (ชม.)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
	3.5 ตัวอย่างการคำนวณหาแรงเฉือนของคานช่วงเดียว 3.6 ตัวอย่างการคำนวณหาแรงเฉือนของคานปลายยื่น 3.7 ตัวอย่างการคำนวณหาแรงเฉือนของคานยื่น			
4	โมเมนต์ดัด	8	-	8
	4.1 ความหมายของโมเมนต์ดัด 4.2 เครื่องหมายของโมเมนต์ดัด 4.3 วิธีการเขียนแผนภาพของโมเมนต์ดัด 4.4 การเขียนแผนภาพโมเมนต์ดัด 4.5 การคำนวณหาโมเมนต์ดัดโดยวิธีพิจารณาโมเมนต์รอบจุดหมุน 4.6 การคำนวณหาโมเมนต์ดัดโดยวิธีพิจารณาพื้นที่ของแผนภาพแรงเฉือน			
5	แรงเค้นในโครงถัก	8	-	8
	5.1 ความหมายของโครงถัก 5.2 ประเภทของโครงถัก 5.3 ส่วนประกอบของโครงถัก 5.4 สมมุติฐานในการวิเคราะห์โครงถัก 5.5 หลักในการคำนวณโครงถัก 5.6 เครื่องหมายแทนแรงในชิ้นส่วนของโครงถัก 5.7 การหาแรงปฏิกิริยาของโครงถัก 5.8 การหาแรงเค้นในโครงถักโดยวิธีตัดรอบจุดต่อ 5.9 การหาแรงเค้นในโครงถักโดยวิธีตัดรูปตัด			
สอบปลายภาค		2	-	2
รวม		36	-	36

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1.....

จำนวน ...2.... ชั่วโมง

รหัส...20106 - 2115... วิชา.....กลศาสตร์โครงสร้าง...2.... หน่วยกิต 2.....

ชื่อหน่วย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง.....

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 ชนิดของแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง
- 1.2 น้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้างอาคาร
- 1.3 ชนิดของฐานรองรับ
- 1.4 ชนิดของจุดต่อ
- 1.5 ชนิดของคาน
- 1.6 ความหมายสมการสมดุล
- 1.7 ความหมายของสมการเงื่อนไข
- 1.8 ประเภทของโครงสร้าง

2. สาระสำคัญ

การศึกษาวิชากลศาสตร์โครงสร้าง จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางฟิสิกส์กับคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาค่าหน่วยแรงหรือน้ำหนัก ตามหลักของสมการและเงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนด ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะการศึกษาวิชากลศาสตร์ออกเป็น 2 สาขา คือ 1) สาขาสถิตศาสตร์ 2) สาขาพลศาสตร์ สาขาสถิตศาสตร์ เป็นวิชาที่กล่าวถึงสภาวะสมดุลของวัตถุ เมื่อวัตถุนั้นถูกแรงมากระทำ เป็นพื้นฐานเบื้องต้นที่จะต้องเรียนรู้ เป็นหลักสำคัญในการศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง สำหรับสาขาพลศาสตร์ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อวัตถุนั้นมีความเร่ง หรือมีแรงกระทำต่อวัตถุภายใต้การเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น ในเนื้อหาของวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2 จะเป็นการศึกษาในลักษณะของสถิตศาสตร์ทั้งหมด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกชนิดของแรงที่กระทำต่อโครงสร้างได้
2. บอกน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้างอาคารได้
3. บอกชนิดของฐานรองรับได้
4. บอกชนิดของจุดต่อได้
5. บอกชนิดของคานได้

6. อธิบายความหมายสมการสมดุลได้
7. อธิบายความหมายของสมการเงื่อนไขได้
8. อธิบายประเภทของโครงสร้างได้
9. จำแนกประเภทของโครงสร้างได้

4. ตารางการเรียนรู้

1.1 ชนิดของแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง

ชนิดของแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง โดยทั่วไปนิยมแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1.1 แรงกระทำ (Active Force) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- ก) น้ำหนักบรรทุกตายตัว (Dead Load)
- ข) น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load)

1.1.2 แรงต้านทานแรงกระทำ (Reaction Force)

1.2 น้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้าง

น้ำหนักบรรทุก (Load) ที่กระทำกับโครงสร้าง แบ่งรูปแบบของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้าง ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1.2.1 น้ำหนักกระทำแบบเป็นจุด (Concentrated load หรือ Point load)

1.2.2 น้ำหนักกระทำแบบแผ่กระจาย (Distributed load)

1.3 ชนิดของฐานรองรับ (Types of Supports)

ชนิดของฐานรองรับสำหรับโครงสร้างโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

1.3.1 ฐานรองรับแบบยึดหมุนเคลื่อนที่ได้ (Roller Support)

1.3.2 ฐานรองรับแบบยึดหมุนเคลื่อนที่ไม่ได้ (Hinge Support)

1.3.3 ฐานรองรับแบบยึดแน่น (Fixed Support)

1.4 ชนิดของจุดต่อ (Types of Joints)

ชนิดของจุดต่อแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1.4.1 จุดต่อแบบยึดหมุน (Pinned Joint)

1.4.2 ข้อต่อแบบยึดแข็ง (Rigid Joint)

1.5 ชนิดของคาน (Types of Beam)

ชนิดของคานแบ่งออกตามลักษณะของฐานรองรับได้ 5 ชนิดดังนี้

1.5.1 คานช่วงเดียว (Simple Beam)

1.5.2 คานยึดแน่น (Fixed Beam)

1.5.3 คานยื่น (Cantilever Beam)

1.5.4 คานปลายยื่น (Over-hanging Beam)

1.5.5 คานต่อเนื่อง (Continuous Beam)

1.6 สมการสมดุล (Equilibrium Equations)

สามารถพิจารณาสมการสมดุลได้ 3 สมการ คือ

ก.) $\sum H$ หรือ $\sum F_x = 0$:

ข.) $\sum V$ หรือ $\sum F_y = 0$:

ค.) $\sum M = 0$:

1.7 สมการเงื่อนไข (Condition Equation)

สมการเงื่อนไข (Condition Equation) หมายถึง สมการที่เพิ่มขึ้นมานอกเหนือจากสมการสมดุล เพื่อช่วยหรือใช้ประกอบในการหาค่าตัวไม่ทราบค่า (Unknown) ร่วมกับสมการสมดุลทั้ง 3 สมการ

1.8 ประเภทของโครงสร้าง (Type of Structure)

โครงสร้างโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.8.1 โครงสร้างแบบง่ายหรือโครงสร้างแบบดีเทอร์มิเนต (Determinate Structure)

1.8.2 โครงสร้างแบบยากหรือโครงสร้างแบบอินดีเทอร์มิเนต (Indeterminate Structure)

1.9 การจำแนกประเภทของโครงสร้าง

1.9.1 องค์ประกอบในการจำแนกประเภทของโครงสร้าง

การวิเคราะห์เพื่อจำแนกประเภทของโครงสร้าง ว่าเป็นโครงสร้างแบบง่าย (Determinate Structure) หรือโครงสร้างแบบยาก (Indeterminate Structure) จะพิจารณาจากองค์ประกอบดังนี้

ก) สมการสมดุล (Equilibrium Equations)

ข) สมการเงื่อนไข (Condition Equation)

ค) แรงปฏิกิริยา (Reaction)

ง) ชิ้นส่วนของโครงสร้าง (Member)

1.9.2 การจำแนกประเภทโครงสร้างแบบโครงข้อแข็ง (Rigid Frames)

1.9.3 การจำแนกประเภทโครงสร้างแบบโครงข้อหมุนหรือโครงถัก

1.9.4 สมการที่ใช้วิเคราะห์

สมการที่ใช้ในการวิเคราะห์สามารถสรุปแยกออกมาเป็น 3 กรณี ได้ดังนี้

ก) จำนวนของสมการสมดุลรวมกับสมการเงื่อนไข (ถ้ามี) แล้วเท่ากับจำนวนตัวไม่ทราบค่า แสดงว่าโครงสร้างนั้นเป็นโครงสร้างแบบง่ายหรือโครงสร้างแบบดีเทอร์มิเนต (Determinate Structure) นั่นคือ

$$(\text{จำนวนสมการสมดุล} + \text{จำนวนสมการเงื่อนไข}) = \text{จำนวนตัวไม่ทราบค่า}$$

ข) จำนวนของสมการสมดุล รวมกับสมการเงื่อนไข (ถ้ามี) แล้วน้อยกว่าจำนวนตัวไม่ทราบค่า แสดงว่าโครงสร้างนั้นเป็นโครงสร้างแบบยากหรือโครงสร้างแบบอินดีเทอร์มิเนต (Indeterminate Structure) และค่าระดับความยาก ก็คือจำนวนตัวไม่ทราบค่าที่เกินมา นั่นคือ

$$(\text{จำนวนสมการสมดุล} + \text{จำนวนสมการเงื่อนไข}) < \text{จำนวนตัวไม่ทราบค่า}$$

ค) จำนวนของสมการสมดุลรวมกับสมการเงื่อนไข (ถ้ามี) แล้วมากกว่าจำนวนตัวไม่ทราบค่า แสดงว่าโครงสร้างนั้นอาจเป็นโครงสร้างที่ไม่มีเสถียรภาพ (Unstable) คือ เมื่อรับน้ำหนักบรรทุกแล้ว ไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้ ในกรณีนี้จะต้องพิจารณาตามรูปแบบของโครงสร้างเป็นกรณีไป สมการคือ

$$(\text{จำนวนสมการสมดุล} + \text{จำนวนสมการเงื่อนไข}) > \text{จำนวนตัวไม่ทราบค่า}$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายถึงขอบข่ายสาระการเรียนรู้ในรายวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล และแนวปฏิบัติในการเรียนรายวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2
3. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 1

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทที่ 1 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง
4. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดบทที่ 1 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้า 21-23 ในหนังสือแบบเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2 ครูให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาและตอบข้อซักถาม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 1 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง

ขั้นสรุปและการประยุกต์

7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 1 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้า 24-27 ในหนังสือแบบเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2
8. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลยคำตอบ

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2 (20106-2115) ของบริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้ที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และ

นักศึกษา ร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 1 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

8.1 กิจกรรมเสนอแนะ

8.1.1 ให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมาทางอินเทอร์เน็ต

8.1.2 ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์เนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

8.2.1 ทำแบบฝึกหัดบทที่ 1

8.2.2 ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 1

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

การประเมินผล หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบฝึกหัดตอนที่ 1 จำนวน 10 ข้อๆ ละ 4 คะแนน รวม 40 คะแนน
2. แบบฝึกหัดตอนที่ 2 จำนวน 1 ข้อๆ ละ 10 คะแนน รวม 10 คะแนน
3. แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 15 ข้อๆ ละ 2 คะแนน รวม 30 คะแนน
4. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล							
หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง							
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 2 รหัสวิชา 20106-2115					วิทยาลัย		
ชื่อ-สกุล.....ระดับ.....					ครู		
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบฝึกหัด		*คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน		*ข้อที่ (ตอนที่)	**ข้อที่
		คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้	คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้		
1	บอกชนิดของแรงที่กระทำต่อโครงสร้างได้	8		2		1-2(1)	1
2	บอกน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อ โครงสร้างอาคารได้	4		6		3(1)	2-4
3	บอกชนิดของฐานรองรับได้	4		4		4(1)	5-6
4	บอกชนิดของจุดต่อได้	4		2		5(1)	7
5	บอกชนิดของคานได้	4		4		6(1)	8-9
6	อธิบายความหมายสมการสมดุลได้	4		4		7(1)	10-11
7	อธิบายความหมายของสมการเงื่อนไขได้	4		2		8(1)	14
8	อธิบายประเภทของโครงสร้างได้	8		4		9-10(1)	12-13
9.	จำแนกประเภทของโครงสร้างได้	10		2		1(2)	15
รวมคะแนนด้านทักษะ		50		30			
10	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
11	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ครูประเมินพฤติกรรมที่สำคัญของนักเรียน ตามระดับคุณภาพ ดังนี้

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง ดี 1 หมายถึง พอใช้ 0 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ชื่อ-สกุล	มีมนุษยสัมพันธ์			ความมีวินัย			ความรับผิดชอบ			ความซื่อสัตย์			การตรงต่อเวลา			ความสนใจในการเรียน			รวม
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	12

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....
 (.....)

เกณฑ์การผ่าน

ได้คะแนน 5 คะแนน ขึ้นไป
 ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน
 คะแนน 9-10 ดีมาก
 คะแนน 7-8 ดี
 คะแนน 5-6 พอใช้
 คะแนนต่ำกว่า 5 ปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ...2.....
 จำนวน 8..... ชั่วโมง
 รหัส...20106 - 2115... วิชา.....กลศาสตร์โครงสร้าง...2..... หน่วยกิต 2.....
 ชื่อหน่วย แรงปฏิกิริยา.....

1. หัวข้อเรื่อง

- 2.1 ความหมายของแรงปฏิกิริยา
- 2.2 ประโยชน์ของการเขียนแผนผังอิสระแทนแรง
- 2.3 การเขียนแผนผังอิสระแทนแรง
- 2.4 วิธีการหาค่าแรงปฏิกิริยา
- 2.5 ขั้นตอนการคำนวณหาแรงปฏิกิริยา
- 2.6 การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานช่วงเดียว
- 2.7 การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานปลายยื่น
- 2.8 การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานยื่น

2. สาระสำคัญ

แรงปฏิกิริยาเป็นแรงที่เกิดขึ้นที่ฐานรองรับของโครงสร้าง การวิเคราะห์หาค่าแรงปฏิกิริยา มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบโครงสร้างของอาคาร ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความมั่นคงแข็งแรง และความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ เนื่องจากการวิเคราะห์หาแรงปฏิกิริยา เป็นข้อมูลสำคัญเบื้องต้นในการคำนวณหาค่าแรงเฉือน และโมเมนต์ดัด เพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างต่อไป จึงต้องอาศัยหลักการคำนวณที่ถูกต้องแม่นยำ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาแรงปฏิกิริยา
- 3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 1. อธิบายความหมายของแรงปฏิกิริยาได้
 2. บอกประโยชน์ของการเขียนแผนผังอิสระแทนแรงได้
 3. เขียนแผนผังอิสระแทนแรงได้
 4. บอกวิธีการหาค่าแรงปฏิกิริยาได้
 5. อธิบายขั้นตอนการคำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้

6. คำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานช่วงเดียวได้
7. คำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานปลายยื่นได้
8. คำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานยื่นได้

4. สารการเรียนรู้

- 2.1 ความหมายของแรงปฏิกิริยา
- 2.2 การเขียนแผนผังอิสระแทนแรง (Free Body Diagram : F.B.D.)
- 2.3 วิธีการหาค่าแรงปฏิกิริยา

การหาค่าแรงปฏิกิริยาของโครงสร้างแบบง่าย (Determinate Structure) มีวิธีการหา 2 วิธีคือ

- 2.3.1 วิธีการคำนวณ (Analytical Method)
- 2.3.2 วิธีการเขียนรูป (Graphical Method)

- 2.4 ขั้นตอนการคำนวณหาแรงปฏิกิริยา

การคำนวณหาแรงปฏิกิริยา จัดว่าเป็นวิธีการหาค่าแรงปฏิกิริยาที่ถูกต้อง แม่นยำที่สุด ซึ่งจะต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 2.4.1 เขียนแผนผังอิสระแทนแรง (Free Body Diagram : F.B.D.)
- 2.4.2 พิจารณาน้ำหนักบรรทุกทุกที่กระทำต่อโครงสร้าง
- 2.4.3 คำนวณหาแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับโดยใช้สมการสมดุล
- 2.4.4 ตรวจสอบความถูกต้อง โดยยึดหลักเกณฑ์ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{แรงปฏิกิริยา} &= \text{แรงกิริยา} \\
 \text{แรงขึ้น} &= \text{แรงลง} \\
 \text{แรงที่มีทิศทางซ้าย} &= \text{แรงที่มีทิศทางขวา} \\
 \text{โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา} &= \text{โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา}
 \end{aligned}$$

- 2.5 การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานช่วงเดียว
- 2.6 การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานปลายยื่น
- 2.7 การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานยื่น

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูให้นักเรียนดูภาพโครงสร้างแล้วร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับภาพ
2. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 2

ขั้นตอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทที่ 2 เรื่อง แรงปฏิกิริยา
4. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู
5. นักเรียนทำแบบหัดบทที่ 2 เรื่อง แรงปฏิกิริยา หน้า 73-75 ในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์
โครงสร้าง 2 ครูให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาและตอบข้อซักถาม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 2 เรื่อง แรงปฏิกิริยา

ขั้นสรุปและการประยุกต์

7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 2 เรื่อง แรงปฏิกิริยา หน้า 76-81 ในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์โครงสร้าง 2
8. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลยคำตอบ

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์โครงสร้าง 2 (20106-2115) ของบริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์โครงสร้าง 2

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้บทที่ 2 เรื่อง แรงปฏิกิริยา
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 2 แรงปฏิกิริยา
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และ
นักศึกษาร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 2 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป

3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ
ประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

8.1 กิจกรรมเสนอแนะ

8.1.1 ให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมาทาง
อินเทอร์เน็ต

8.1.2 ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่
สัมพันธ์เนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

8.2.1 ทำแบบฝึกหัดบทที่ 2

8.2.2 ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 2

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

การประเมินผล หน่วยที่ 2 แรงปฏิกิริยา

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบฝึกหัดตอนที่ 1 จำนวน 5 ข้อๆ ละ 2 คะแนน รวม 10 คะแนน
2. แบบฝึกหัดตอนที่ 2 จำนวน 6 ข้อๆ ละ 5 คะแนน รวม 30 คะแนน
3. แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อๆ ละ 2 คะแนน รวม 40 คะแนน
4. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล หน่วยที่ 2 แรงปฏิกิริยา							
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 2 รหัสวิชา 20106-2115				วิทยาลัย			
ชื่อ-สกุล.....ระดับ.....				ครู			
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบฝึกหัด		*คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน		*ข้อที่ (ตอนที่)	**ข้อที่
		คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้	คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้		
1	อธิบายความหมายของแรงปฏิกิริยาได้	2		2		1(1)	1
2	บอกประโยชน์ของการเขียนแผนผังอิสระแทนแรงได้	2		2		2(1)	2
3	เขียนแผนผังอิสระแทนแรงได้	2		2		3(1)	6
4	บอกวิธีการหาค่าแรงปฏิกิริยาได้	4		2		4-5(1)	3
5	อธิบายขั้นตอนการคำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้			4			4-5
6	คำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานช่วงเดียวได้	10		14		1-2(2)	7-13
7	คำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานปลายยื่นได้	10		8		3-4(2)	14-17
8	คำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานยื่นได้	10		6		5(2)	18-20
รวมคะแนนด้านทักษะ		40		40			
10	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
11	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ครูประเมินพฤติกรรมที่สำคัญของนักเรียน ตามระดับคุณภาพ ดังนี้

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง ดี 1 หมายถึง พอใช้ 0 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ชื่อ-สกุล	มีมนุษยสัมพันธ์			ความมีวินัย			ความรับผิดชอบ			ความซื่อสัตย์			การตรงต่อเวลา			ความสนใจในการเรียน			รวม
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	12

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....
 (.....)

เกณฑ์การผ่าน

ได้คะแนน 5 คะแนน ขึ้นไป

ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนน 9-10 ดีมาก

คะแนน 7-8 ดี

คะแนน 5-6 พอใช้

คะแนนต่ำกว่า 5 ปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ...3.....

จำนวน 8..... ชั่วโมง

รหัส...20106-2115... วิชา.....กลศาสตร์โครงสร้าง...2..... หน่วยกิต 2.....

ชื่อหน่วย แรงเฉือน.....

1. หัวข้อเรื่อง

- 3.1 ความหมายของแรงเฉือน
- 3.2 เครื่องหมายของแรงเฉือน
- 3.3 วิธีการเขียนแผนภาพของแรงเฉือน
- 3.4 ขั้นตอนการคำนวณหาค่าแรงเฉือน
- 3.5 การคำนวณหาแรงเฉือนของคานช่วงเดียว
- 3.6 การคำนวณหาแรงเฉือนของคานปลายยื่น
- 3.7 การคำนวณหาแรงเฉือนของคานยื่น
- 3.8 การเขียนแผนภาพแรงเฉือนของคานชนิดต่างๆ

2. สาระสำคัญ

การวิเคราะห์และการออกแบบโครงสร้าง จำเป็นต้องทราบค่าของแรงเฉือน ตลอดความยาวของโครงสร้าง ว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนอย่างไร และบริเวณหน้าตัดใดของโครงสร้างมีค่าของแรงเฉือนมากที่สุด การเขียนแผนภาพแรงเฉือน จะช่วยให้การพิจารณาค่าของแรงเฉือนได้ชัดเจนและง่ายขึ้น เช่น การออกแบบโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็ก จะต้องนำค่าแรงเฉือน มาออกแบบเพื่อกำหนดขนาด และระยะห่างของเหล็กปลอก การศึกษาเรื่องการหาค่าแรงเฉือน และการเขียนแผนภาพแรงเฉือน จึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการวิเคราะห์ ออกแบบโครงสร้าง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาแรงเฉือนในโครงสร้าง

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของแรงเฉือนได้
2. บอกเครื่องหมายของแรงเฉือนได้
3. อธิบายวิธีการเขียนแผนภาพของแรงเฉือนได้
4. อธิบายขั้นตอนการคำนวณหาค่าแรงเฉือนได้

5. คำนวณหาแรงเฉือนของคานช่วงเดียวได้
6. คำนวณหาแรงเฉือนของคานปลายยื่นได้
7. คำนวณหาแรงเฉือนของคานยื่นได้
8. เขียนแผนภาพแรงเฉือนของคานชนิดต่างๆ ได้

4. การเรียนรู้

3.1 ความหมายของแรงเฉือน

แรงเฉือน (Shear Force) หมายถึง แรงที่กระทำต่อวัตถุ และส่งผลให้วัตถุนั้นขาดออกจากกัน ซึ่งแรงเฉือนเกิดขึ้นเมื่อมีแรงที่มากกว่าหนึ่งแรง มากระทำในทิศทางตรงกันข้ามกัน แต่ไม่ได้กระทำในแนวแรงเดียวกัน โดยนิยมเขียนสัญลักษณ์แทนแรงเฉือนด้วยตัวอักษร V ซึ่งย่อมาจาก Vertical หมายถึงแรงในแนวตั้ง

3.2 เครื่องหมายของแรงเฉือน

แรงเฉือนในคานเกิดจากผลรวมทางพีชคณิตของแรงภายในแนวดิ่งที่กระทำต่อโครงสร้างจึงกำหนดเครื่องหมายของแรงเฉือน ดังนี้

3.2.1 แรงเฉือนใดที่พยายามทำให้ส่วนของโครงสร้างด้านซ้ายมือขาดออกจากกันในลักษณะเลื่อนขึ้นจากโครงสร้างส่วนที่เหลืทางขวามือ ให้มีเครื่องหมายเป็นบวก (+)

3.2.2 แรงเฉือนใดที่พยายามทำให้ส่วนของโครงสร้างด้านซ้ายมือขาดออกจากกันในลักษณะเลื่อนลงจากโครงสร้างส่วนที่เหลืทางขวามือ ให้มีเครื่องหมายเป็นลบ (-)

3.3 การเขียนแผนภาพของแรงเฉือน

มีข้อสังเกตในการเขียนดังนี้

3.3.1 กรณีไม่มีน้ำหนักกระทำ (No Load)

3.3.2 กรณีน้ำหนักกระทำเป็นจุด (Point Load)

3.3.3 กรณีน้ำหนักกระทำเป็นแบบแผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอ (Uniform Load)

3.4 ขั้นตอนการคำนวณหาค่าแรงเฉือน

สามารถคำนวณหาค่าแรงเฉือนตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 เขียนรูปตามโจทย์กำหนดไว้ด้านซ้ายมือ แล้วแสดงวิธีทำทางด้านขวามือ เนื่องจากจะต้องเว้นพื้นที่ส่วนที่ต่อจากโจทย์ไว้สำหรับเขียนแผนภาพแรงเฉือน

3.4.2 คำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ ให้ครบทุกฐานแล้วเขียนค่าไว้ที่รูปตามโจทย์กำหนด

3.4.3 คำนวณหาค่าแรงเฉือนทุกจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักบรรทุก โดยเริ่มจากด้านซ้ายมือ สิ้นสุดด้านขวามือ

3.5 ตัวอย่างการคำนวณหาแรงเฉือนของคานช่วงเดียว

3.6 ตัวอย่างการคำนวณหาแรงเฉือนของคานปลายยื่น

3.7 ตัวอย่างการคำนวณหาแรงเฉือนของคานยื่น

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูให้นักเรียนดูภาพโครงสร้างแล้วร่วมกันสนทนากับภาพ
2. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 3

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทที่ 3 เรื่อง แรงเฉือน
 4. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาพร้อมกับครู
 5. นักเรียนทำแบบหัดบทที่ 3 เรื่อง แรงเฉือน หน้า 128-131 ในหนังสือแบบเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2 ครูให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาและตอบข้อซักถาม
 6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 3 เรื่อง แรงเฉือน
- ### ขั้นสรุปและการประยุกต์
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 3 เรื่อง แรงเฉือน หน้า 132-138 ในหนังสือแบบเรียนวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 2
 8. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลยคำตอบ

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2 (20106-2115) ของบริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้บทที่ 3 เรื่อง แรงเฉือน
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 3 เรื่อง แรงเฉือน
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และ
นักศึกษาร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 2 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการ
ประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

8.1 กิจกรรมเสนอแนะ

8.1.1 ให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมาทาง
อินเทอร์เน็ต

8.1.2 ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์
เนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

8.2.1 ทำแบบฝึกหัดบทที่ 3

8.2.2 ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 3

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

การประเมินผล หน่วยที่ 3 แรงเฉือน

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบฝึกหัดตอนที่ 1 จำนวน 6 ข้อๆ ละ 2.5 คะแนน รวม 15 คะแนน
2. แบบฝึกหัดตอนที่ 2 จำนวน 6 ข้อๆ ละ 5 คะแนน รวม 30 คะแนน
3. แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อๆ ละ 2 คะแนน รวม 40 คะแนน
4. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 15 คะแนน

แบบประเมินผล หน่วยที่ 3 แรงเฉือน							
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 2 รหัสวิชา 20106-2115				วิทยาลัย			
ชื่อ-สกุล.....ระดับ.....				ครู			
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบฝึกหัด		*คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน		*ข้อที่ (ตอนที่)	**ข้อที่
		คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้	คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้		
1	บอกความหมายของแรงเฉือนได้	2.5		2		1(1)	1
2	บอกเครื่องหมายของแรงเฉือนได้	2.5		2		2(1)	2
3	อธิบายวิธีการเขียนแผนภาพของแรงเฉือนได้	2.5		2		4(1)	3
4	อธิบายขั้นตอนการคำนวณหาค่าแรงเฉือนได้	2.5		2		3(1)	4
5	คำนวณหาแรงเฉือนของคานช่วงเดียวได้	10		10		1-2(2)	5-8,12
6	คำนวณหาแรงเฉือนของคานปลายยื่นได้	10		12		3-4(2)	9-11, 18-20
7	คำนวณหาแรงเฉือนของคานยื่นได้	10		10		5-6(2)	13-17
8	เขียนแผนภาพแรงเฉือนของคานชนิดต่างๆ ได้	5				5-6(1)	
รวมคะแนนด้านทักษะ		45		40			
9	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			7.5			
10	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			7.5			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				15			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ครูประเมินพฤติกรรมที่สำคัญของนักเรียน ตามระดับคุณภาพ ดังนี้

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง ดี 1 หมายถึง พอใช้ 0 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ชื่อ-สกุล	มีมนุษยสัมพันธ์			ความมีวินัย			ความรับผิดชอบ			ความซื่อสัตย์			การตรงต่อเวลา			ความสนใจในการเรียน			รวม
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	12

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(.....)

เกณฑ์การผ่าน

ได้คะแนน 5 คะแนน ขึ้นไป

ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนน 9-10 ดีมาก

คะแนน 7-8 ดี

คะแนน 5-6 พอใช้

คะแนนต่ำกว่า 5 ปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ...4.....

จำนวน 8..... ชั่วโมง

รหัส...20106-2115... วิชา.....กลศาสตร์โครงสร้าง...2..... หน่วยกิต 2.....

ชื่อหน่วย โมเมนต์ดัด.....

1. หัวข้อเรื่อง

- 4.1 ความหมายของโมเมนต์ดัด
- 4.2 เครื่องหมายของโมเมนต์ดัด
- 4.3 วิธีการเขียนแผนภาพของโมเมนต์ดัด
- 4.4 ขั้นตอนการเขียนแผนภาพโมเมนต์ดัด
- 4.5 การคำนวณหาโมเมนต์ดัดโดยวิธีพิจารณาโมเมนต์รอบจุดหมุน
- 4.6 การคำนวณหาโมเมนต์ดัดโดยวิธีพิจารณาพื้นที่ของแผนภาพแรงเฉือน
- 4.7 การเขียนแผนภาพโมเมนต์ดัดของโครงสร้างแบบง่าย

2. สาระสำคัญ

การออกแบบโครงสร้างทุกชนิด จะต้องคำนึงถึงความมั่นคงแข็งแรง และความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นสำคัญ การกำหนดขนาดและปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีตในคานคอนกรีตเสริมเหล็ก จำเป็นที่ผู้ออกแบบจะต้องอาศัยค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นในคาน และแผนภาพโมเมนต์ดัดมาเป็นข้อมูลสำคัญในการออกแบบ การคำนวณหาค่าโมเมนต์ดัดและการเขียนแผนภาพโมเมนต์ดัด จึงเป็นเนื้อหาที่จำเป็นจึงต้องศึกษาเพื่อนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาโมเมนต์ดัดในโครงสร้าง

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของโมเมนต์ดัดได้
2. บอกเครื่องหมายของโมเมนต์ดัดได้
3. บอกวิธีการเขียนแผนภาพของโมเมนต์ดัดได้
4. อธิบายขั้นตอนการเขียนแผนภาพโมเมนต์ดัดได้
5. คำนวณหาโมเมนต์ดัดโดยวิธีพิจารณาโมเมนต์รอบจุดหมุนได้
6. คำนวณหาโมเมนต์ดัดโดยวิธีพิจารณาพื้นที่ของแผนภาพแรงเฉือนได้
7. เขียนแผนภาพโมเมนต์ดัดของโครงสร้างแบบง่ายได้

4. การเรียนรู้

4.1 ความหมายของโมเมนต์คัต

4.2 เครื่องหมายของโมเมนต์คัต

4.3 การเขียนแผนภาพของโมเมนต์คัต

มีข้อสังเกตในการเขียนดังนี้

4.3.1 กรณีไม่มีน้ำหนักกระทำ (No Load)

4.3.2 กรณีน้ำหนักกระทำเป็นจุด (Point Load)

4.3.3 กรณีน้ำหนักกระทำเป็นแบบแผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอ (Uniform Load)

4.4 ขั้นตอนการเขียนแผนภาพโมเมนต์คัต

4.5 การคำนวณหาโมเมนต์คัตโดยวิธีพิจารณาโมเมนต์รอบจุดหมุน

4.6 การคำนวณหาโมเมนต์คัตโดยวิธีพิจารณาพื้นที่ของแผนภาพแรงเฉือน

ใช้หลักการคำนวณหาพื้นที่จากสูตรพื้นฐาน ดังนี้

ก) ช่วงที่น้ำหนักกระทำเป็นจุด แผนภาพของแรงเฉือนจะเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีสูตรในการคำนวณคือ กว้าง $\times$ ยาว หรือ ด้าน $\times$ ด้าน

ข) ช่วงที่น้ำหนักกระทำเป็นแบบแผ่กระจาย แผนภาพของแรงเฉือนจะเป็นรูปสามเหลี่ยม มีสูตรในการคำนวณคือ $\frac{1}{2} \times$ สูง $\times$ ฐาน

ค) ช่วงที่น้ำหนักกระทำเป็นทั้งแบบเป็นจุดและแบบแผ่กระจาย แผนภาพของแรงเฉือนจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีสูตรในการคำนวณคือ $\frac{1}{2} \times$ สูง $\times$ (ผลบวกของด้านคู่ขนาน)

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูให้นักเรียนดูภาพโครงสร้างแล้วร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับภาพ

2. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 4

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทที่ 4 เรื่อง โมเมนต์คัต

4. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู

5. นักเรียนทำแบบหัดบทที่ 4 เรื่อง โมเมนต์คัต หน้า 179-182 ในหนังสือแบบเรียนวิชากลศาสตร์ โครงสร้าง 2 ครูให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาและตอบข้อซักถาม

6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 4 เรื่อง โมเมนต์คัต

ขั้นสรุปและการประยุกต์

7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 4 เรื่อง โมเมนต์ดัด หน้า 183-189 ในหนังสือแบบเรียนวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 2

8. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลยคำตอบ

6. สื่อการเรียนรู้

6.1 หนังสือเรียนรายวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2 (20106-2115) ของบริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน

6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้บทที่ 4 เรื่อง โมเมนต์ดัด
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 4 เรื่อง โมเมนต์ดัด
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และ

นักศึกษาร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 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 ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์เนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

8.2.1 ทำแบบฝึกหัดบทที่ 4

8.2.2 ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 4

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....
(.....)

ครูผู้สอน

การประเมินผล หน่วยที่ 4 โมเมนต์คัต

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบฝึกหัดตอนที่ 1 จำนวน 8 ข้อๆ ละ 2.5 คะแนน รวม 20 คะแนน
2. แบบฝึกหัดตอนที่ 2 จำนวน 8 ข้อๆ ละ 2.5 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อๆ ละ 2 คะแนน รวม 40 คะแนน
4. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล หน่วยที่ 4 โมเมนต์คัต							
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 2 รหัสวิชา 20106-2115				วิทยาลัย			
ชื่อ-สกุล.....ระดับ.....				ครู			
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบฝึกหัด		*คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน		*ข้อที่ (ตอนที่)	**ข้อที่
		คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้	คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้		
1	บอกความหมายของโมเมนต์คัตได้	2.5		4		1(1)	1-2
2	บอกเครื่องหมายของโมเมนต์คัตได้	5		2		2-3(1)	3
3	บอกวิธีการเขียนแผนภาพของโมเมนต์คัตได้	2.5		4		6(1)	4-5
4	อธิบายขั้นตอนการเขียนแผนภาพโมเมนต์คัตได้	10		2		5-8(1)	6
5	คำนวณหาโมเมนต์คัตโดยวิธีพิจารณาโมเมนต์รอบจุดหมุนได้	10		20		1-4(2)	7-16
6	คำนวณหาโมเมนต์คัตโดยวิธีพิจารณาพื้นที่ของแผนภาพแรงเฉือนได้	10		6		5-8(2)	18-20
7	เขียนแผนภาพโมเมนต์คัตของโครงสร้างแบบง่ายได้			2			17
รวมคะแนนด้านทักษะ		40		40			
8	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
9	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ครูประเมินพฤติกรรมที่สำคัญของนักเรียน ตามระดับคุณภาพ ดังนี้

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง ดี 1 หมายถึง พอใช้ 0 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ชื่อ-สกุล	มีมนุษยสัมพันธ์			ความมีวินัย			ความรับผิดชอบ			ความซื่อสัตย์			การตรงต่อเวลา			ความสนใจในการเรียน			รวม
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	12

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(.....)

เกณฑ์การผ่าน

ได้คะแนน 5 คะแนน ขึ้นไป

ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนน 9-10 ดีมาก

คะแนน 7-8 ดี

คะแนน 5-6 พอใช้

คะแนนต่ำกว่า 5 ปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ...5.....

จำนวน 8..... ชั่วโมง

รหัส...20106-2115... วิชา.....กลศาสตร์โครงสร้าง...2..... หน่วยกิต 2.....

ชื่อหน่วย แรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน.....

1. หัวข้อเรื่อง

- 5.1 ความหมายของโครงข้อหมุน
- 5.2 ประเภทของโครงข้อหมุน
- 5.3 ส่วนประกอบของโครงข้อหมุน
- 5.4 สมมุติฐานในการวิเคราะห์โครงข้อหมุน
- 5.5 หลักในการคำนวณโครงข้อหมุน
- 5.6 เครื่องหมายแทนแรงในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน
- 5.7 การคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของโครงข้อหมุน
- 5.8 การคำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนโดยวิธีตัดรอบจุดต่อ
- 5.9 การคำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนโดยวิธีตัดรูปตัด

2. สารสำคัญ

ปัจจุบันการออกแบบโครงสร้างมีรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานแต่ละประเภท สำหรับโครงสร้างที่ต้องการออกแบบให้มีช่วงเสากว้างมากๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อไม่ต้องการให้มีเสามาเกาะกะ มีพื้นที่ในการใช้งานมากขึ้น หรือต้องการโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบาแต่ยังสามารถรับน้ำหนักได้มาก สามารถวางพาดช่วงยาวๆ ได้อย่างปลอดภัย เช่น โครงสร้างหลังคาของโรงงาน โรงอาหาร โรงจอดรถ หอประชุม ฯลฯ รวมทั้งโครงสร้างสะพานและอาคารพิเศษอื่นๆ จะออกแบบให้เป็นโครงถัก (Truss) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าโครงข้อหมุน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของโครงข้อหมุนได้
2. บอกประเภทของโครงข้อหมุนได้
3. จำแนกส่วนประกอบของโครงข้อหมุนได้
4. อธิบายสมมุติฐานในการวิเคราะห์โครงข้อหมุนได้

5. อธิบายหลักในการคำนวณโครงข้อหมุนได้
6. บอกเครื่องหมายแทนแรงในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนได้
7. คำนวณหาแรงปฏิกิริยาของโครงข้อหมุนได้
8. คำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน โดยวิธีตัดรอบจุดต่อได้
9. คำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน โดยวิธีตัดรูปตัดได้

4. ตารางการเรียนรู้

- 5.1 ความหมายของโครงข้อหมุน
- 5.2 ประเภทของโครงข้อหมุน (Type of Truss)
 - แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภท ดังนี้
 - 5.2.1 โครงข้อหมุนสำหรับงานอาคาร (Building Truss)
 - 5.2.2 โครงข้อหมุนสำหรับงานสะพาน (Bridge Truss)
- 5.3 ส่วนประกอบของโครงข้อหมุน
- 5.4 สมมุติฐานในการวิเคราะห์โครงข้อหมุน
- 5.5 หลักในการคำนวณโครงข้อหมุน
- 5.6 เครื่องหมายแทนแรงในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน
- 5.7 การหาแรงปฏิกิริยาของโครงข้อหมุน
- 5.8 การหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนโดยวิธีตัดรอบจุดต่อ (Joints Method)
 - มีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้
 - 5.8.1 คำนวณหาแรงปฏิกิริยาที่จู่รองรับ โดยใช้สมการสมดุล
 - 5.8.2 พิจารณาจุดต่อแต่ละจุดที่ต้องการหาค่า สามารถสมมุติได้ 2 วิธีคือ
 - วิธีที่ 1 สมมุติให้แรงที่ไม่ทราบค่าทั้งสองแรงเป็นแรงดึงเสมอ ถ้าคำตอบออกมาเป็นบวก (+) แสดงว่าเป็นแรงดึง แต่ถ้าคำตอบออกมาเป็นลบ (-) แสดงว่าเป็นแรงอัด
 - วิธีที่ 2 สมมุติตามความน่าจะเป็นที่ควรเกิดขึ้นจริง โดยกำหนดให้ทิศทางของแรงมีลักษณะต้านกัน ถ้าทิศทางของแรงพุ่งออกจากจุดต่อแสดงว่าเป็นแรงดึง แต่ถ้าทิศทางของแรงพุ่งเข้าหาจุดต่อแสดงว่าเป็นแรงอัด ถ้าคำตอบออกมาเป็นบวกแสดงว่าผลการสมมุติถูกต้อง แต่ถ้าคำตอบออกมาเป็นลบแสดงว่าเป็นแรงอีกประเภทหนึ่ง
 - 5.8.3 ใช้สมการสมดุล $\sum V = 0$ และ $\sum H = 0$ คำนวณหาค่าแรงแต่ละชิ้นส่วนที่ไม่ทราบค่า
 - 5.8.4 พิจารณาจุดต่อที่อยู่ถัดไป เพื่อคำนวณหาค่าแรงภายในชิ้นส่วนจนครบทุกแรง
 - 5.8.5 เขียนขนาดและทิศทางของแรงที่คำนวณได้ ทุกชิ้นส่วนกำกับบนชิ้นส่วนของรูปโครงสร้างที่กำหนดให้

5.9 การคำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนโดยวิธีตัดรูปตัด (Method of Section)

มีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

- 5.9.1 คำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ โดยใช้สมการสมดุล
- 5.9.2 ตัดรูปตัดผ่านชิ้นส่วนที่ต้องการทราบค่าไม่เกิน 3 ชิ้นส่วน
- 5.9.3 เขียนรูปอิสระของโครงสร้างส่วนที่ถูกตัดด้านซ้ายมือหรือขวามือ
- 5.9.4 ใส่หัวลูกศรแสดงทิศทางและชื่อชิ้นส่วนโครงสร้าง
- 5.9.5 คำนวณหาแรงในชิ้นส่วนที่ต้องการโดยใช้สมการสมดุล $\Sigma M = 0$
- 5.9.6 ตรวจสอบคำตอบ

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูให้นักเรียนดูภาพโครงสร้างแล้วร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับภาพ
2. ครูแจ้งหัวข้อการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 5

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้บทที่ 5 เรื่อง การหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน
4. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาร่วมกับครู
5. นักเรียนทำแบบหัดบทที่ 5 เรื่อง การหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน หน้า 241-244 ในหนังสือแบบเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2 ครูให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาและตอบข้อซักถาม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 5 เรื่อง การหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน

ขั้นสรุปและการประยุกต์

7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 5 เรื่อง การหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน หน้า 245-250 ในหนังสือแบบเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2
8. นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนให้คะแนนและลงชื่อผู้ตรวจและครูเฉลยคำตอบ

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2 (20106-2115) ของบริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 6.2 เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
- 6.3 การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชากลศาสตร์โครงสร้าง 2

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. ตรวจประเมินผลแบบการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง

ประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์

และนักศึกษาร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 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 ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์เนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

8.2 งานที่มอบหมาย

8.2.1 ทำแบบฝึกหัดบทที่ 5

8.2.2 ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 5

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวแทนนักเรียน

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

การประเมินผล หน่วยที่ 5 การหาแรงภายในโครงข้อหมุน

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบฝึกหัดตอนที่ 1 จำนวน 7 ข้อๆ ละ 2-3 คะแนน รวม 20 คะแนน
2. แบบฝึกหัดตอนที่ 2 จำนวน 5 ข้อๆ ละ 4 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อๆ ละ 2 คะแนน รวม 40 คะแนน
4. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล							
หน่วยที่ 5 การหาแรงภายในโครงข้อหมุน							
ชื่อวิชา กลศาสตร์โครงสร้าง 2 รหัสวิชา 20106-2115					วิทยาลัย		
ชื่อ-สกุล.....ระดับ.....					ครู		
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบฝึกหัด		*คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน		*ข้อที่ (ตอนที่)	**ข้อที่
		คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้	คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้		
1	อธิบายความหมายของโครงข้อหมุนได้	3		2		1(1)	1
2	บอกประเภทของโครงข้อหมุนได้	2				2(1)	
3	จำแนกส่วนประกอบของโครงข้อหมุนได้	15		4		3-7(1)	2-3
4	อธิบายสมมุติฐานในการวิเคราะห์โครงข้อหมุนได้			2			5
5	อธิบายหลักในการคำนวณโครงข้อหมุนได้			2			4
6	บอกเครื่องหมายแทนแรงในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนได้			2			3
7	คำนวณหาแรงปฏิกิริยาของโครงข้อหมุนได้			2			6
8	คำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนโดยวิธีตัดรอบจุดต่อได้	12		28		1-3(2)	7-15
9	คำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนโดยวิธีตัดรูปตัดได้	8		8		4-5(2)	16-20
รวมคะแนนด้านทักษะ		40		40			
8	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
9	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ครูประเมินพฤติกรรมที่สำคัญของนักเรียน ตามระดับคุณภาพ ดังนี้

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง ดี 1 หมายถึง พอใช้ 0 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ชื่อ-สกุล	มีมนุษยสัมพันธ์			ความมีวินัย			ความรับผิดชอบ			ความซื่อสัตย์			การตรงต่อเวลา			ความสนใจในการเรียน			รวม
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	12

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(.....)

เกณฑ์การผ่าน

ได้คะแนน 5 คะแนน ขึ้นไป

ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนน 9-10 ดีมาก

คะแนน 7-8 ดี

คะแนน 5-6 พอใช้

คะแนนต่ำกว่า 5 ปรับปรุง

เฉลยแบบฝึกหัด

.....

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

1. น้ำหนักบรรทุกของพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก จัดเป็นน้ำหนักบรรทุกตายตัว
2. ชนิดของแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่
 1. แรงกระทำ
 2. แรงต้านทานแรงกระทำ
3. น้ำหนักจากเสาที่ถ่ายลงสู่คานจัดเป็นน้ำหนัก น้ำหนักกระทำแบบเป็นจุด
4. จงอธิบายชนิดของฐานรองรับแบบยึดหมุนเคลื่อนที่ไม่ได้ (Hinge Support)
ฐานรองรับแบบนี้ยอมให้เกิดการหมุนรอบจุดยึดได้ แต่ไม่ยอมให้มีการเคลื่อนที่ใดๆ ดังนั้น จึง
เกิดแรงปฏิกิริยา หรือแรงต้านที่จุดรองรับ จำนวน 2 แรง คือแรงปฏิกิริยาในทิศทางขนานและ
แรงปฏิกิริยาในทิศทางตั้งฉากกับฐานรองรับเท่านั้น
5. ชนิดของจุดต่อมี 2 แบบคือ
 1. จุดต่อแบบยึดหมุน นิยมใช้กับโครงสร้างที่เป็นโครงข้อหมุนหรือโครงถัก (Truss)
 2. ข้อต่อแบบยึดแข็ง นิยมใช้กับโครงสร้างที่เป็นโครงข้อแข็ง (Rigid Frames)
6. ชนิดของคานที่แบ่งตามลักษณะของฐานรองรับ มี 5 ชนิดได้แก่
 1. คานช่วงเดียว
 2. คานยึดแน่น
 3. คานยื่น
 4. คานปลายยื่น
 5. คานต่อเนื่อง
7. สมการสมดุลมี 3 สมการคือ
 1. $\sum H = 0$: หมายถึง ผลรวมของแรงในแนวราบ หรือแนวแกน X มีค่าเท่ากับศูนย์
 2. $\sum V = 0$: หมายถึง ผลรวมของแรงในแนวตั้ง หรือแนวแกน Y มีค่าเท่ากับศูนย์
 3. $\sum M = 0$: หมายถึง ผลรวมของการหมุนรอบจุดใดๆ มีค่าเท่ากับศูนย์
8. จงอธิบายความหมายของสมการเงื่อนไข
สมการที่เพิ่มขึ้นมานอกจากสมการสมดุล เพื่อช่วยหรือใช้ประกอบในการหาค่าตัวไม่
ทราบค่า ร่วมกับสมการสมดุลทั้ง 3 สมการ

9. โครงสร้างแบบดีเทอร์มิเนท (Determinate Structure) หมายถึง

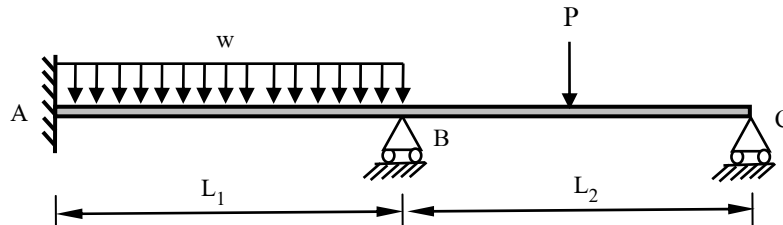
โครงสร้างแบบง่ายซึ่งสามารถที่จะวิเคราะห์หาค่าแรงปฏิกิริยาได้ โดยใช้สมการสมดุล 3 สมการรวมกับสมการเงื่อนไขอื่น (ถ้ามี)

10. โครงสร้างแบบอินดีเทอร์มิเนท (Indeterminate Structure) หมายถึง

โครงสร้างที่มีจำนวนของแรงปฏิกิริยามากกว่าสมการสมดุล รวมกับสมการเงื่อนไข (ถ้ามี) จึงไม่สามารถวิเคราะห์หาค่าแรงปฏิกิริยาต่างๆ โดยใช้สมการสมดุลรวมกับสมการเงื่อนไขเพียงค่าหนึ่ง

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จากรูป โครงสร้างที่กำหนดให้ จงแสดงการจำแนกประเภทของโครงสร้าง



วิธีทำ

$$\text{จำนวนสมการสมดุล} = 3$$

$$\text{จำนวนสมการเงื่อนไข} = 0$$

$$[\text{จำนวนสมการสมดุล} + \text{จำนวนสมการเงื่อนไข}] = 3$$

$$\text{จำนวนตัวไม่ทราบค่า} = 4$$

$$4 - 3 = 1^{\circ} \text{ SI}$$

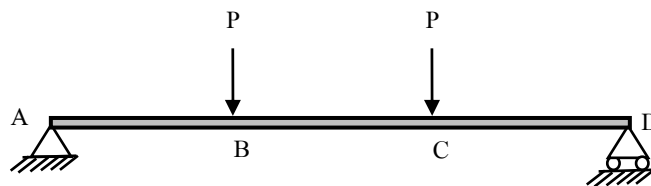
∴ จำแนกได้ว่าเป็นโครงสร้างแบบขาค มีค่าระดับความขาคเท่ากับ 1 ดีกรี

ตอบ

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้าง

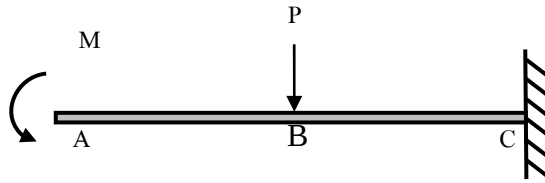
คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงใน
กระดาษคำตอบ

- ข้อใด ไม่จัด ว่าเป็นน้ำหนักบรรทุกทุกตายตัว
ก. น้ำหนักพื้น ✗ น้ำหนักโต๊ะ
ค. น้ำหนักผนัง ง. น้ำหนักหลังคา
- น้ำหนักของตงไม้เนื้อแข็งที่วางอยู่บนโครงสร้างคาน จัดว่าเป็นน้ำหนักบรรทุกทุกลักษณะใด
ก. น้ำหนักจร ✗ น้ำหนักตายตัว
ค. น้ำหนักเคลื่อนที่ ง. น้ำหนักไม่เคลื่อนที่
- น้ำหนักที่แปล่ยลงบนจันทัน จัดเป็นน้ำหนักที่กระทำต่อโครงสร้างรูปแบบใด
✗ Point Load ข. Uniform Load
ค. Distributed Load ง. Non- uniform Load
- ข้อใดจัดเป็นน้ำหนักแบบแผ่กระจาย (Distributed Load)
ก. น้ำหนักเสาถ่ยลงคาน ✗ น้ำหนักผนังถ่ยลงคาน
ค. น้ำหนักแปล่ยลงจันทัน ง. น้ำหนักคานรองถ่ยลงคานหลัก
- จากรูป ฐานรองรับที่จุด A เป็นฐานรองรับชนิดใด



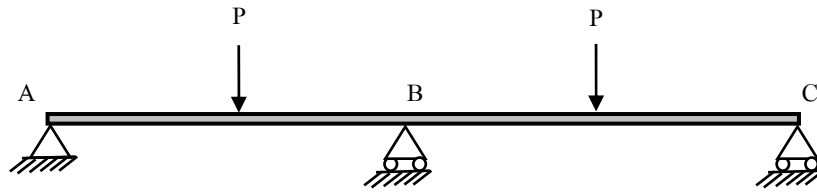
- ก. Pin Support ✗ Hinge Support
ค. Fixed Support ง. Roller Support

6. จากรูป ฐานรองรับที่จุด C เป็นฐานรองรับชนิดใด



- ก. ยึดหมุน ✗ ยึดแน่น
ค. ยึดหมุนเคลื่อนที่ได้ ง. ยึดหมุนเคลื่อนที่ไม่ได้
7. จุดต่อชนิดใดที่นิยมใช้กับโครงถัก
ก. ยึดรั้ง ✗ ยึดแน่น
ค. ยึดหมุน ง. ยึดปลายคาน
8. คานชนิดใดที่มีฐานรองรับเพียงข้างเดียว และเป็นฐานรองรับแบบยึดแน่น
✗ คานยื่น ข. คานยึดแน่น
ค. คานช่วงเดียว ง. คานปลายยื่น
9. คานชนิดใดที่มีฐานรองรับมากกว่าสองฐาน
ก. คานยึดแน่น ✗ คานต่อเนื่อง
ค. คานปลายยื่น ง. คานช่วงเดียว
10. การสมดุล มีความหมายตรงตามข้อใดมากที่สุด
✗ สภาวะที่วัตถุหยุดนิ่ง ข. สภาวะที่วัตถุหมุนรอบจุด
ค. สภาวะที่วัตถุเคลื่อนที่ในแนวค้ง ง. สภาวะที่วัตถุเคลื่อนที่ในแนวราบ
11. หากต้องการหาผลรวมของการหมุนจะใช้สมการสมดุลตามข้อใด
✗ $\sum H = 0$ ข. $\sum V = 0$
ค. $\sum M = 0$ ง. $\sum F = 0$
12. โครงสร้างที่จัดอยู่ในประเภทโครงสร้างแบบง่าย จะต้องมิตัวไม่ทราบค่า (Unknown) รวมกัน
ไม่เกิน กี่ตัว
ก. 2 ✗ 3
ค. 4 ง. 5

13. จากรูป จัดว่าเป็นโครงสร้างแบบขากที่มีดีกรีความขาก เท่ากับเท่าใด



ก. 1

ข. 2

ค. 3

~~ข.~~ 4

14. ข้อความใดคือความหมายของสมการเงื่อนไข

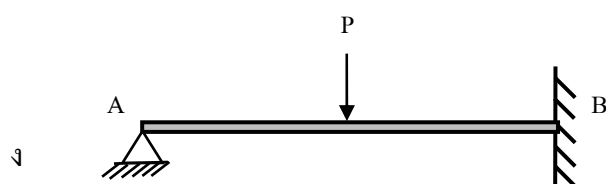
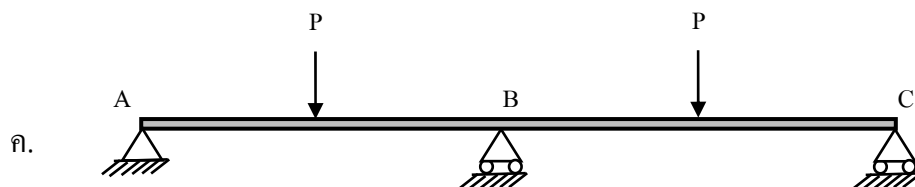
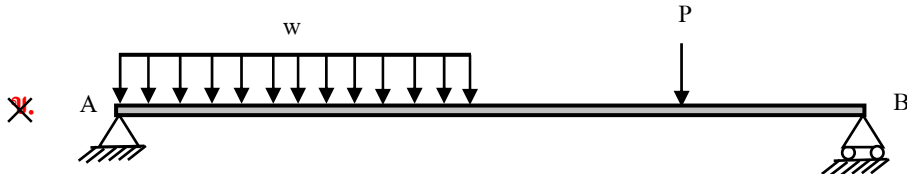
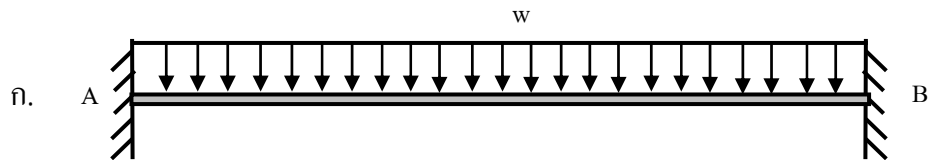
ก. สมการอื่นๆ นอกเหนือจากสมการสมดุล

ข. สมการสำหรับการพิจารณารูปแบบของโครงสร้าง

~~ค.~~ สมการที่ใช้ร่วมกับสมการสมดุล เพื่อหาตัวไม่ทราบค่า

ง. สมการสำหรับใช้ในการคำนวณหาแรงปฏิกิริยาใน โครงสร้างแบบขาก

15. จากรูปต่อไปนี้ ข้อใดจัดว่าเป็นโครงสร้างแบบง่าย



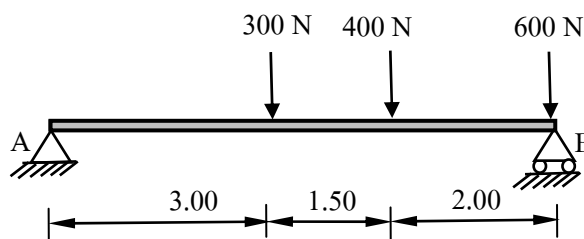
เฉลยแบบฝึกหัด บทที่ 2 แรงปฏิกิริยา

คำสั่ง จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

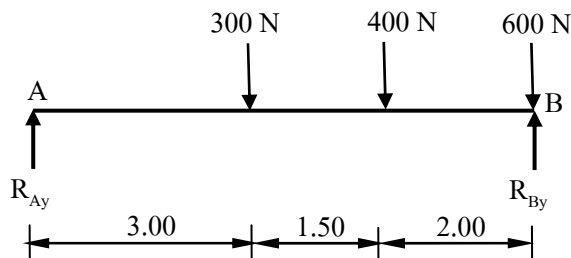
1. แรงปฏิกิริยา หมายถึง แรงต้านทานหรือแรงโต้ตอบแรงกระทำที่กระทำต่อวัตถุ แรงปฏิกิริยาทุกแรงจะทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากัน กระทำในทิศทางตรงกันข้ามเสมอ
2. แผนผังอิสระ หมายถึง การเขียน สัญลักษณ์ของแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ และเขียนแรงกระทำที่กระทำต่อโครงสร้าง ลงบนรูปอิสระตามโจทย์กำหนด
3. ประโยชน์ของการเขียนแผนผังอิสระ คือ ช่วยให้สามารถแยกแรงปฏิกิริยาออกจากฐานรองรับ และแสดงให้เห็นถึงแรงที่กระทำในจุดต่างๆของโครงสร้างได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทำให้สะดวกในการวิเคราะห์หาค่าแรงและการตรวจสอบ
4. วิธีการหาค่าแรงปฏิกิริยามี 2 วิธี คือ
 1. วิธีการคำนวณ
 2. วิธีการเขียนรูป
5. วิธีการหาค่าแรงปฏิกิริยาที่สะดวก และถูกต้องแม่นยำที่สุดคือ วิธีการคำนวณ

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จงคำนวณ หาค่าแรงปฏิกิริยาของคานช่วงเดียวรับน้ำหนักดังรูป



วิธีทำ



$$\Sigma M_B = 0$$

$$(R_{Ay} \times 6.50) - (300 \times 3.50) - (400 \times 2) = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{1850}{6.50}$$

$$R_{Ay} = 284.62 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-(R_{By} \times 6) + (300 \times 3) + (400 \times 4.50) + (600 \times 6.50) = 0$$

$$R_{By} = \frac{6600}{6.50}$$

$$R_{By} = 1015.38 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

ตรวจสอบ

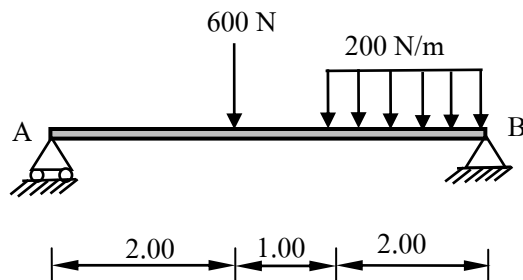
$$\text{แรงขึ้น} = \text{แรงลง}$$

$$R_{Ay} + R_{By} = 300 + 400 + 600$$

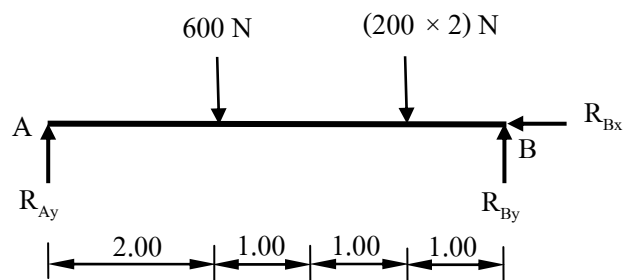
$$284.62 + 1015.38 = 1300$$

$$1300 = 1300$$

2. จงคำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาของคานช่วงเดียวรับน้ำหนักดังรูป



วิธีทำ



$$\Sigma H = 0$$

$$R_{Bx} = 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$(R_{Ay} \times 5) - (600 \times 3) - (200 \times 2 \times 1) = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{2200}{5}$$

$$R_{Ay} = 440 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-(R_{By} \times 5) + (600 \times 2) + (200 \times 2 \times 4) = 0$$

$$R_{By} = \frac{2800}{5}$$

$$R_{By} = 560 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

ตรวจสอบ

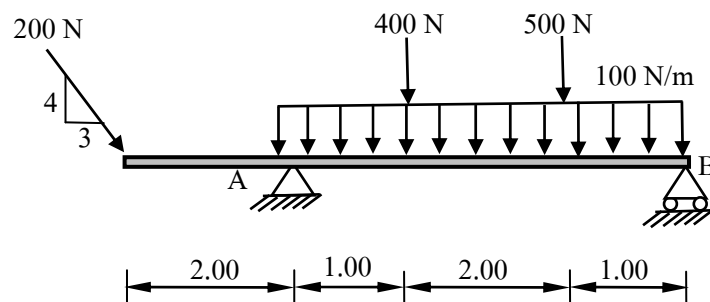
$$\text{แรงขึ้น} = \text{แรงลง}$$

$$R_{Ay} + R_{By} = 600 + (200 \times 2)$$

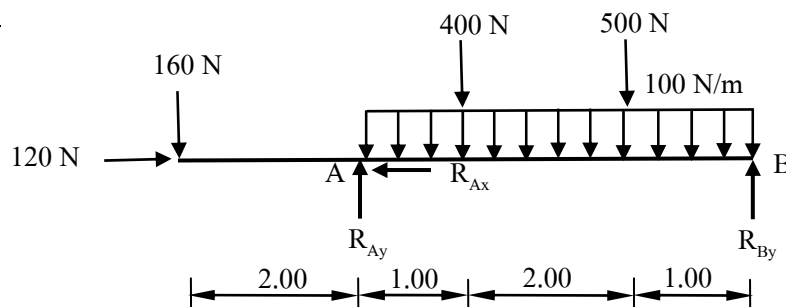
$$440 + 560 = 600 + 400$$

$$1000 = 1000$$

3. จงคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานปลายยื่นรับน้ำหนักดังรูป



วิธีทำ

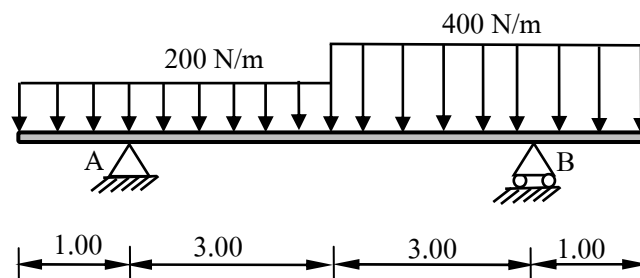


$$\begin{aligned}
 \Sigma H &= 0 \\
 120 - R_{Ax} &= 0 \\
 R_{Ax} &= 120 \text{ N} && \text{ตอบ} \\
 \Sigma M_B &= 0 \\
 (R_{Ay} \times 4) - (160 \times 6) - (100 \times 4 \times 2) - (400 \times 3) - (500 \times 1) &= 0 \\
 R_{Ay} &= \frac{3460}{4} \\
 R_{Ay} &= 865 \text{ N} && \text{ตอบ} \\
 \Sigma M_A &= 0 \\
 -(R_{By} \times 4) - (160 \times 2) + (100 \times 4 \times 2) + (400 \times 1) + (500 \times 3) &= 0 \\
 R_{By} &= \frac{2380}{4} \\
 R_{By} &= 595 \text{ N} && \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

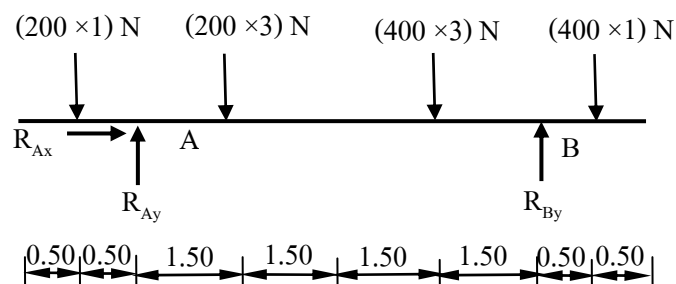
ตรวจสอบ

$$\begin{aligned}
 \text{แรงขึ้น} &= \text{แรงลง} \\
 R_{Ay} + R_{By} &= 160 + 400 + 500 + (100 \times 4) \\
 865 + 595 &= 1460 \\
 1460 &= 1460
 \end{aligned}$$

4. จงคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานาปลายยื่นรับน้ำหนักดังรูป



วิธีทำ

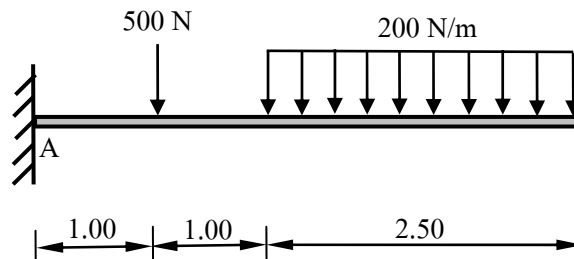


$$\begin{aligned}\Sigma M_B &= 0 \\ (R_{Ay} \times 6) + (400 \times 1 \times 0.5) - (400 \times 3 \times 1.5) - (200 \times 4 \times 5) &= 0 \\ R_{Ay} &= \frac{5600}{6} \\ R_{Ay} &= 933.33 \text{ N} \quad \text{ตอบ} \\ \Sigma M_A &= 0 \\ -(R_{By} \times 6) - (200 \times 1 \times 0.5) + (200 \times 3 \times 1.5) + (400 \times 4 \times 5) &= 0 \\ R_{By} &= \frac{8800}{6} \\ R_{By} &= 1466.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}\end{aligned}$$

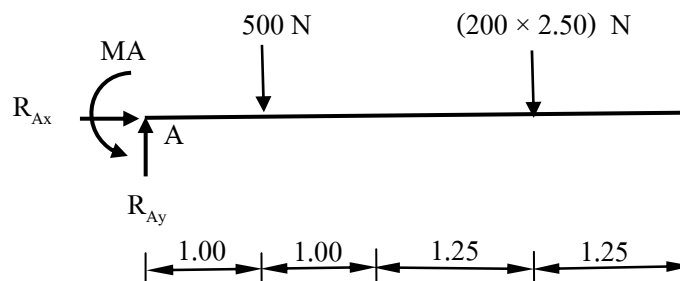
ตรวจสอบ

$$\begin{aligned}\text{แรงขึ้น} &= \text{แรงลง} \\ R_{Ay} + R_{By} &= (200 \times 4) + (400 \times 4) \\ 933.33 + 1466.67 &= 800 + 1600 \\ 2400 &= 2400\end{aligned}$$

5. จงคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานยื่นรับน้ำหนักดังรูป



วิธีทำ



$$\begin{aligned}\Sigma H &= 0 \\ R_{Ax} &= 0 \quad \text{ตอบ}\end{aligned}$$

$$\Sigma V = 0$$

$$R_{Ay} - 500 - (200 \times 2.50) = 0$$

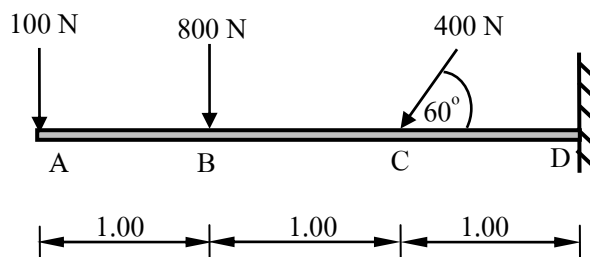
$$R_{Ay} = 1000 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

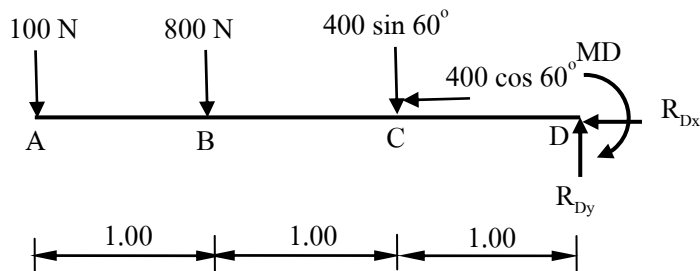
$$-MA + (500 \times 1) + (200 \times 2.50 \times 3) = 0$$

$$MA = 2000 \text{ N-m (โมเมนต์ทวน)} \quad \text{ตอบ}$$

6. จงคำนวณหาแรงปฏิกิริยาของคานยื่นรับน้ำหนักดังรูป



วิธีทำ



$$\Sigma H = 0$$

$$R_{Dx} + 400 \cos 60^\circ = 0$$

$$R_{Dx} = 200 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma V = 0$$

$$R_{Dy} - 100 - 800 - 400 \sin 60^\circ = 0$$

$$R_{Dy} = 1246.41 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_D = 0$$

$$MD - (100 \times 2) - (800 \times 2) - (400 \sin 60^\circ \times 1) = 0$$

$$MD = 200 + 1600 + 346.41$$

$$MD = 2046.41 \text{ N-m (โมเมนต์ตาม)} \quad \text{ตอบ}$$

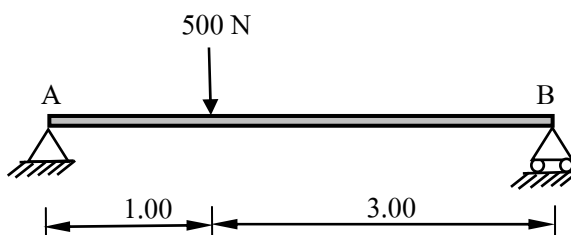
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ 2 แรงปฏิกิริยา

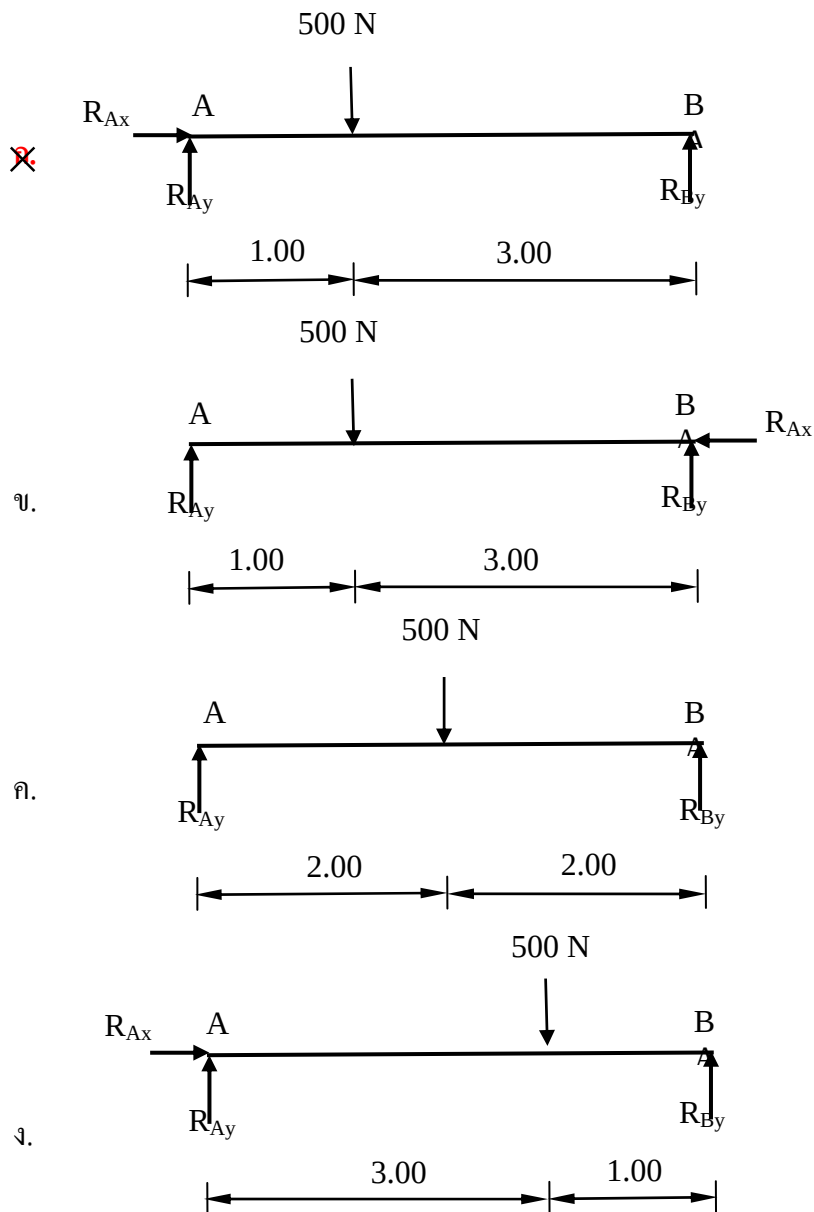
คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ทำเครื่องหมาย × ลงใน
กระดาษคำตอบ

1. แรงปฏิกิริยามีความหมายตามข้อใด
 - ก. แรงที่ทำให้คานาออกจากกัน ~~✗~~ **แรงต้านทานต่อแรงที่มากระทำ**
 - ค. แรงที่มากระทำในแนวดิ่งต่อโครงสร้าง ง. แรงที่กระทำในแนวขนานต่อโครงสร้าง
2. ข้อใด ไม่ใช่ ประโยชน์ของการเขียนแผนผังอิสระของแรง
 - ก. สะดวกในการตรวจสอบ ข. แยกแรงปฏิกิริยาออกจากฐานรองรับ
 - ~~✗~~ **การวิเคราะห์มีความถูกต้องแม่นยำขึ้น** ง. เห็นแรงที่กระทำต่อโครงสร้างชัดเจนขึ้น
3. วิธีการหาค่าแรงปฏิกิริยาที่มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุดคือข้อใด
 - ก. Joint Method ข. Section Method
 - ~~✗~~ **Analytical Method** ง. Graphical Method
4. หลักเกณฑ์ในการตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยา คือ
 - ก. แรงกระทำขึ้นต้องมีค่าเท่ากับศูนย์ ~~✗~~ **แรงกระทำขึ้นมีค่าเท่ากับแรงกระทำลง**
 - ค. แรงกระทำขึ้นมีค่าน้อยกว่าแรงกระทำลง ง. แรงกระทำขึ้นมีค่ามากกว่าแรงกระทำลง
5. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. แรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากับแรงกระทำ และมีทิศทางเดียวกัน
 - ข. แรงปฏิกิริยามีขนาดไม่เท่ากับแรงกระทำ และมีทิศทางเดียวกัน
 - ~~✗~~ **แรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากับแรงกระทำ และมีทิศทางตรงกันข้าม**
 - ง. แรงปฏิกิริยามีขนาดไม่เท่ากับแรงกระทำ และมีทิศทางตรงกันข้าม

ในรูปต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อที่ 6-8



6. ข้อใดเขียนแผนผังอิสระได้ถูกต้อง



7. แรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ A มีค่าเท่าใด

ก. 250 N

ข. 275 N

ค. 350 N

~~ข. 375 N~~

8. แรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับทั้งสองฐานรวมกันมีค่าเท่าใด

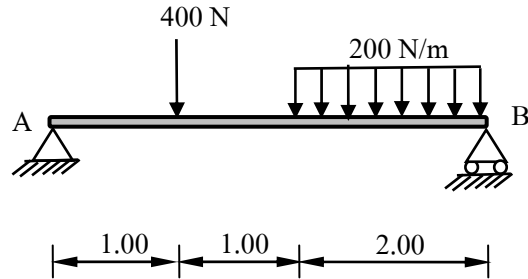
ก. 400 N

~~ข. 500 N~~

ค. 600 N

ง. 700 N

ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 9-10



9. แรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ B มีค่าเท่าใด

ก. 300 N

~~ข. 400 N~~

ค. 500 N

ง. 600 N

10. น้ำหนักที่กระทำต่อคานทั้งหมดมีค่าเท่าใด

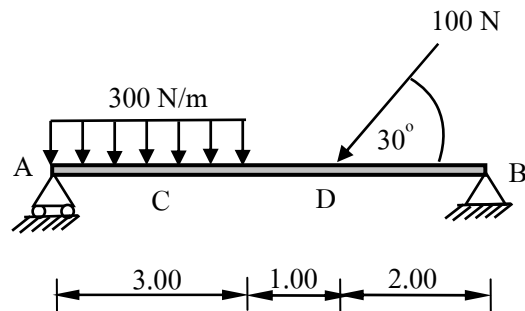
ก. 500 N

ข. 600 N

ค. 700 N

~~ง. 800 N~~

ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 11-13



11. แรงปฏิกิริยาในแนวนอนเกิดขึ้นที่จุดใด มีค่าเท่าใด

ก. ที่จุด B : $R_{Bx} = 86.60$ N

ข. ที่จุด B : $R_{Bx} = 50$ N

~~ค. ที่จุด A : $R_{Ax} = 86.60$ N~~

ง. ที่จุด A : $R_{Ax} = 50$ N

12. แรงปฏิกิริยา R_{By} มีค่าเท่าใด

~~ก. 258.33 N~~

ข. 358.33 N

ค. 458.67 N

ง. 558.67 N

13. น้ำหนักที่กระทำต่อคานในแนวดิ่งทั้งหมดมีค่าเท่าใด

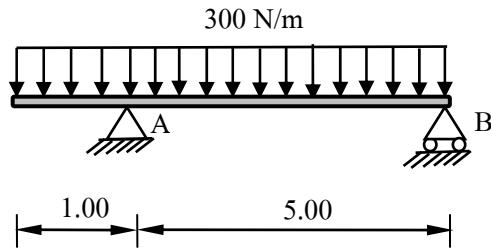
ก. 750 N

ข. 850 N

~~ค. 950 N~~

ง. 1050 N

ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 14-15



14. แรงปฏิกิริยาที่จุด A มีค่าเท่าใด

ก. 880 N

ข. 980 N

~~ค. 1080 N~~

ง. 1180 N

15. แรงปฏิกิริยาที่จุด B มีค่าเท่าใด

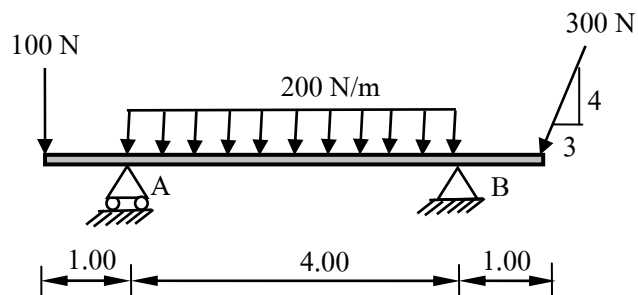
ก. 420 N

ข. 520 N

ค. 620 N

~~ง. 720 N~~

ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 16-17



16. ค่าแรงปฏิกิริยาในแนวนอนคือข้อใด

ก. $R_{Bx} = 240$ N

~~ข. $R_{Bx} = 180$ N~~

ค. $R_{Ax} = 240$ N

ง. $R_{Ax} = 180$ N

17. ค่าแรงปฏิกิริยา R_{By} มีค่าเท่าใด

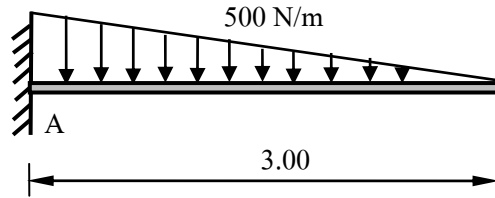
ก. 375 N

ข. 475 N

ค. 575 N

~~ง. 675 N~~

ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 18-19



18. ค่าแรงปฏิกิริยา R_{Ay} มีค่าเท่าใด

~~ข. 750 N~~

ข. 850 N

ค. 950 N

ง. 1050 N

19. โมเมนต์ต้านทานที่ฐานรองรับ A มีค่าเท่าใด

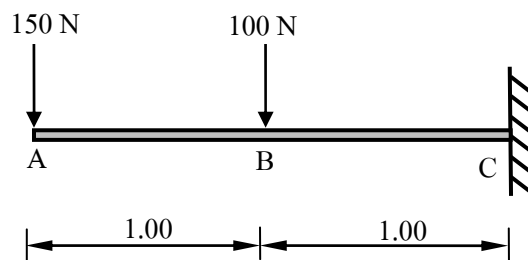
ก. 500 N-m

~~ข. 750 N-m~~

ค. 1250 N-m

ง. 1500 N-m

20. ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 18-19



ก. 450 N

ข. 350 N

~~ค. 250 N~~

ง. 150 N

เฉลยแบบฝึกหัด

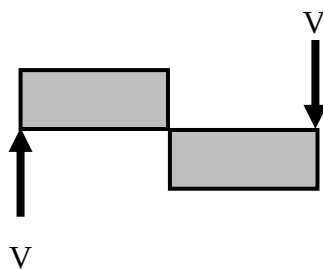
บทที่ 3 แรงเฉือน

คำสั่ง จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

1. แรงเฉือน หมายถึง

แรงที่กระทำต่อวัตถุ และส่งผลให้วัตถุนั้นขาดออกจากกัน

2. จงเขียนภาพเครื่องหมายแรงเฉือนที่มีค่าบวก



3. จงอธิบายขั้นตอนการเขียนแผนภาพของแรงเฉือน

1. เขียนรูปตามโจทย์กำหนดไว้ด้านซ้ายมือ แล้วแสดงวิธีทำทางด้านขวามือ

2. คำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ ให้ครบทุกฐาน

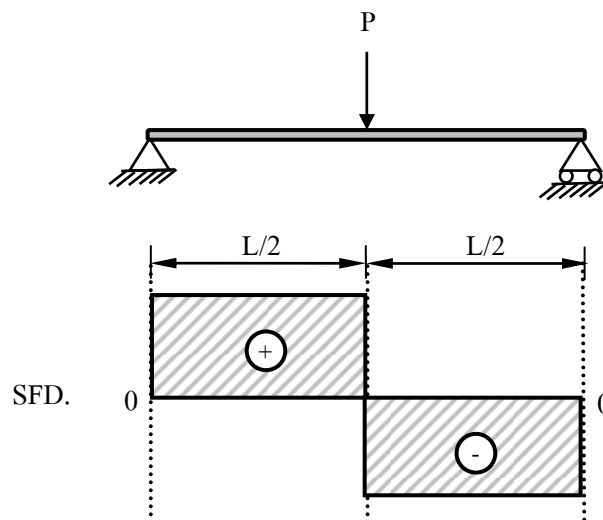
3. คำนวณหาค่าแรงเฉือนทุกจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักบรรทุก โดยเริ่มจากด้านซ้ายมือ

4. จงบอกลักษณะของแผนภาพแรงเฉือน

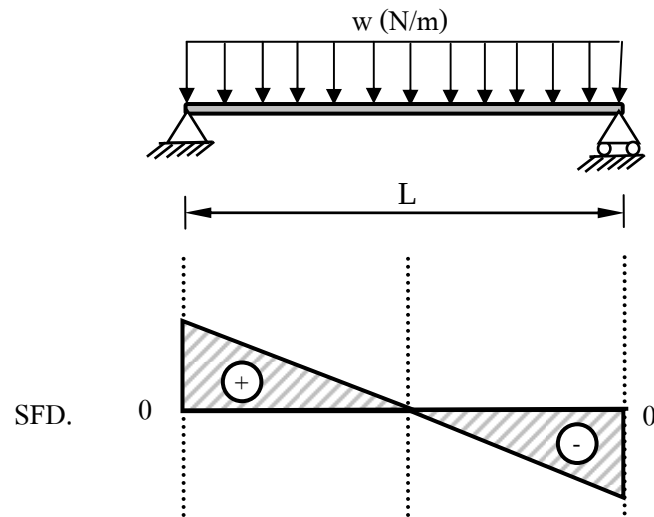
4.1 ถ้าช่วงใดน้ำหนักกระทำเป็นแบบ Point Load แผนภาพ จะมีลักษณะ เส้นตรง

4.2 ถ้าช่วงใดน้ำหนักกระทำเป็นแบบ Unifrom Load แผนภาพจะมีลักษณะ เส้นเฉียง

5. จงเขียนแผนภาพแรงเฉือน ของคานช่วงเดียวน้ำหนักกระทำดังรูป

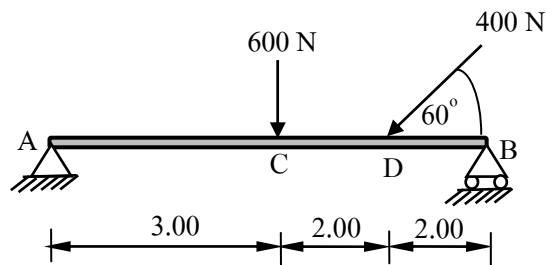


6. จงเขียนแผนภาพแรงเฉือนของคานช่วงเดียวรับน้ำหนักแผ่กระจายดังรูป

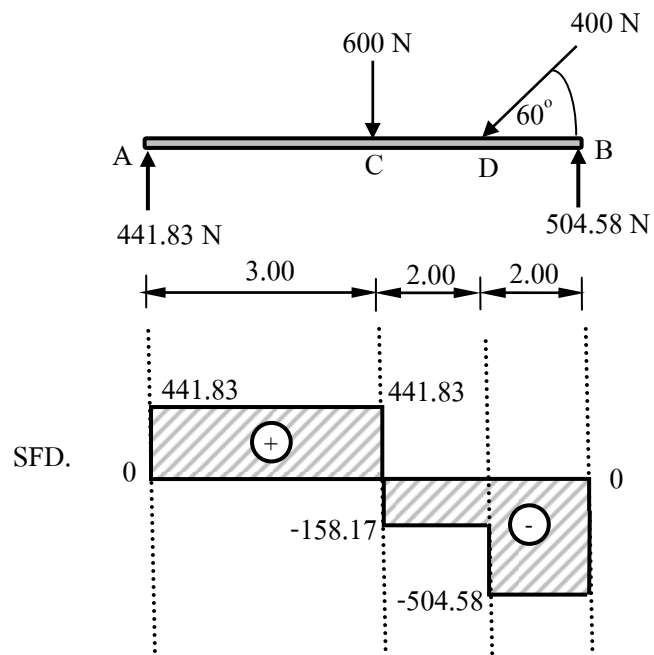


ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน และเขียนแผนภาพแรงเฉือนของคานรับน้ำหนักดังรูป



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\sum H = 0$$

$$R_{Ax} = 400 \cos 60^\circ$$

$$R_{Ax} = 200 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$(R_{Ay} \times 7) - (600 \times 4) - (400 \sin 60^\circ \times 2) = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{3092.82}{7}$$

$$R_{Ay} = 441.83 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-(R_{By} \times 7) + (600 \times 3) + (400 \sin 60^\circ \times 5) = 0$$

$$R_{By} = \frac{3532.05}{7}$$

$$R_{By} = 504.58 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

ตรวจสอบ

$$\text{แรงขึ้น} = \text{แรงลง}$$

$$R_{Ay} + R_{By} = 600 + 400 \sin 60^\circ$$

$$441.83 + 504.58 = 1146.41$$

$$946.41 = 946.41$$

หาแรงเฉือน $\sum V = 0$

$$V_A = 441.83 \quad \text{ตอบ}$$

$$V_C = 441.83 - 600$$

$$= -158.17 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

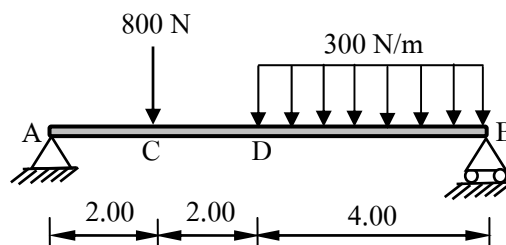
$$V_D = -158.17 - 346.41$$

$$= -504.58 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

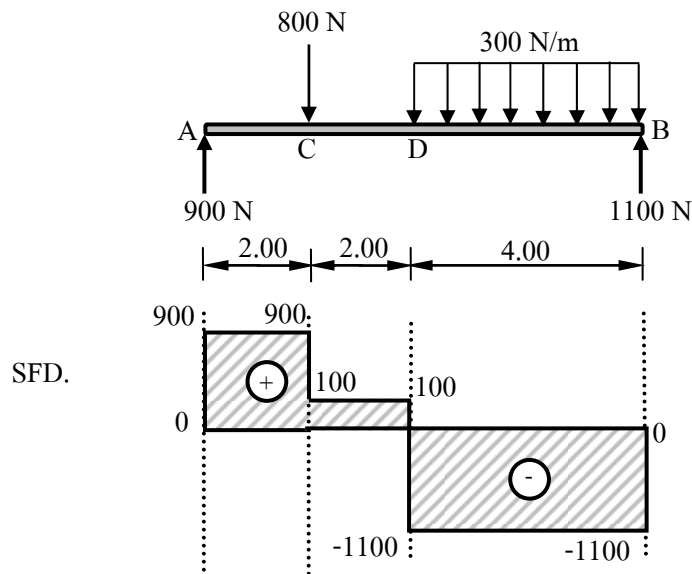
$$V_B = -504.58 + 504.58$$

$$= 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

2. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน และเขียนแผนภาพแรงเฉือนของรับน้ำหนักดังรูป



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\begin{aligned}\sum M_B &= 0 \\ (R_{Ay} \times 8) - (800 \times 6) - (300 \times 4 \times 2) &= 0 \\ R_{Ay} &= \frac{7200}{8} \\ R_{Ay} &= 900 \text{ N} && \text{ตอบ} \\ \sum M_A &= 0 \\ - (R_{By} \times 8) + (800 \times 2) + (300 \times 4 \times 6) &= 0 \\ R_{By} &= \frac{8800}{8} \\ R_{By} &= 1100 \text{ N} && \text{ตอบ}\end{aligned}$$

ตรวจสอบ

$$\begin{aligned}\text{แรงขึ้น} &= \text{แรงลง} \\ R_{Ay} + R_{By} &= 800 + (300 \times 4) \\ 900 + 1100 &= 2000 \\ 2000 &= 2000\end{aligned}$$

หาแรงเฉือน $\sum V = 0$

$$V_A = 900 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_C = 900 - 800$$

$$= 100 \text{ N}$$

ตอบ

$$V_D = 100$$

ตอบ

$$-V_B = 100 - (300 \times 4)$$

$$= -1100 \text{ N}$$

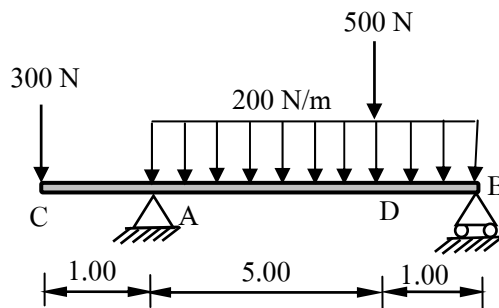
ตอบ

$$+V_B = -1100 + 1100$$

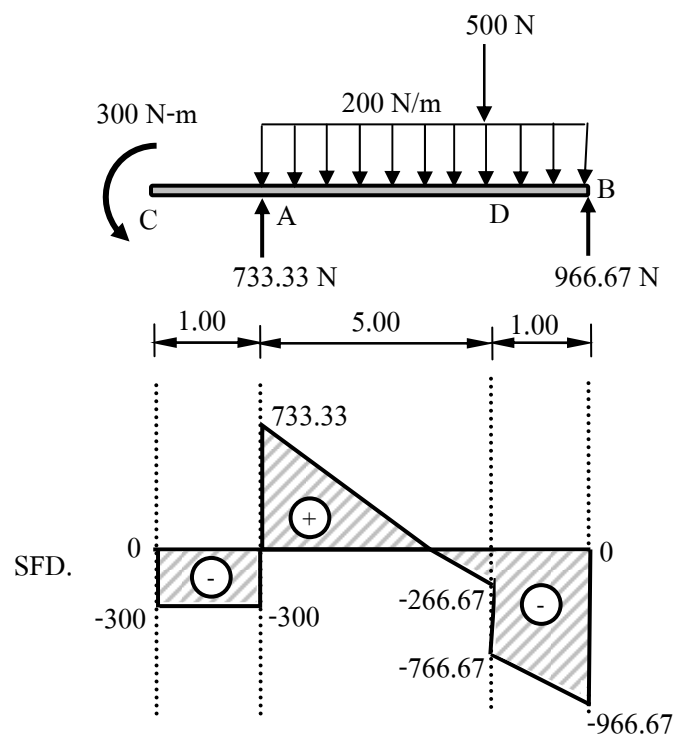
$$= 0 \text{ N}$$

ตอบ

3. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน และเขียนแผนภาพแรงเฉือนของคานรับน้ำหนักดังรูป



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\Sigma M_B = 0$$

$$(R_{Ay} \times 6) - (300 \times 7) - (500 \times 1) - (200 \times 6 \times 3) = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{6200}{6}$$

$$R_{Ay} = 1033.33 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-(R_{By} \times 6) - (300 \times 1) + (500 \times 5) + (200 \times 6 \times 3) = 0$$

$$R_{By} = \frac{5800}{6}$$

$$R_{By} = 966.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

ตรวจสอบ

$$\text{แรงขึ้น} = \text{แรงลง}$$

$$R_{Ay} + R_{By} = 300 + 500 + (200 \times 6)$$

$$1033.33 + 966.67 = 2000$$

$$2000 = 2000$$

หาแรงเฉือน $\Sigma V = 0$

$$V_C = -300 \quad \text{ตอบ}$$

$$V_A = -300 + 1033.33$$

$$= 733.33 \quad \text{ตอบ}$$

$$-V_D = 733.33 - (200 \times 5)$$

$$= -266.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$+V_D = -266.67 - 500$$

$$= -766.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

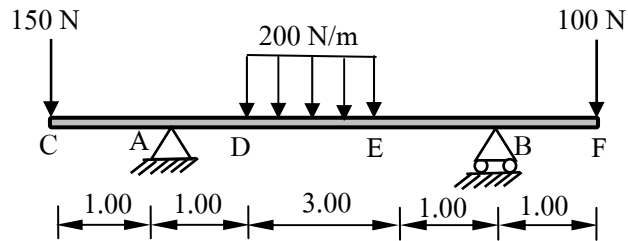
$$-V_B = -766.67 - (200 \times 1)$$

$$= -966.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$+V_B = -966.67 + 966.67$$

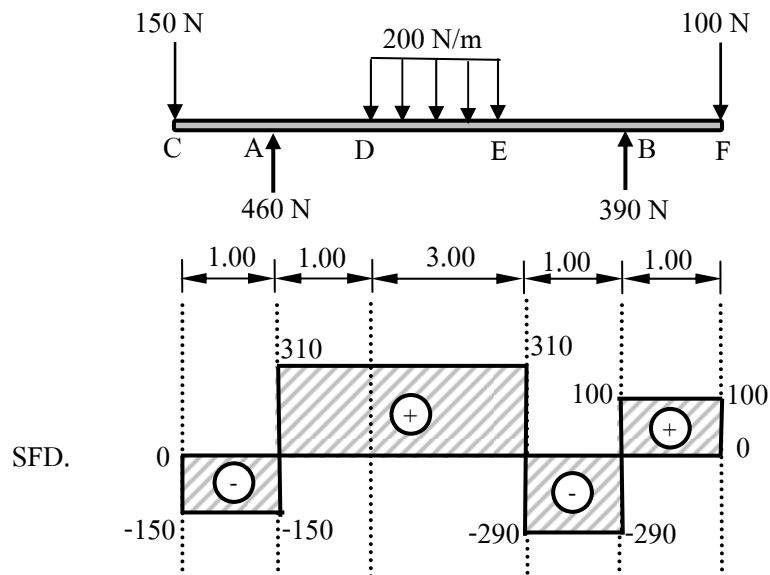
$$= 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

4. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน และเขียนแผนภาพแรงเฉือนของคานรับน้ำหนักดังรูป



รูปที่ ๗-3.6 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\sum M_B = 0$$

$$(R_{Ay} \times 5) + (100 \times 1) - (200 \times 3 \times 2.5) - (150 \times 6) = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{2300}{5}$$

$$R_{Ay} = 460 \text{ N}$$

ตอบ

$$\sum M_A = 0$$

$$- (R_{By} \times 5) - (150 \times 1) + (200 \times 3 \times 2.5) + (100 \times 6) = 0$$

$$R_{By} = \frac{1950}{5}$$

$$R_{By} = 390 \text{ N}$$

ตอบ

ตรวจสอบ

$$\begin{aligned}\text{แรงขึ้น} &= \text{แรงลง} \\ R_{Ay} + R_{By} &= 150 + (200 \times 3) + 100 \\ 460 + 390 &= 850 \\ 850 &= 850\end{aligned}$$

หาแรงเฉือน $\Sigma V = 0$

$$V_C = -150 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_A = -150 + 460$$

$$= 310 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_D = 310 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_E = 310 - (200 \times 3)$$

$$= -290 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

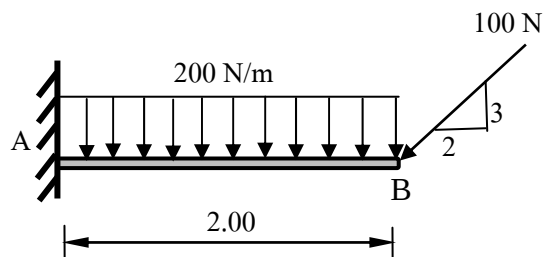
$$V_B = -290 + 390$$

$$= 100 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

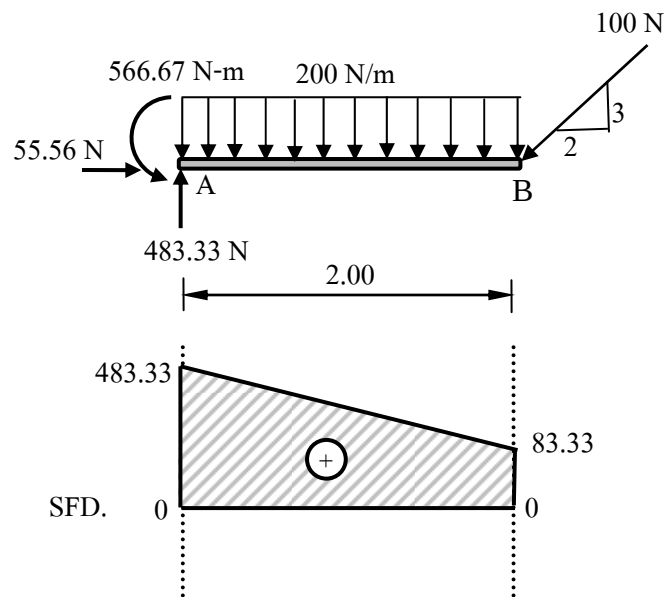
$$V_F = 100 - 100$$

$$= 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

5. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน และเขียนแผนภาพแรงเฉือนของคานยื่นรับน้ำหนักดังรูป



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\sum H = 0$$

$$R_{Ax} - 100 \left(\frac{2}{3.60} \right) = 0$$

$$R_{Ax} = 55.56 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\sum V = 0$$

$$R_{Ay} - 100 \left(\frac{3}{3.60} \right) - (200 \times 2) = 0$$

$$R_{Ay} = 83.33 + 400$$

$$R_{Ay} = 483.33 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-M_A + (200 \times 2 \times 1) - (83.33 \times 2) = 0$$

$$M_A = 566.67 \text{ N-m (โมเมนต์ทวน)} \quad \text{ตอบ}$$

หาแรงเฉือน $\sum V = 0$

$$V_A = 483.33 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

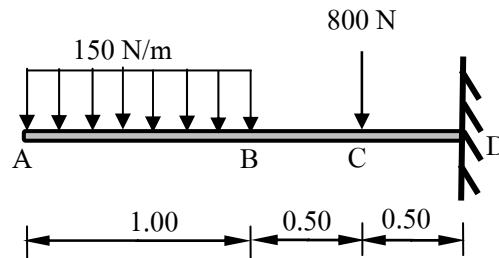
$$-V_B = 483.33 - (200 \times 2)$$

$$= 83.33 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

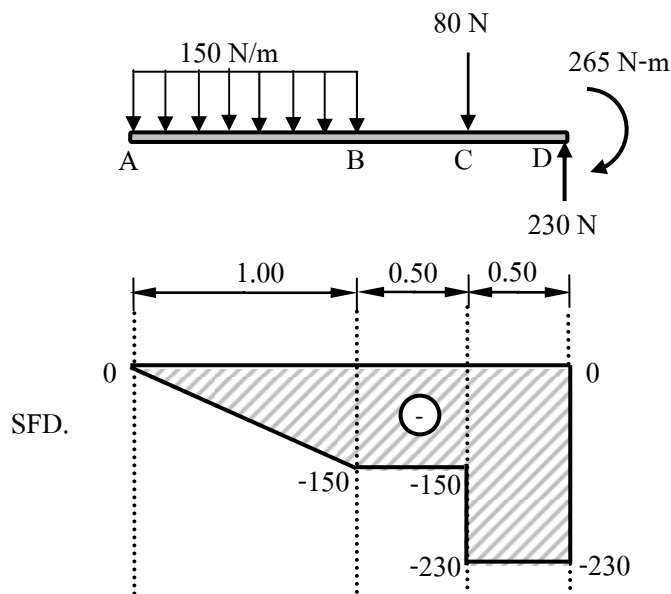
$$+V_B = 83.33 - 83.33$$

$$= 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

6. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน และเขียนแผนภาพแรงเฉือนของคานยื่นรับน้ำหนักดังรูป



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\sum H = 0$$

$$R_{Dx} = 0$$

ตอบ

$$\sum V = 0$$

$$R_{Dy} - (150 \times 1) - 80 = 0$$

$$R_{Dy} = 230 \text{ N}$$

ตอบ

$$\sum M_D = 0$$

$$M_D - (80 \times 0.50) - (150 \times 1 \times 1.50) = 0$$

$$M_D = 40 + 225$$

$$M_D = 265 \text{ N-m (โมเมนต์ตาม)}$$

ตอบ

หาแรงเฉือน $\Sigma V = 0$

$$V_A = 0 \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_B &= -(150 \times 1) \\ &= -150 \text{ N} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_C &= -150 - 80 \\ &= -230 \text{ N} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ 3 แรงเฉือน

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. แรงเฉือนมีความหมายตรงกับข้อใด

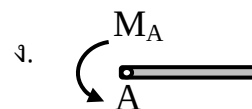
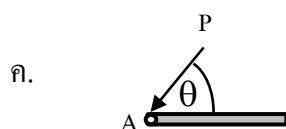
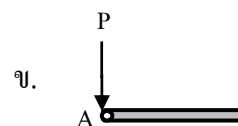
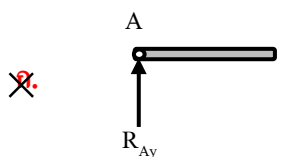
ก. แรงกระทำทำให้คานโก่งตัว

ข. แรงที่ทำให้คานแอ่นตัว

ค. แรงที่ทำให้คานมีความแข็งแรงขึ้น

~~×~~ แรงที่ทำให้คานขาดออกจากกัน

2. แรงเฉือนตามข้อใดมีเครื่องหมายเป็นบวก



3. แผนภาพแรงเฉือนของน้ำหนักกระทำเป็นจุด (Point Load) มีลักษณะตามข้อใด

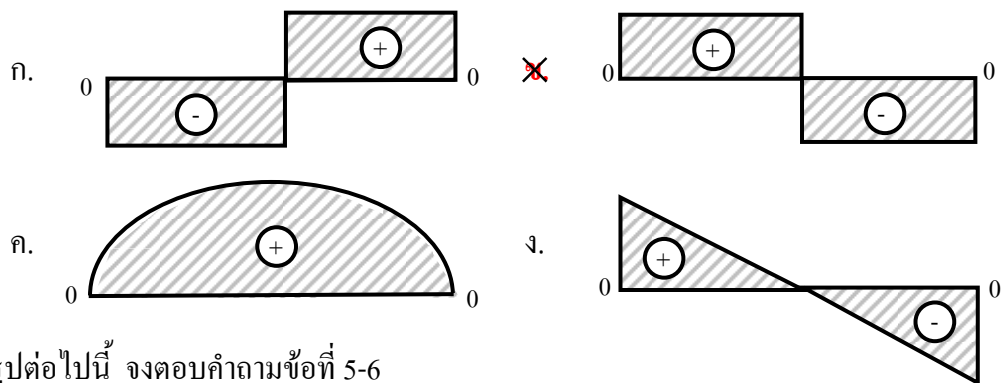
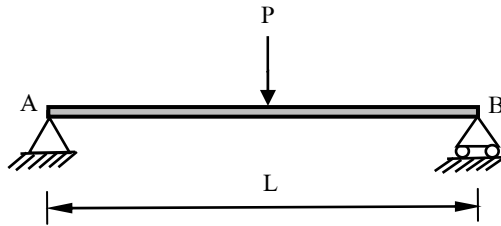
ก. เส้นโค้ง

ข. เส้นประ

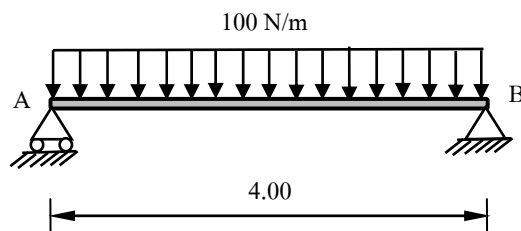
ค. เส้นเฉียง

~~×~~ เส้นตรง

4. ในรูปต่อไปนี้ ข้อใดเขียนแผนภาพแรงเหวี่ยงได้ถูกต้อง



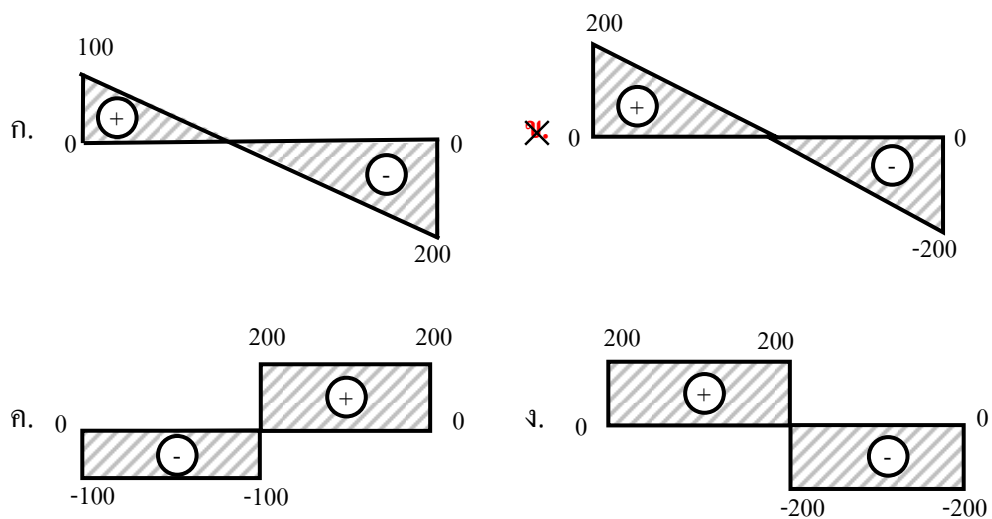
ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 5-6



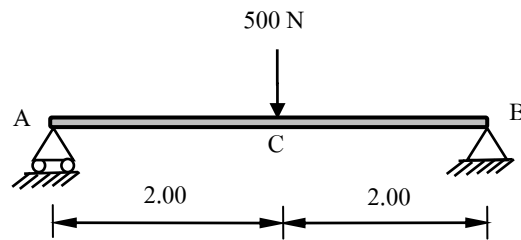
5. ค่าแรงเหวี่ยงที่จุดกึ่งกลางคันมีค่าเท่าใด

- ☐ 400 N
 ☐ 200 N
☐ 100 N
 ☒ 0 N

6. ข้อใดเขียนแผนภาพแรงเหมือนได้ถูกต้อง



ในรูปต่อไปนี้เป็นคำตอบคำถามข้อที่ 7-8



7. ค่าแรงเฉือนที่จุด A มีค่าเท่าใด

ก. 500 N

ข. -500 N

~~ค. 250 N~~

ง. -250 N

8. ค่าแรงเฉือนที่จุด C มีค่าเท่าใด

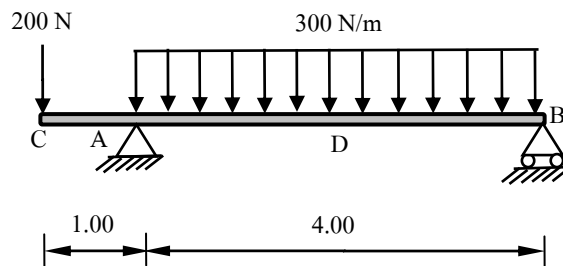
ก. -450 N

ข. -350 N

~~ค. -250 N~~

ง. 0 N

ในรูปต่อไปนี้เป็นคำตอบคำถามข้อที่ 9-11



9. ค่าแรงเฉือนที่จุด C มีค่าเท่าใด

ก. -800 N

ข. -600 N

ค. -400 N

~~ง. -200 N~~

10. ค่าแรงเฉือนที่จุด A มีค่าเท่าใด

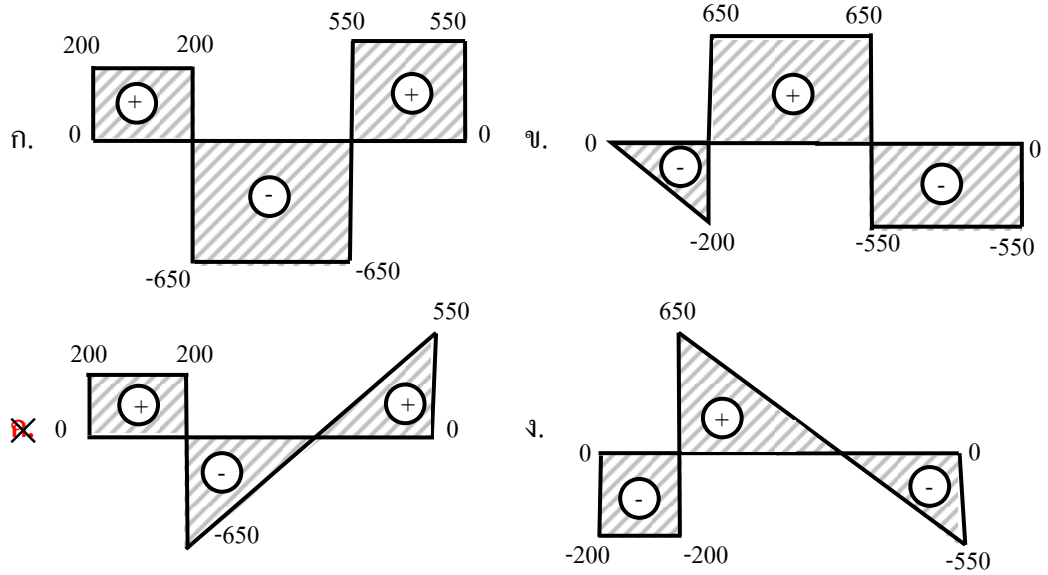
ก. 850 N

ข. 750 N

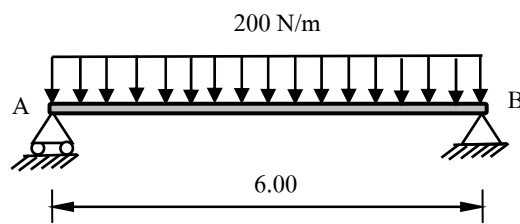
~~ค. 650 N~~

ง. 550 N

11. ข้อใดเขียนแผนภาพแรงเฉือนได้ถูกต้อง



12. ในรูปต่อไปนี้ แรงเฉือนที่ระยะ 2 เมตร จากจุด A มีค่าเท่าใด



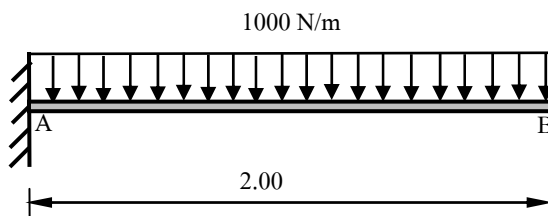
ก. 500 N

ข. 400 N

ค. 300 N

ง. ~~200 N~~

ในรูปต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อที่ 13-15



13. ค่าแรงเฉือนที่จุด A มีค่าเท่าใด

ก. ~~2000 N~~

ข. 1600 N

ค. 1400 N

ง. 1000 N

14. ค่าแรงเฉือนที่จุด B มีเท่าใด

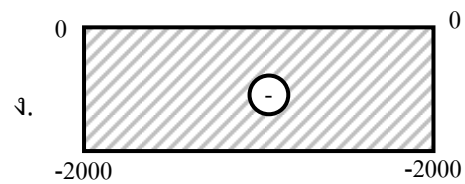
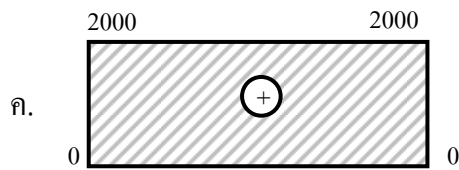
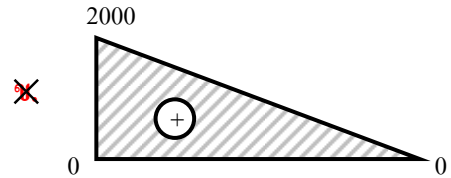
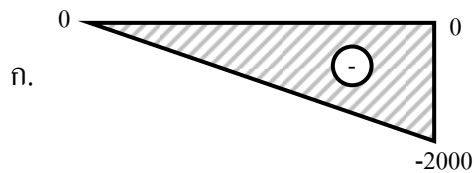
ก. 600 N

ข. 400 N

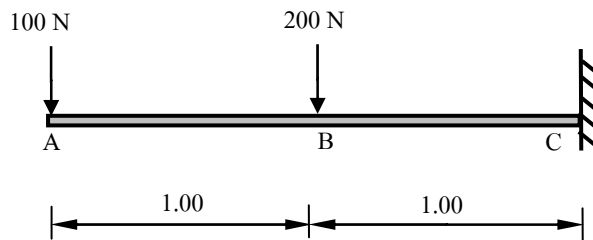
ค. 200 N

~~ง. 0 N~~

15. ข้อใดเขียนแผนภาพแรงเฉือนได้ถูกต้อง



ในรูปต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อที่ 16-17



16. ค่าแรงเฉือนที่จุด A มีค่าเท่าใด

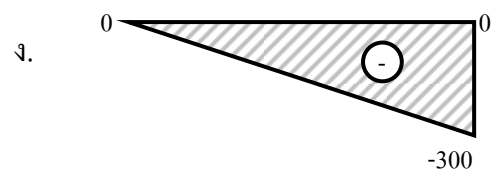
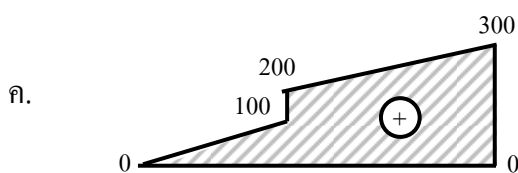
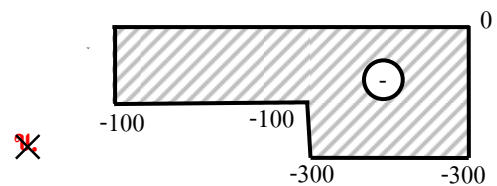
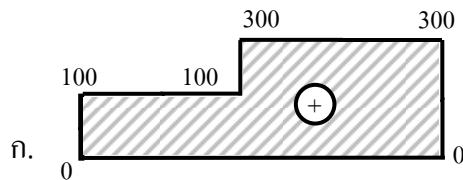
ก. -400 N

ข. -300 N

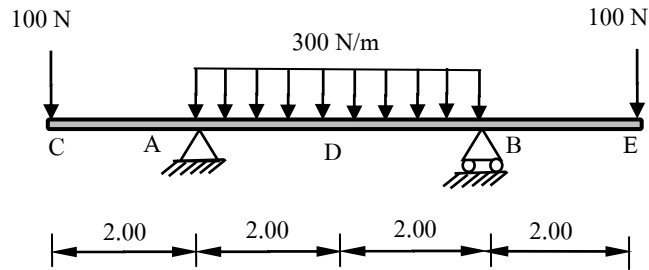
ค. -200 N

~~ง. -100 N~~

17. ข้อใดเขียนแผนภาพแรงเฉือนได้ถูกต้อง



ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 18-20



18. ค่าแรงเฉือนที่จุด A มีค่าเท่าใด

ก. - 500 N

ข. - 600 N

ค. 500 N

~~ง. 600 N~~

19. ค่าแรงเฉือนที่จุด D มีค่าเท่าใด

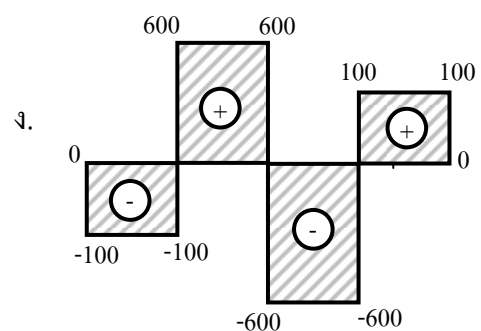
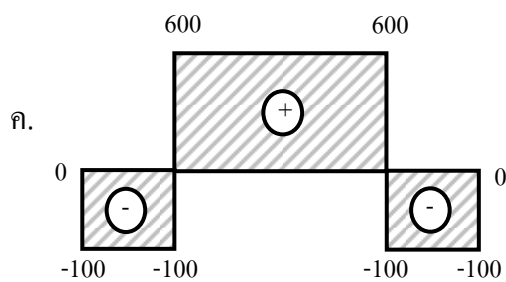
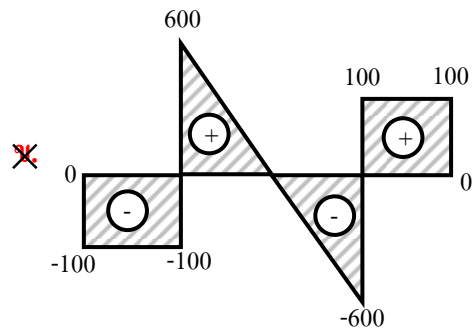
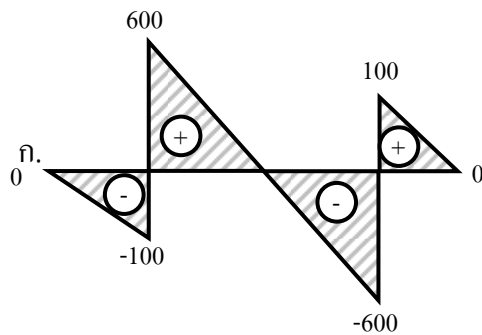
~~ก. 100 N~~

ข. - 100 N

ค. - 300 N

ง. 0 N

20. ข้อใดเขียนแผนภาพแรงเฉือนได้ถูกต้อง



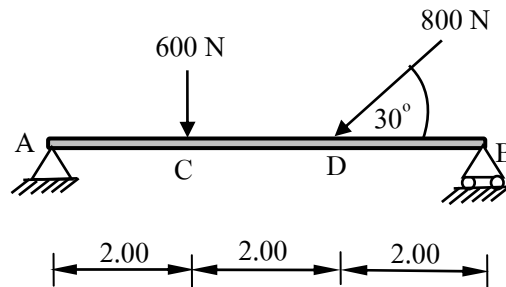
เฉลยแบบฝึกหัด บทที่ 4 โมเมนต์ดัด

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

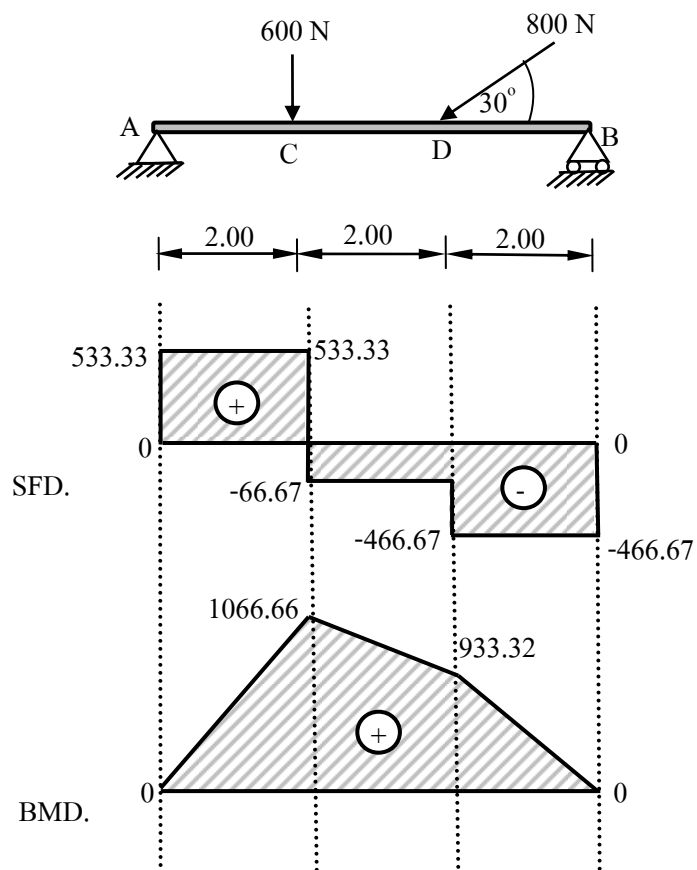
1. โมเมนต์ดัด หมายถึง ผลรวมทางคณิตศาสตร์ของการหมุนที่เกิดขึ้น มีผลทำให้โครงสร้างเกิดการแอ่นตัว หรือโก่งตัว
2. โมเมนต์ดัดที่พยายามทำให้คานเกิดการแอ่นตัวมีเครื่องหมายเป็น บวก
3. โมเมนต์ดัดที่พยายามทำให้คานเกิดการโก่งตัวมีเครื่องหมายเป็น ลบ
4. ขั้นตอนในการเขียนแผนภาพโมเมนต์ดัด ได้แก่
 - 1) เขียนรูปการรับน้ำหนักของโครงสร้าง ตามที่โจทย์กำหนด
 - 2) คำนวณหาแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับโดยใช้สมการสมดุล
 - 3) คำนวณหาค่าแรงเฉือนและเขียนแผนภาพแรงเฉือน (SFD.)
 - 4) หาดำแหน่งที่แรงเฉือนมีค่าเป็นศูนย์เพราะเป็นจุดที่โมเมนต์ดัดจะมีค่ามากที่สุด
 - 5) คำนวณหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุดเปลี่ยนน้ำหนักบรรทุก หรือจุดเปลี่ยนระยะทาง โดยเริ่มต้นจาก ซ้ายมือไปสิ้นสุดด้านขวามือ และค่าโมเมนต์ดัดจุดสุดท้ายจะมีค่าเท่ากับศูนย์
 - 6) นำค่าโมเมนต์ดัดที่คำนวณได้มาเขียนแผนภาพโมเมนต์ดัด (BMD.) โดยเริ่มต้นจากซ้ายมือสุดไปสิ้นสุดที่จุดขวามือสุด แล้วลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างจุดต่อจุด
5. ข้อสังเกตในการเขียนแผนภาพโมเมนต์ดัด คือ
 1. กรณีไม่มีน้ำหนักกระทำ แผนภาพจะเป็นเส้นตรง
 2. กรณีน้ำหนักกระทำเป็นจุด แผนภาพจะเป็นเส้นเอียง
 3. กรณีน้ำหนักกระทำเป็นแบบแผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอ แผนภาพจะเป็นเส้นโค้งพาราโบลา
6. วิธีการหาค่าโมเมนต์ดัดคานมี 2 วิธี ได้แก่
 - 1) การพิจารณาผลของการหมุนรอบจุดหมุนใด ๆ
 - 2) การพิจารณาจากแผนภาพแรงเฉือน
7. การหาระยะทางที่แรงเฉือนมีค่าเท่ากับศูนย์จากแผนภาพแรงเฉือนสามารถหาได้จากสมการ
$$x = \frac{V}{w}$$
8. ช่วงที่แรงเฉือนมีค่าเป็นศูนย์ โมเมนต์ดัดจะมีค่า สูงที่สุด

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน โมเมนต์คัต พร้อมทั้งเขียน SFD. และ BMD. ของคานช่วงเดียวรับน้ำหนักดังรูป โดยวิธีพิจารณาโมเมนต์รอบจุดหมุน



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\Sigma H = 0$$

$$R_{Ax} - 800 \cos 30^\circ = 0$$

$$R_{Ax} = 692.82 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$(R_{Ay} \times 6) - (600 \times 4) - (800 \sin 30^\circ \times 2) = 0$$

$$6R_{Ay} - 2400 - 800 = 0$$

$$R_{Ay} = 533.33 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$- (R_{By} \times 6) + (600 \times 2) + (800 \cos 30^\circ \times 4) = 0$$

$$- 6R_{By} + 1200 + 1600 = 0$$

$$R_{By} = 466.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

ตรวจสอบ

$$\text{แรงขึ้น} = \text{แรงลง}$$

$$R_{Ay} + R_{By} = 600 + 800 \sin 30^\circ$$

$$533.33 + 466.67 = 600 + 400$$

$$1000 = 1000$$

หาแรงเลื่อน $\Sigma V = 0$

$$V_A = 533.33 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_C = 533.33 - 600$$

$$= - 66.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_D = - 66.67 - 400$$

$$= - 466.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_B = - 466.67 + 466.67$$

$$= 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

หาโมเมนต์ตัด $\Sigma M = 0$

$$M_A = 0 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ}$$

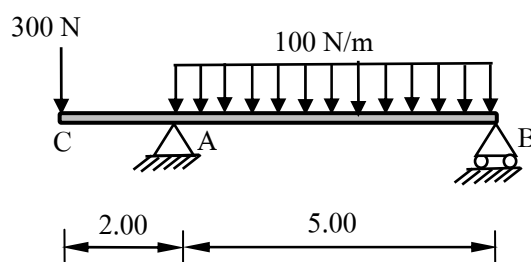
$$M_C = (533.33 \times 2)$$

$$= 1066.66 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ}$$

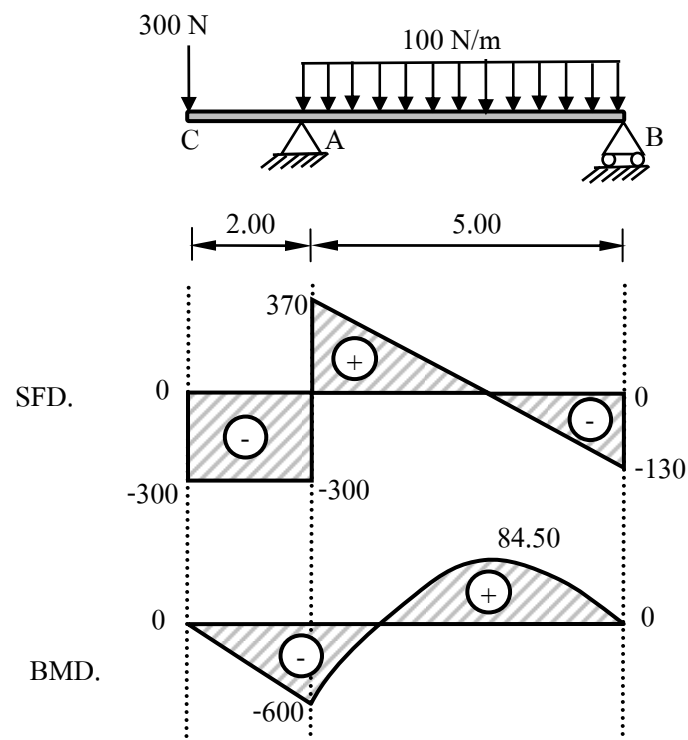
$$\begin{aligned} M_D &= (533.33 \times 4) - (600 \times 2) \\ &= 933.32 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_B &= (533.33 \times 6) - (600 \times 4) - (400 \times 2) \\ &= 0 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

2. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน โมเมนต์คัต พร้อมทั้งเขียน SFD. และ BMD. ของคานปลายยื่นรับน้ำหนักดังรูป โดยวิธีพิจารณาโมเมนต์รอบจุดหมุน



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\begin{aligned} \sum M_B &= 0 \\ (R_{Ay} \times 5) - (300 \times 7) - (100 \times 5 \times 2.50) &= 0 \end{aligned}$$

$$R_{Ay} = \frac{3350}{5}$$

$$R_{Ay} = 670 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$- (R_{By} \times 5) - (300 \times 2) + (100 \times 5 \times 3) = 0$$

$$R_{By} = \frac{650}{5}$$

$$R_{By} = 130 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

ตรวจสอบ

$$\text{แรงขึ้น} = \text{แรงลง}$$

$$R_{Ay} + R_{By} = 300 + (100 \times 5)$$

$$670 + 130 = 300 + 500$$

$$800 = 800$$

หาแรงเฉือน $\Sigma V = 0$

$$V_C = -300 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_A = -300 + 670$$

$$= 370 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$-V_B = 370 - (100 \times 5)$$

$$= -130 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$+V_B = -130 + 130$$

$$= 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

หาระยะที่แรงเฉือนมีค่าเท่ากับศูนย์

$$x = \frac{V}{w}$$

$$x = \frac{370}{100}$$

$$x = 3.70 \text{ m} \quad \text{ตอบ}$$

หาโมเมนต์คัต $\Sigma M = 0$

$$M_C = 0 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ}$$

$$M_A = -(300 \times 2)$$

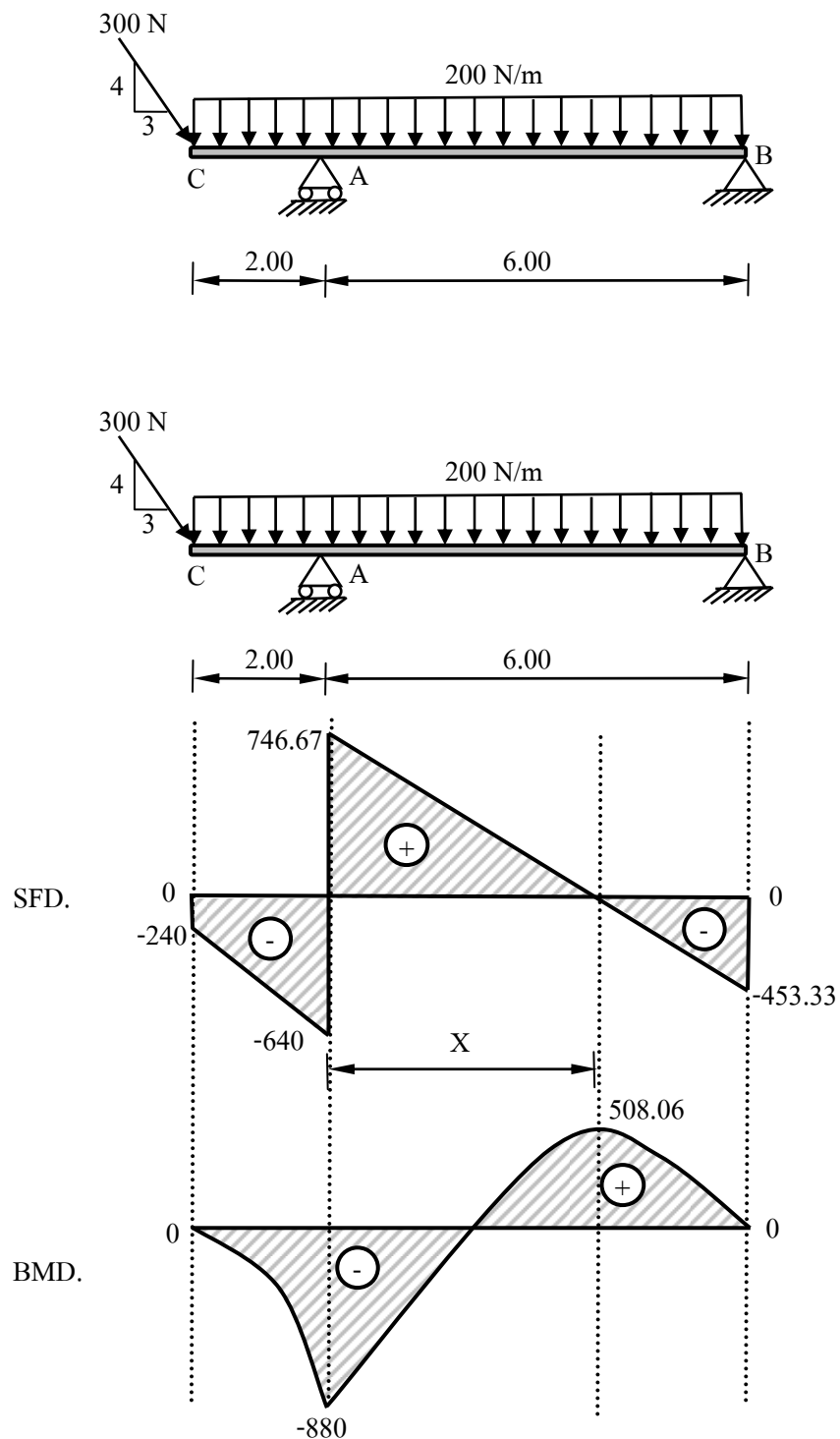
$$= -600 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= - (300 \times 5.70) + (670 \times 3.70) - (100 \times 3.70 \times 1.85) \\ &= 84.50 \text{ N} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} M_B &= - (300 \times 7) + (670 \times 5) - (100 \times 5 \times 2.50) \\ &= 0 \text{ N-m} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

3. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน โมเมนต์คัต พร้อมทั้งเขียน SFD. และ BMD. ของคานปลายยื่นรับน้ำหนักดังรูป โดยวิธีพิจารณาโมเมนต์รอบจุดหมุน

วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\Sigma H = 0$$

$$- R_{Bx} + 180 = 0$$

$$R_{Bx} = 180 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$(R_{Ay} \times 6) - (240 \times 8) - (200 \times 8 \times 4) = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{8320}{6}$$

$$R_{Ay} = 1386.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-(R_{By} \times 6) - (240 \times 2) - (200 \times 2 \times 1) + (200 \times 6 \times 3) = 0$$

$$R_{By} = \frac{-2720}{-6}$$

$$R_{By} = 453.33 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

ตรวจสอบ

$$R_{Ay} + R_{By} = 240 + (200 \times 8)$$

$$1386.67 + 453.33 = 240 + 1600$$

$$1840 = 1840$$

หาแรงเฉือน $\Sigma V = 0$

$$V_C = -240 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$-V_A = -240 - (200 \times 2)$$

$$= -640 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$+V_A = -640 + 1386.67$$

$$= 746.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$-V_B = 746.67 - (200 \times 6)$$

$$= -453.33 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$+V_B = -453.33 + 453.33$$

$$= 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

หาระยะที่แรงเฉือนมีค่าเท่ากับศูนย์

$$x = \frac{V}{w}$$

$$x = \frac{746.67}{200}$$

$$x = 3.73 \text{ m} \quad \text{ตอบ}$$

หาโมเมนต์ตัด $\Sigma M = 0$

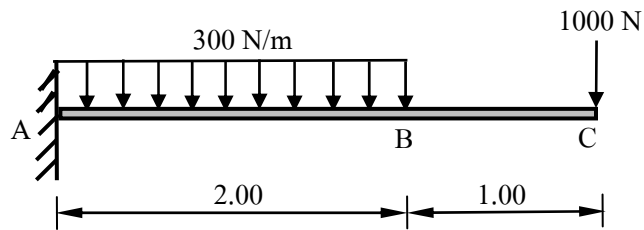
$$M_C = 0 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} M_A &= -(240 \times 2) - (200 \times 2 \times 1) \\ &= -880 \text{ N-m} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

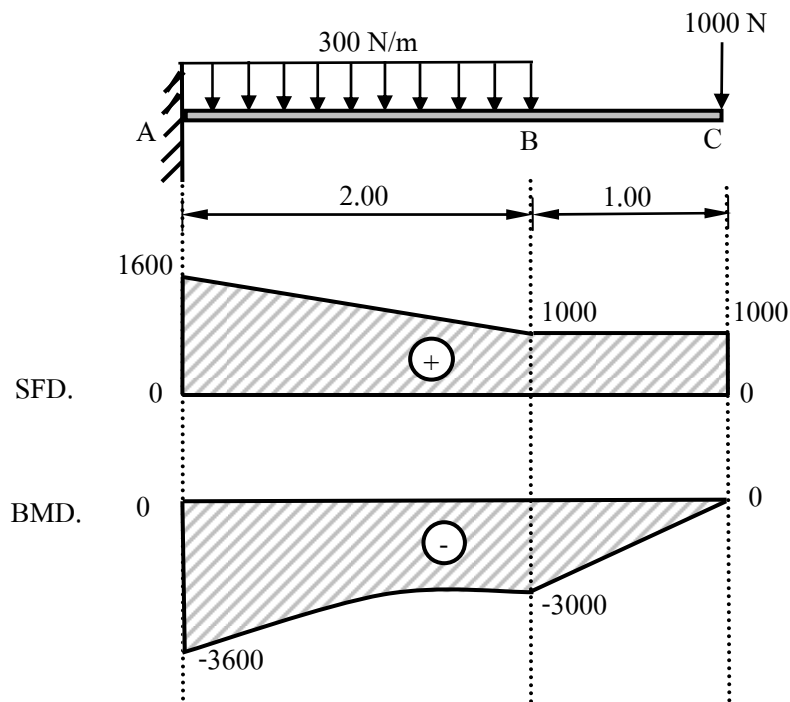
$$\begin{aligned} M_{\max} &= -(240 \times 5.73) - (200 \times 5.73 \times 2.87) + (1389.67 \times 3.73) \\ &= 508.06 \text{ N-m} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$M_B = -(240 \times 8) - (200 \times 8 \times 4) + (1386.67 \times 6) = 0 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ}$$

4. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน โมเมนต์ตัด พร้อมทั้งเขียน SFD. และ BMD. ของคานยื่นรับน้ำหนัก ดังรูปที่ ๗-4.4 โดยวิธีพิจารณาโมเมนต์รอบจุดหมุน



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\Sigma V = 0$$

$$R_{Ay} - (300 \times 2) - 1000 = 0$$

$$R_{Ay} = 1600 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

หาโมเมนต์ต้านทานที่ฐานรองรับ

$$\Sigma M_A = 0$$

$$M_A + (300 \times 2 \times 1) + (1000 \times 3) = 0$$

$$M_A = 3600 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ}$$

หาแรงเฉือน $\Sigma V = 0$

$$V_A = 1600 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_B &= 1600 - (300 \times 2) \\ &= 1000 \text{ N} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_C &= 1000 - 1000 \\ &= 0 \text{ N} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

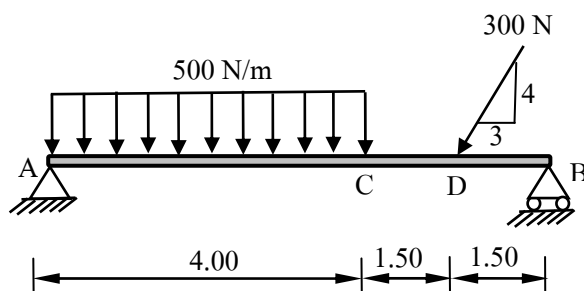
หาโมเมนต์คัต

$$M_A = -3600 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ}$$

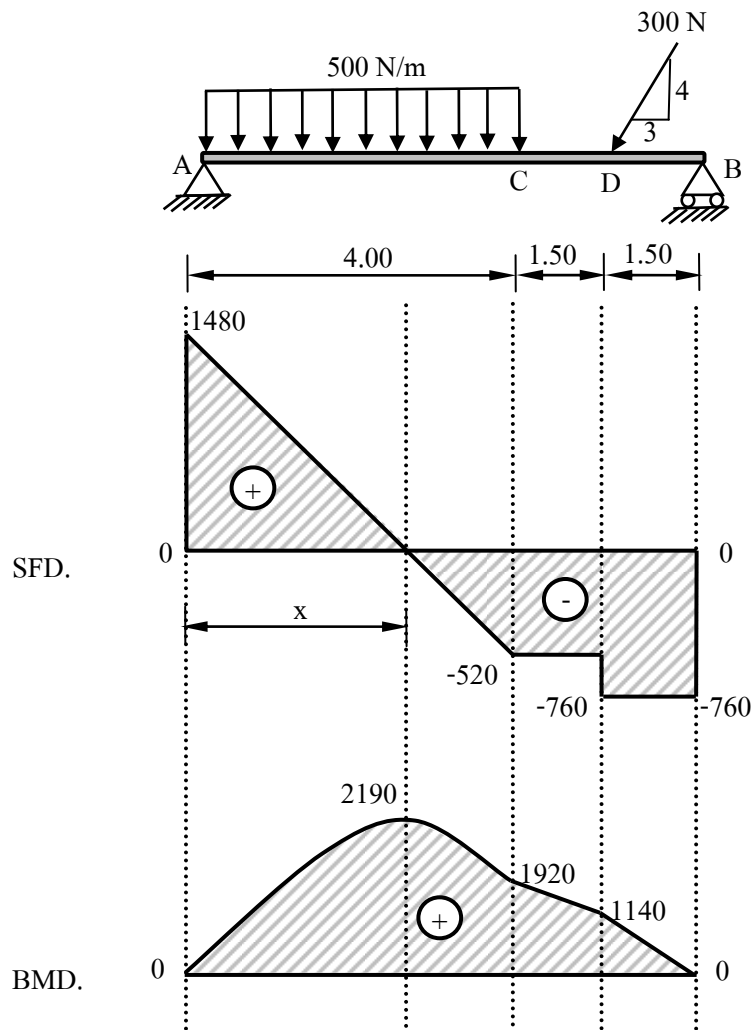
$$\begin{aligned} M_B &= -3600 + (300 \times 2 \times 1) \\ &= -3000 \text{ N-m} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} M_C &= -3600 + (300 \times 2 \times 1) + (1000 \times 3) \\ &= 0 \text{ N-m} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

5. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน โมเมนต์คัต พร้อมทั้งเขียน SFD. และ BMD. ของคานช่วงเดียวรับน้ำหนักดังรูปที่ ๘-4.5 โดยวิธีพิจารณาแผนภาพแรงเฉือน



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\Sigma H = 0$$

$$R_{Ax} - 300 \times \frac{3}{5} = 0$$

$$R_{Ax} = 180 \text{ N}$$

ตอบ

$$\Sigma M_B = 0$$

$$(R_{Ay} \times 7) - (500 \times 4 \times 5) - (300 \times \frac{4}{5} \times 1.50) = 0$$

$$7R_{Ay} - 10000 - 360 = 0$$

$$R_{Ay} = 1480 \text{ N}$$

ตอบ

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-(R_{By} \times 7) + (500 \times 4 \times 2) - (300 \times \frac{4}{5} \times 5.50) = 0$$

$$\begin{aligned}-7R_{By} + 4000 - 1320 &= 0 \\ R_{By} &= 760 \text{ N} \quad \text{ตอบ}\end{aligned}$$

ตรวจสอบ

$$\begin{aligned}R_{Ay} + R_{By} &= (500 \times 4) + (300 \times \frac{4}{5}) \\ 1480 + 760 &= 2000 + 240 \\ 2240 &= 2240\end{aligned}$$

หาแรงเฉือน $\Sigma V = 0$

$$\begin{aligned}V_A &= 1480 \text{ N} \quad \text{ตอบ} \\ V_C &= 1480 - (500 \times 4) \\ &= -520 \text{ N} \quad \text{ตอบ} \\ V_D &= -520 - 240 \\ &= -760 \text{ N} \quad \text{ตอบ} \\ V_B &= -760 + 760 \\ &= 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}\end{aligned}$$

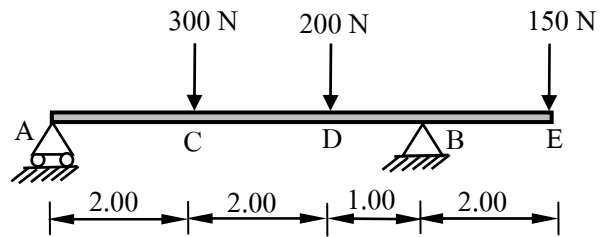
หาระยะที่แรงเฉือนมีค่าเท่ากับศูนย์

$$\begin{aligned}x &= \frac{V}{w} \\ x &= \frac{1480}{500} \\ x &= 2.96 \text{ m} \quad \text{ตอบ}\end{aligned}$$

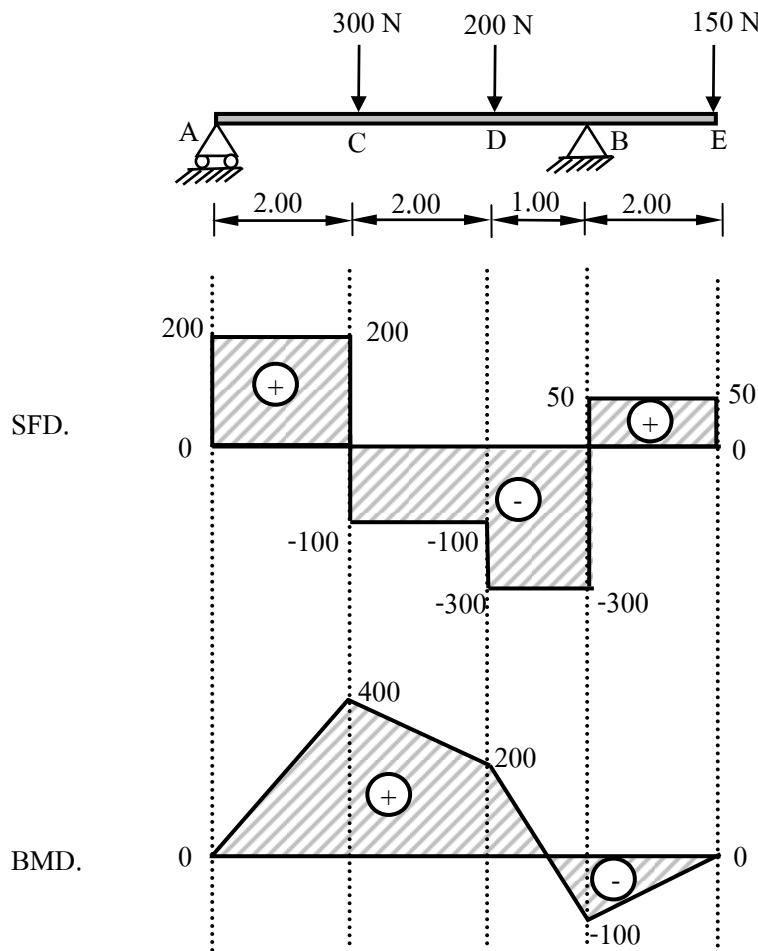
หาโมเมนต์คัต

$$\begin{aligned}M_A &= 0 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ} \\ M_{\max} &= 0.50 \times 1480 \times 2.96 \\ &= 2190.40 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ} \\ M_C &= 2190.40 - (0.50 \times 520 \times 1.04) \\ &= 1920 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ} \\ M_D &= 1920 - (520 \times 1.50) \\ &= 1140 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ} \\ M_B &= 1140 - (760 \times 1.50) \\ &= 0 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ}\end{aligned}$$

6. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน โมเมนต์ดัด พร้อมทั้งเขียน SFD. และ BMD. ของคานปลายยื่นรับน้ำหนักดังรูป โดยวิธีพิจารณาแผนภาพแรงเฉือน



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\begin{aligned}\Sigma M_B &= 0 \\ (R_{Ay} \times 5) - (300 \times 3) - (200 \times 1) + (50 \times 2) &= 0 \\ R_{Ay} &= \frac{1000}{5} \\ R_{Ay} &= 200 \text{ N} && \text{ตอบ} \\ \Sigma M_A &= 0 \\ - (R_{By} \times 5) + (300 \times 2) + (200 \times 4) + (50 \times 7) &= 0 \\ R_{By} &= \frac{-1750}{-5} \\ R_{By} &= 350 \text{ N} && \text{ตอบ}\end{aligned}$$

ตรวจสอบ

$$\begin{aligned}R_{Ay} + R_{By} &= 300 + 200 + 50 \\ 200 + 350 &= 550 \\ 550 &= 550\end{aligned}$$

หาแรงเฉือน $\Sigma V = 0$

$$\begin{aligned}V_A &= 200 \text{ N} && \text{ตอบ} \\ V_C &= 200 - 300 \\ &= -100 \text{ N} && \text{ตอบ} \\ V_D &= -100 - 200 \\ &= -300 \text{ N} && \text{ตอบ} \\ V_B &= -300 + 350 \\ &= 50 \text{ N} && \text{ตอบ} \\ V_E &= 50 - 50 \\ &= 0 \text{ N} && \text{ตอบ}\end{aligned}$$

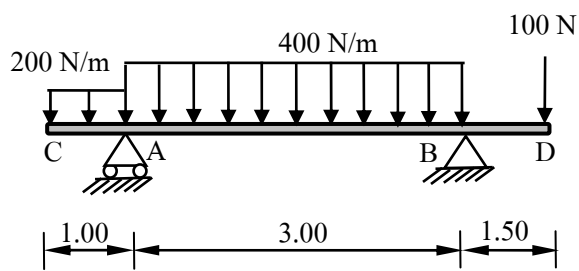
หาโมเมนต์คัต

$$\begin{aligned}M_A &= 0 \text{ N-m} && \text{ตอบ} \\ M_C &= 200 \times 2 \\ &= 400 \text{ N-m} && \text{ตอบ} \\ M_D &= 400 - (100 \times 2) \\ &= 200 \text{ N-m} && \text{ตอบ}\end{aligned}$$

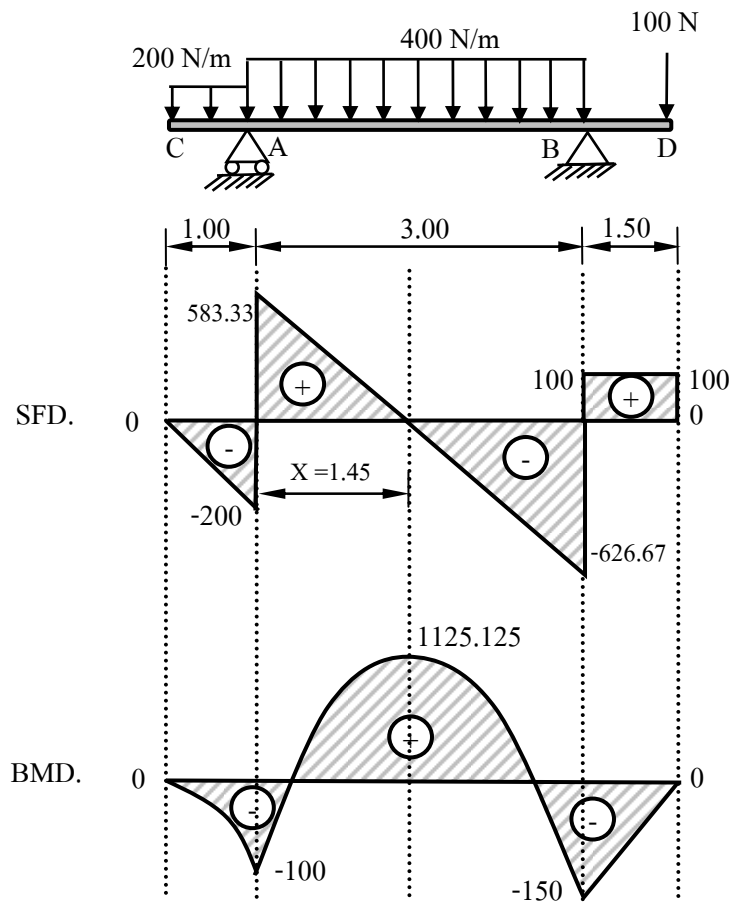
$$\begin{aligned} M_B &= 200 - (300 \times 1) \\ &= -100 \text{ N-m} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} M_E &= -100 + (50 \times 2) \\ &= 0 \text{ N-m} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

7. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน โมเมนต์คัต พร้อมทั้งเขียน SFD. และ BMD. ของคานปลายยื่นรับน้ำหนักดังรูป โดยวิธีพิจารณาแผนภาพแรงเฉือน



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\Sigma H = 0$$

$$R_{Bx} = 50 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$(R_{Ay} \times 3) - (200 \times 1 \times 3.50) - (400 \times 3 \times 2.5) + (100 \times 1.50) = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{2350}{3}$$

$$R_{Ay} = 783.33 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$-(R_{By} \times 5) - (50 \times 2) + (400 \times 5 \times 2.5) + (100 \times 6.50) = 0$$

$$R_{By} = \frac{-5550}{-5}$$

$$R_{By} = 1110 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

ตรวจสอบ

$$R_{Ay} + R_{By} = (400 \times 5) + 100$$

$$990 + 1110 = 2100$$

$$2100 = 2100$$

หาแรงเฉือน $\Sigma V = 0$

$$V_C = 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_A = 990 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$-V_B = 990 - (400 \times 5)$$

$$= -1010 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$+V_B = -1010 + 1110$$

$$= 100 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_C = 100 - 100$$

$$= 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

หาระยะที่แรงเฉือนมีค่าเท่ากับศูนย์

$$x = \frac{V}{w}$$

$$x = \frac{990}{400}$$

$$x = 2.475 \text{ m} \quad \text{ตอบ}$$

หาโมเมนต์ตัด

$$\begin{aligned} M_C &= - (20 \times 2) \\ &= - 100 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

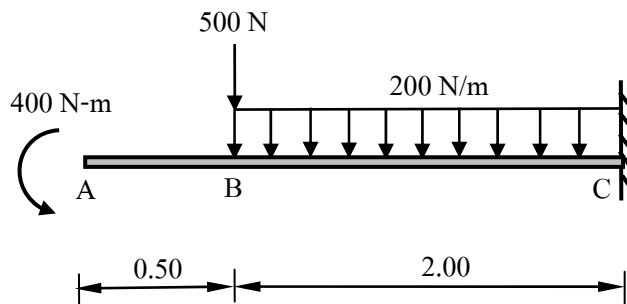
$$M_A = - 100 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= - 100 + (0.50 \times 2.475 \times 990) \\ &= 1125.125 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

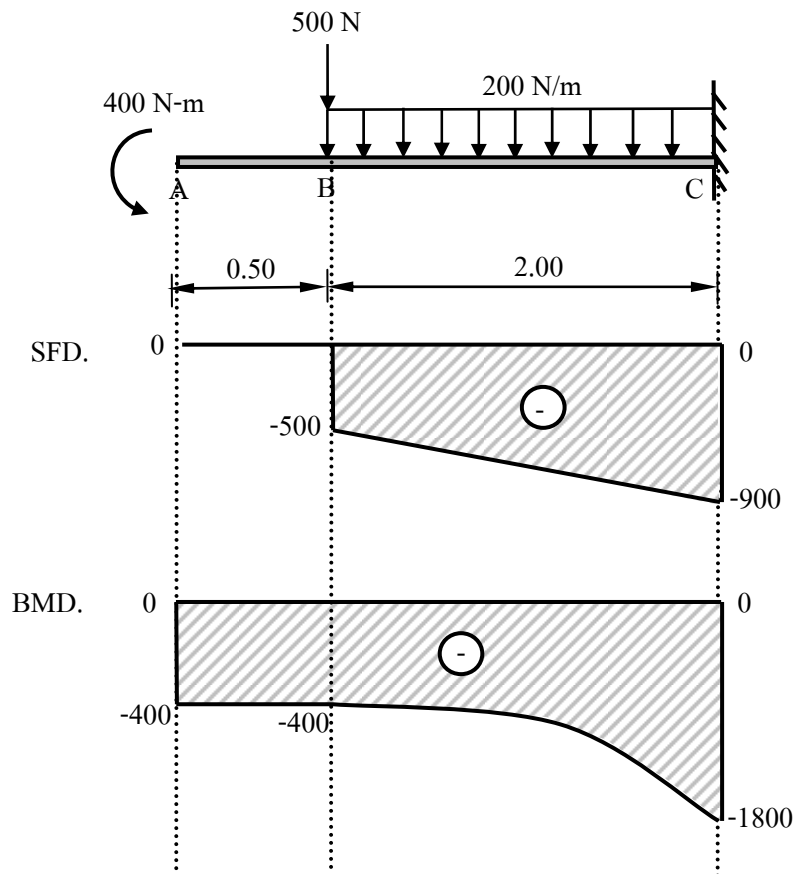
$$\begin{aligned} M_B &= 1125.125 - (0.50 \times 2.525 \times 1010) \\ &= - 150 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_D &= - 150 + (100 \times 1.50) \\ &= 0 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

8. จงคำนวณหาค่าแรงเฉือน โมเมนต์ตัด พร้อมทั้งเขียน SFD. และ BMD. ของคานปลายยื่นรับน้ำหนักดังรูป โดยวิธีพิจารณาแผนภาพแรงเฉือน



วิธีทำ



หาแรงปฏิกิริยา

$$\sum V = 0$$

$$R_{Cy} - 500 - (200 \times 2) = 0$$

$$R_{Cy} = 900 \text{ N}$$

ตอบ

หาโมเมนต์ต้านทานที่ฐานรองรับ

$$\sum M_C = 0$$

$$M_C - 400 - (500 \times 2) - (200 \times 2 \times 1) = 0$$

$$M_C = 1800 \text{ N}$$

ตอบ

หาแรงเฉือน $\Sigma V = 0$

$$V_A = 0 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_B = -500 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} -V_C &= -500 - (200 \times 2) \\ &= -900 \text{ N} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +V_C &= -900 + 900 \\ &= 0 \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

หาโมเมนต์คัต

$$M_A = -400 \text{ N-m}$$

$$M_B = -400 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} M_C &= -400 - (0.50 \times 2 \times 1400) \\ &= -1800 \text{ N-m} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ 4 โมเมนต์ดัด

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดคือความหมายของโมเมนต์ดัด

ก. ผลรวมของแรงทั้งหมด

ข. ผลรวมของแรงในแนวตั้ง

ค. ผลรวมของแรงในแนวนอน

~~×~~ ง. ผลรวมการหมุนของแรง

2. โมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นในคานจะมีผลทำให้คานเกิดพฤติกรรมในข้อใด

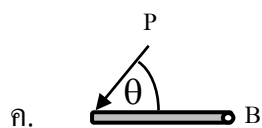
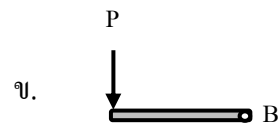
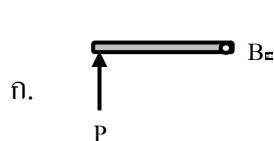
ก. บิดเป็นเกลียว

ข. ยึดออกจากกัน

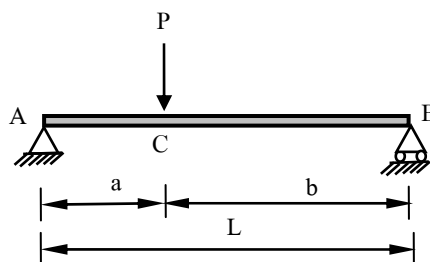
~~×~~ ค. แอ่นตัว โค้งงอ

ง. ขาดออกจากกัน

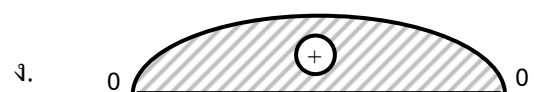
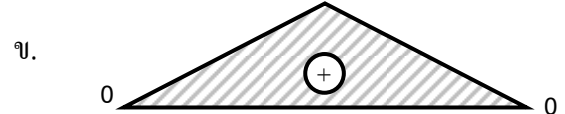
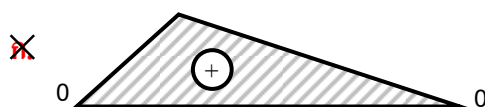
3. จากรูปโมเมนต์รอบจุด B ข้อใดเกิดโมเมนต์ที่มีเครื่องหมายเป็นบวก



ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 4-5



4. ข้อใดเขียนแผนภาพโมเมนต์ดัดได้ถูกต้อง



5. ค่าโมเมนต์คัตที่จุด B มีค่าเท่าใด

ก. $(R_A \times L)$

ข. $(R_A \times L) - (P \times b)$

~~ค. $(R_B \times L) - (P \times a)$~~

ง. $(R_B \times L) - (P \times b)$

6. แผนภาพโมเมนต์คัตของน้ำหนักกระทำเป็นจุด (Point Load) มีลักษณะตามข้อใด

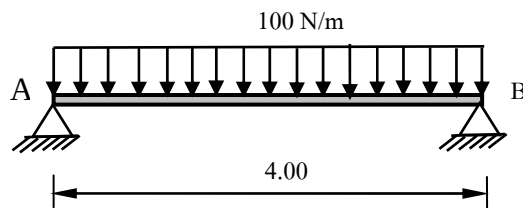
ก. เส้นประ

ข. เส้นโค้ง

~~ค. เส้นตรง~~

ง. เส้นเฉียง

ในรูปต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อที่ 7-9



7. ค่าโมเมนต์คัตที่จุดกึ่งกลางคานมีวิธีคิดตามข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. $(R_{Ay} \times 2) + 100$

ข. $(R_{Ay} \times 2) - (100)$

~~ค. $(R_{Ay} \times 2) - (100 \times 2 \times 1)$~~

ง. $-(R_{Ay} \times 2) + (100 \times 2 \times 1)$

8. ค่าโมเมนต์คัตที่ระยะแรงเลื่อนมีค่าเป็นศูนย์ (ระยะ x) มีค่าเท่าใด

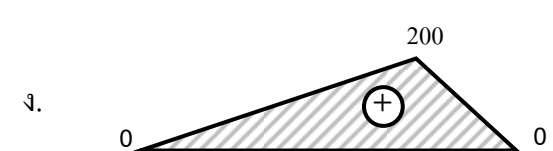
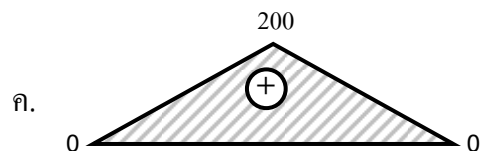
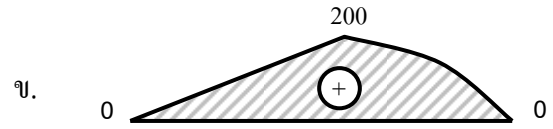
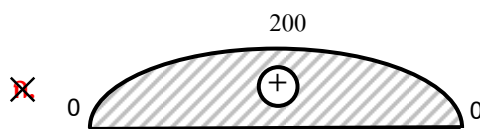
~~ค. 200 N-m~~

ข. 300 N-m

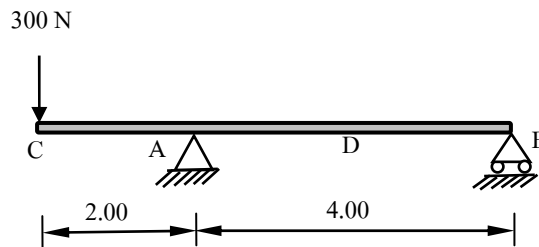
ก. 400 N-m

ง. 500 N-m

9. ข้อใดเขียนแผนภาพโมเมนต์คัตได้ถูกต้องที่สุด



ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 10-12



10. ค่าโมเมนต์คัตที่จุด A มีค่าเท่าใด

ก. -300 N-m

ข. -400 N-m

ค. -500 N-m

~~ง. -600 N-m~~

11. ค่าโมเมนต์คัตที่จุด D ซึ่งอยู่ห่างจากจุด A เป็นระยะทาง 2.00 เมตร มีค่าเท่าใด

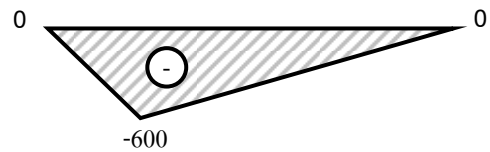
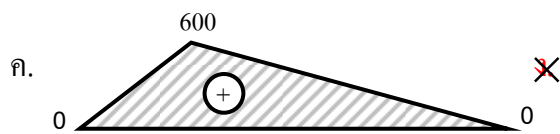
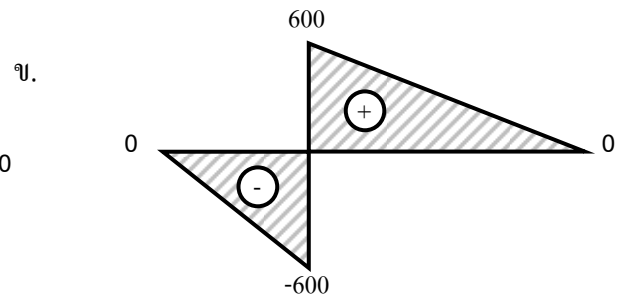
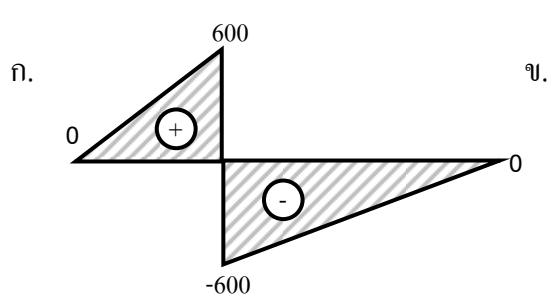
ก. -100 N-m

ข. -200 N-m

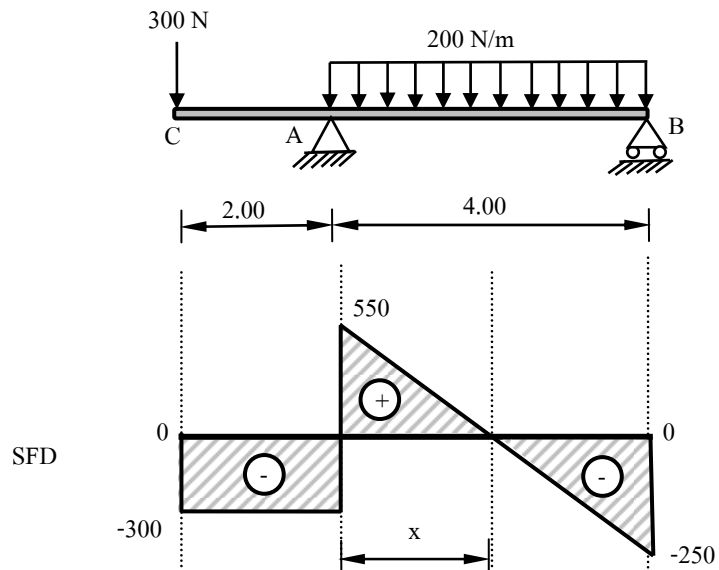
~~ค. -300 N-m~~

ง. -400 N-m

12. ข้อใดเขียนแผนภาพโมเมนต์คัตได้ถูกต้องที่สุด



ในรูปต่อไปนี้เป็นคำตอบคำถามข้อที่ 13-16



13. ค่าโมเมนต์ดัดที่จุด A มีค่าเท่าใด

ก. -400 N-m

ข. -500 N-m

~~ค. -600 N-m~~

ง. -700 N-m

14. ระยะที่แรงเฉือนมีค่าเท่ากับศูนย์ (ระยะ x) มีค่ากี่เมตร

ก. 1.50

ข. 1.75

ค. 2.50

~~ง. 2.75~~

15. จุดที่แรงเฉือนมีค่าเท่ากับศูนย์ (ระยะ x) โมเมนต์ดัดมีค่าเท่าใด

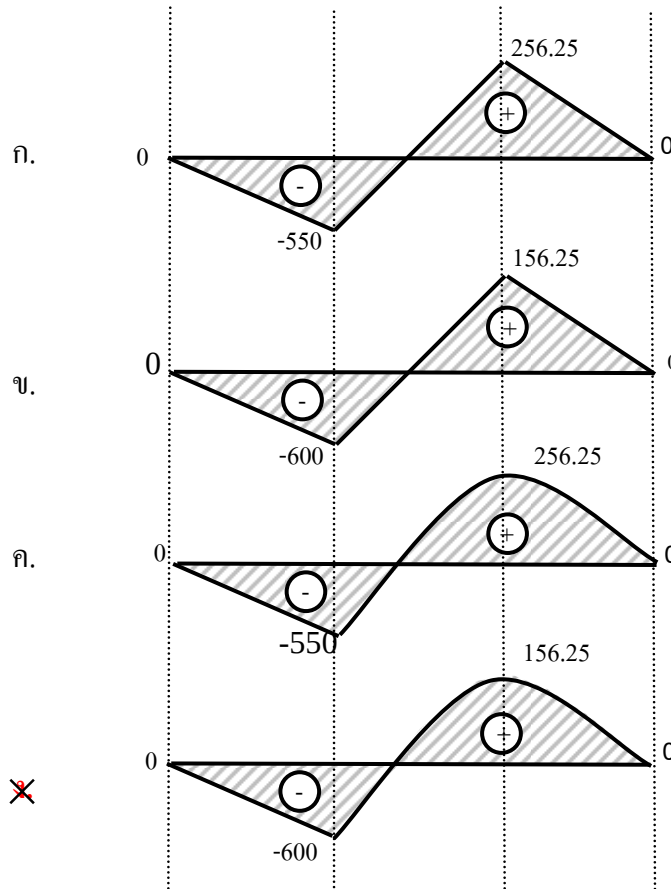
~~ก. 156.25 N-m~~

ข. 256.25 N-m

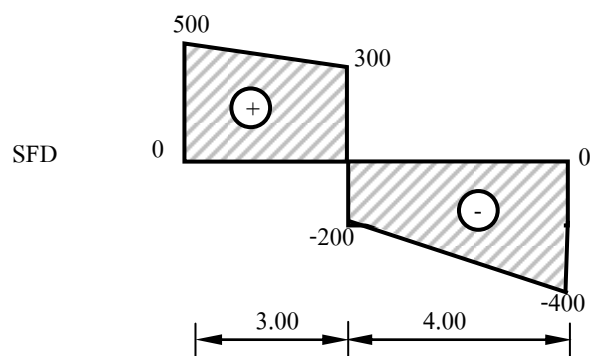
ค. 356.25 N-m

ง. 456.25 N-m

16. ข้อใดเขียนแผนภาพโมเมนต์คัตได้ถูกต้องที่สุด



17. ในรูปต่อไปนี้ ค่าโมเมนต์คัตที่ระยะ 3.00 เมตรจากด้านซ้ายมือมีค่าเท่าใด



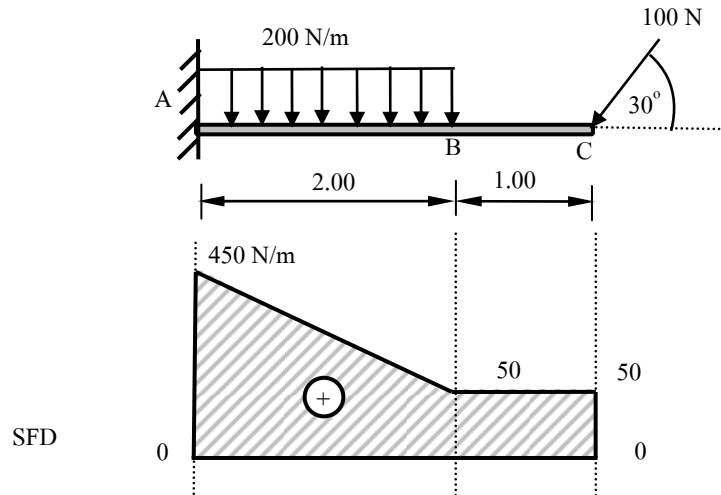
ก. 600 N-m

ข. 800 N-m

ค. 1000 N-m

~~ง. 1200 N-m~~

ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 18-20



18. ค่าโมเมนต์ดัดที่จุด A มีค่าเท่าใด

ก. 500 N-m (โมเมนต์ทวน)

ข. 500 N-m (โมเมนต์ตาม)

~~ค. 550 N-m (โมเมนต์ทวน)~~

ง. 550 N-m (โมเมนต์ตาม)

19. ค่าโมเมนต์ดัดที่จุด B มีค่าเท่าใด

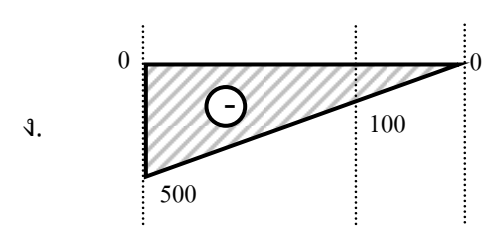
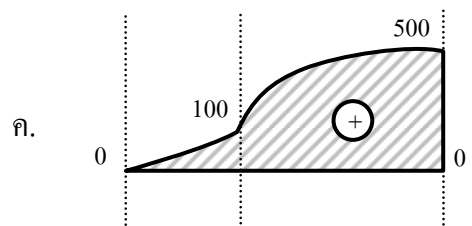
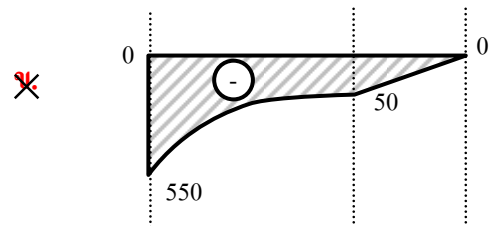
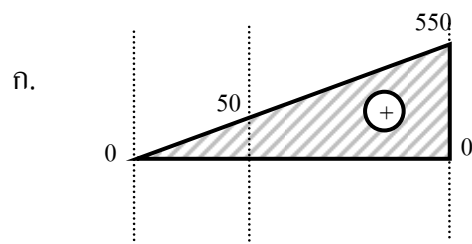
~~ก. -50 N-m~~

ข. -100 N-m

ค. -150 N-m

ง. -200 N-m

20. ข้อใดเขียนแผนภาพโมเมนต์ดัดถูกต้องที่สุด



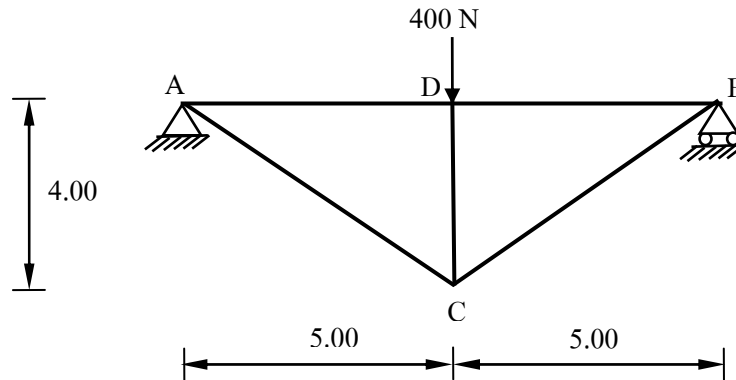
เฉลยแบบฝึกหัด
บทที่ 5 แรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

1. โครงข้อหมุน หมายถึง โครงสร้างที่ประกอบขึ้นจากท่อนหรือแท่ง (Bars) ซึ่งรับแรงดึงหรือแรงอัดโดยตรง ต่อยึดติดกันเป็นรูปสามเหลี่ยม และประกอบรวมกันเป็นโครงสร้างที่มีรูปทรงต่างๆ เพื่อให้สามารถรับแรงหรือน้ำหนักได้ตามต้องการ
2. โครงข้อหมุนแบ่งตามประเภทและลักษณะในการใช้งานออกเป็น 2 ประเภทคือ โครงข้อหมุนสำหรับงานอาคาร (Building Truss) และโครงข้อหมุนสำหรับงานสะพาน (Bridge Truss)
3. รูปทรงพื้นฐานของโครงข้อหมุนเป็นรูปทรง สามเหลี่ยม
4. วิธีการหาค่าแรงภายในชิ้นส่วนโครงข้อหมุนแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ วิธีตัดรอบจุดต่อ (Joints Method) และวิธีตัดรูปตัด (Method of Section)
5. โครงสร้างที่เป็นโครงข้อหมุน (Truss) จะประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ประกอบด้วย
 - 1) จันทัน (Upper Chord หรือ Top Chord)
 - 2) ช่อ (Lower Chord หรือ Bottom Chord)
 - 3) ค้ำยัน (Wed)
6. ค้ำยันเรียกว่า Wed ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แนวคือ แนวทะแยง จะเรียกว่าค้ำยัน (Diagonal Member) และแนวดิ่งเรียกว่า ค้าง (Vertical Member)
7. แรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนโดยทั่วไปมี 2 แรงคือ แรงดึง และแรงอัด

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จงคำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนซึ่งรับน้ำหนักดังรูป โดยวิธีตัดรอบจุดต่อ (Joint Method)



วิธีทำ

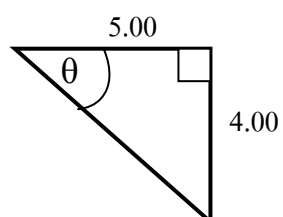
ขั้นตอนที่ 1 หาแรงปฏิกิริยา

$$\begin{aligned}\sum M_B &= 0 \\ (R_{Ay} \times 10) - (400 \times 5) &= 0 \\ R_{Ay} &= 200 \text{ N} && \text{ตอบ} \\ \sum M_A &= 0 \\ -(R_{By} \times 10) + (400 \times 5) &= 0 \\ R_{By} &= 200 \text{ N} && \text{ตอบ}\end{aligned}$$

ตรวจสอบ

$$\begin{aligned}\text{แรงขึ้น} &= \text{แรงลง} \\ R_{Ay} + R_{By} &= 400 \\ 200 + 200 &= 400 \\ 400 &= 400\end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 2 หาค่ามุม θ

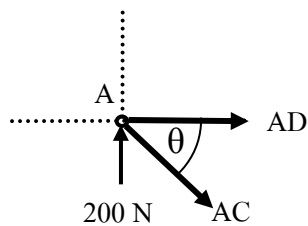


$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{4}{5} \\ \theta &= \tan^{-1} 0.80\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta &= 38.66 \text{ องศา} && \text{ตอบ} \\ \text{ดังนั้น} \quad \sin 38.66 &= 0.625 \\ \cos 38.66 &= 0.781 \end{aligned}$$

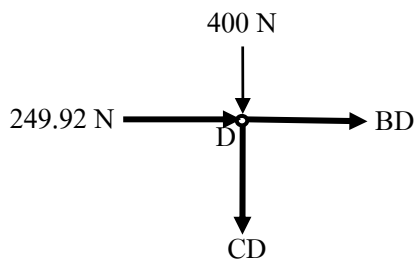
ขั้นตอนที่ 3 หาแรงเค้นในแต่ละชิ้นส่วน

พิจารณาจุด A



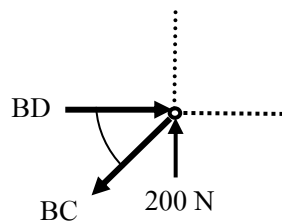
$$\begin{aligned} \Sigma V &= 0 \\ 200 - AC \sin \theta &= 0 \\ AC &= \frac{-200}{-0.625} \\ AC &= 320 \text{ N (ดึง)} && \text{ตอบ} \\ \Sigma H &= 0 \\ AD + AC \cos \theta &= 0 \\ AD &= -320 (0.781) \\ AD &= -249.92 \text{ (อัด)} && \text{ตอบ} \end{aligned}$$

พิจารณาจุด D



$$\begin{aligned} \Sigma H &= 0 \\ BD + 249.92 &= 0 \\ BD &= -249.92 \text{ N (อัด)} && \text{ตอบ} \\ \Sigma V &= 0 \\ -CD - 400 &= 0 \\ CD &= -400 \text{ N (อัด)} && \text{ตอบ} \end{aligned}$$

พิจารณาจุด B



$$\begin{aligned} \Sigma V &= 0 \\ 200 - BC \sin \theta &= 0 \\ BC &= \frac{-200}{-0.625} \\ BC &= 320 \text{ N (ดึง)} && \text{ตอบ} \end{aligned}$$

ตรวจสอบ

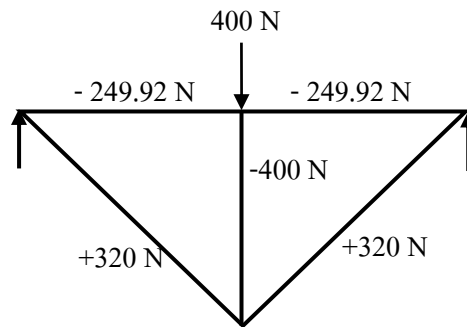
$$\Sigma H = 0$$

$$BD + BC \cos\theta = 0$$

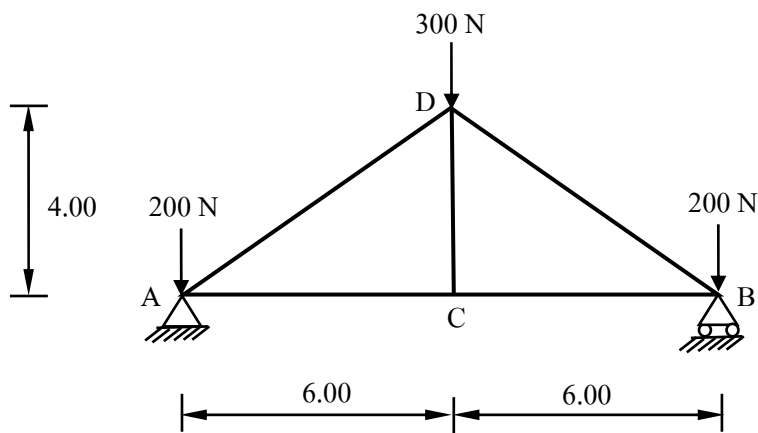
$$BD - 320(0.781) = 0$$

$$BD = -249.92 \text{ N (อัด) ตอบ}$$

ขั้นตอนที่ 4 สรุปแรงในชิ้นส่วน



2. จงคำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนซึ่งรับน้ำหนักดังรูป โดยวิธีตัดรอบจุดต่อ (Joint Method)



วิธีทำ

ขั้นตอนที่ 1 หาแรงปฏิกิริยา

$$\Sigma M_B = 0$$

$$(R_{Ay} \times 12) - (200 \times 12) - (300 \times 6) = 0$$

$$R_{Ay} = 350 \text{ N}$$

ตอบ

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-(R_{By} \times 12) - (200 \times 12) - (300 \times 6) = 0$$

$$R_{By} = 350 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

ตรวจสอบ

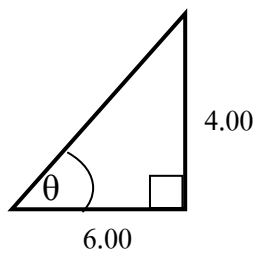
$$\text{แรงขึ้น} = \text{แรงลง}$$

$$R_{Ay} + R_{By} = 200 + 300 + 200$$

$$350 + 350 = 700$$

$$700 = 700$$

ขั้นตอนที่ 2 หาค่ามุม θ



$$\tan \theta = \frac{4}{6}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{4}{6}$$

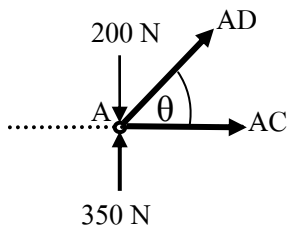
$$\theta = 33.69 \text{ องศา} \quad \text{ตอบ}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \sin 33.69 = 0.555$$

$$\cos 33.69 = 0.832$$

ขั้นตอนที่ 3 หาแรงเค้นในแต่ละชิ้นส่วน

พิจารณาจุด A



$$\Sigma V = 0$$

$$350 - 200 + AD \sin \theta = 0$$

$$AD (0.555) = -150$$

$$AD = \frac{-150}{0.555}$$

$$AD = -270.27 \text{ N (อัด)} \quad \text{ตอบ}$$

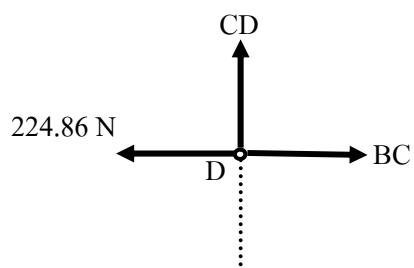
$$\Sigma H = 0$$

$$AC - AD \cos \theta = 0$$

$$AC = 270.27 (0.832)$$

$$AC = 224.86 \text{ (ดึง)} \quad \text{ตอบ}$$

พิจารณาจุด C



$$\Sigma V = 0$$

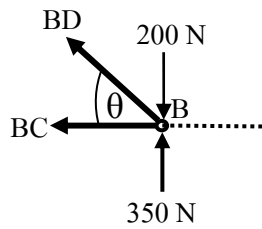
$$CD = 0$$

$$\Sigma H = 0$$

$$BC - 224.86 = 0$$

$$BC = 224.86 \text{ N (ดึง) } \underline{\text{ตอบ}}$$

พิจารณาจุด B



$$\sum V = 0$$

$$350 - 200 + BD \sin \theta = 0$$

$$BD = \frac{-150}{0.555}$$

$$BD = -270.27 \text{ N (อัด) } \underline{\text{ตอบ}}$$

ตรวจสอบ

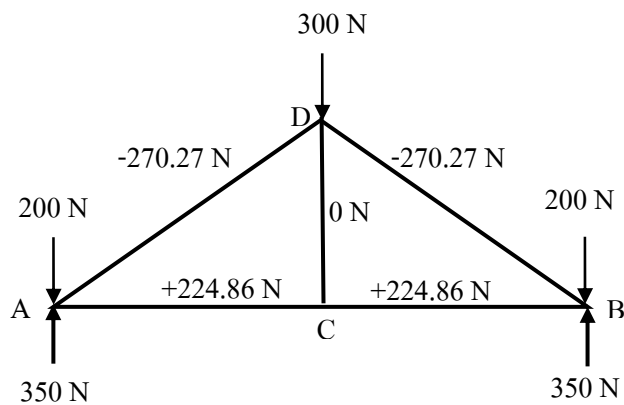
$$\sum H = 0$$

$$-BC + BD \cos \theta = 0$$

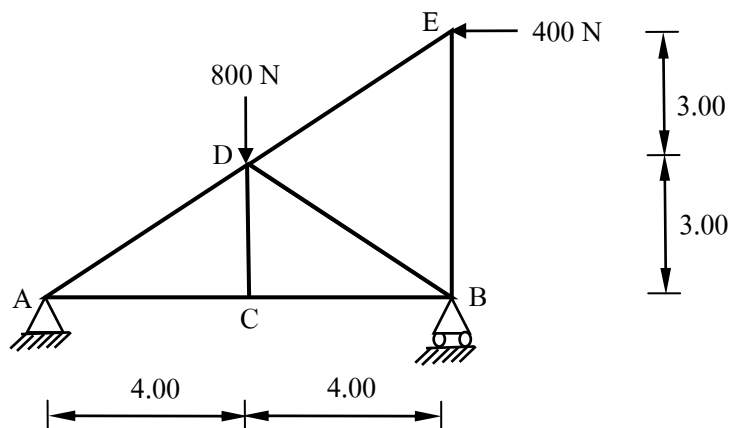
$$BC = 270.27 (0.832)$$

$$BC = 224.86 \text{ N (ดึง) } \underline{\text{ตอบ}}$$

ขั้นตอนที่ 4 สรุปแรงในชิ้นส่วน



3. จงคำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนซึ่งรับน้ำหนักดังรูป โดยวิธีตัดรอบจุดต่อ (Joint Method)



วิธีทำ

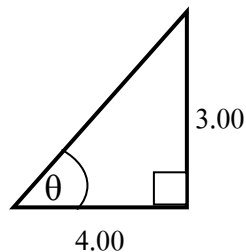
ขั้นตอนที่ 1 หาแรงปฏิกิริยา

$$\begin{aligned}\sum H &= 0 \\ -R_{Ax} - 400 &= 0 \\ R_{Ax} &= 400 \text{ N} && \text{ตอบ} \\ \sum M_B &= 0 \\ (R_{Ay} \times 8) - (800 \times 4) - (400 \times 6) &= 0 \\ R_{Ay} &= 700 \text{ N} && \text{ตอบ} \\ \sum M_A &= 0 \\ -(R_{By} \times 8) + (800 \times 4) - (400 \times 6) &= 0 \\ R_{By} &= 100 \text{ N} && \text{ตอบ}\end{aligned}$$

ตรวจสอบ

$$\begin{aligned}\text{แรงขึ้น} &= \text{แรงลง} \\ R_{Ay} + R_{By} &= 800 \\ 700 + 100 &= 800 \\ 800 &= 800\end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 2 หาค่ามุม θ

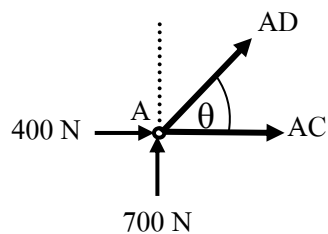


ดังนั้น

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{3}{4} \\ \theta &= \tan^{-1} \frac{3}{4} \\ \theta &= 36.87 \text{ องศา} && \text{ตอบ} \\ \sin \theta &= 0.60 \\ \cos \theta &= 0.80\end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 3 หาแรงเค้นในแต่ละชิ้นส่วน

พิจารณาจุด A



$$\begin{aligned}\sum V &= 0 \\ AD \sin \theta + 700 &= 0 \\ AD &= \frac{-700}{0.60} \\ AD &= -1166.67 \text{ N (อัด)} && \text{ตอบ}\end{aligned}$$

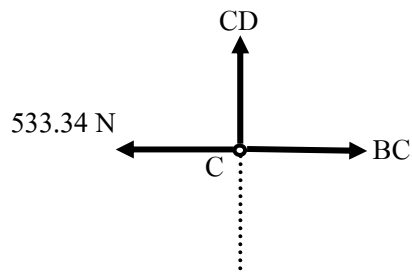
$$\Sigma H = 0$$

$$AC - AD \cos \theta + 400 = 0$$

$$AC - 1166.67 (0.80) + 400 = 0$$

$$AC = 533.34 \text{ (ดึง)} \quad \underline{\text{ตอบ}}$$

พิจารณาจุด C



$$\Sigma V = 0$$

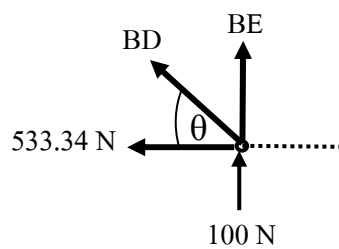
$$CD = 0$$

$$\Sigma H = 0$$

$$BC - 533.34 = 0$$

$$BC = 533.34 \text{ N (ดึง)} \quad \underline{\text{ตอบ}}$$

พิจารณาจุด B



$$\Sigma H = 0$$

$$-BD \cos \theta - 533.34 = 0$$

$$BD = \frac{-533.34}{0.80}$$

$$BD = -666.67 \text{ N (อัด)} \quad \underline{\text{ตอบ}}$$

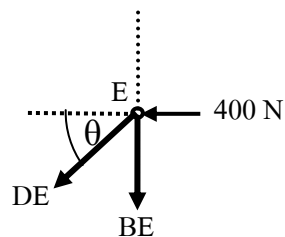
$$\Sigma V = 0$$

$$BE - BD \sin \theta + 100 = 0$$

$$BE - 666.67 (0.60) + 100 = 0$$

$$BE = 300 \text{ N (ดึง)} \quad \underline{\text{ตอบ}}$$

พิจารณาจุด E



$$\Sigma H = 0$$

$$-DE \cos \theta - 400 = 0$$

$$DE = \frac{-400}{0.80}$$

$$DE = -500 \text{ N (อัด)} \quad \underline{\text{ตอบ}}$$

ตรวจสอบ

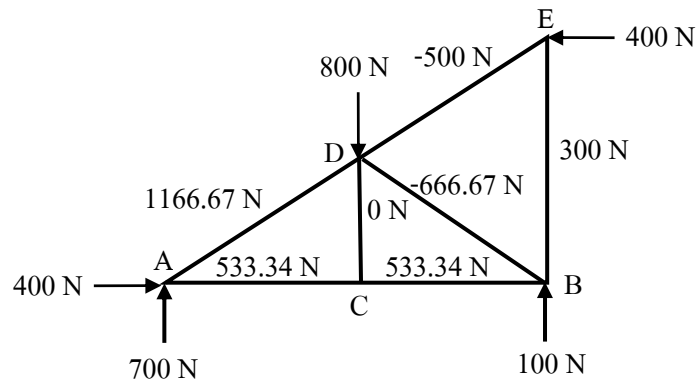
$$\Sigma V = 0$$

$$DE \sin \theta - BE = 0$$

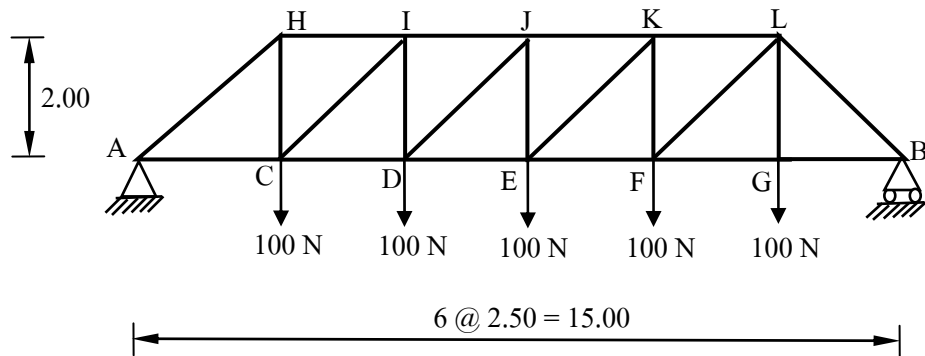
$$500 (0.60) - BE = 0$$

$$BE = 300 \text{ N (ดึง)} \quad \text{ตอบ}$$

ขั้นตอนที่ 4 สรุปแรงในชิ้นส่วน



4. จงหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนในชิ้นส่วน IJ, EI, DE, JE และ JK ของโครงข้อหมุนรับน้ำหนักดังรูปโดยวิธีตัดรูปตัด (Section Method)



วิธีทำ

ขั้นตอนที่ 1 หาแรงปฏิกิริยา

$$R_{Ay} = R_{By}$$

$$R_{Ay} = \frac{500}{2}$$

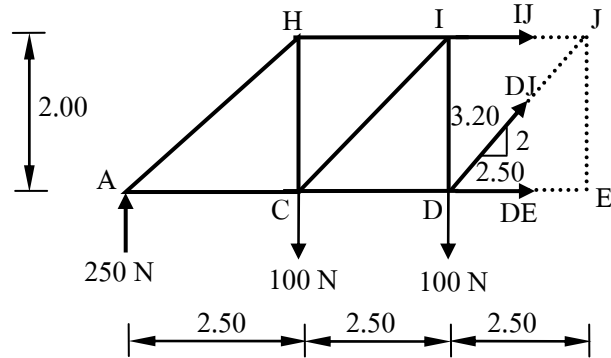
$$R_{Ay} = 250 \text{ N}$$

ตอบ

$$R_{By} = 250 \text{ N}$$

ตอบ

ขั้นตอนที่ 2 หาแรงในชิ้นส่วน IJ, DJ และ DE พิจารณารูปตัด a - a

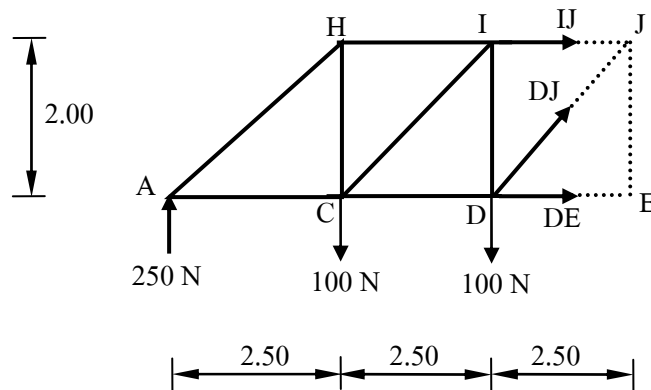


หาแรง IJ ให้จุด D เป็นจุดหมุน

$$\begin{aligned}\sum M_D &= 0 \\ (250 \times 5) - (100 \times 2.50) + (IJ \times 2) &= 0 \\ 1250 - 250 + 2IJ &= 0 \\ IJ &= \frac{-1000}{2} \\ IJ &= -500 \text{ N (อัด)}\end{aligned}$$

ตอบ

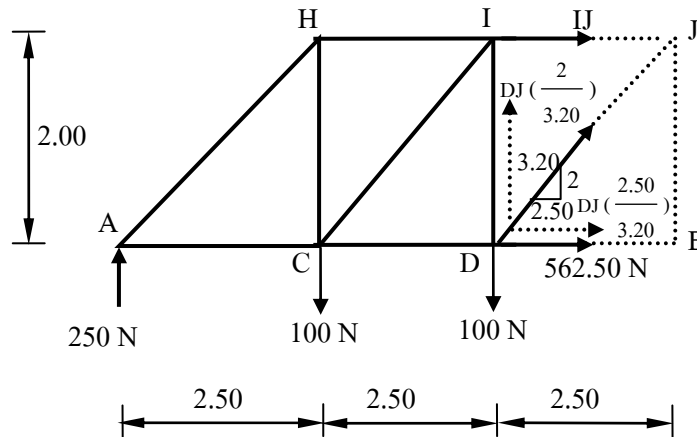
หาแรง DE ให้จุด J เป็นจุดหมุน



$$\begin{aligned}\sum M_J &= 0 \\ (250 \times 7.50) - (100 \times 5) - (100 \times 2.50) - DE(2) &= 0 \\ 1125 - 2DE &= 0 \\ DE &= \frac{-1125}{-2} \\ DE &= 562.50 \text{ N (ดึง)}\end{aligned}$$

ตอบ

หาแรง IJ ให้จุด D เป็นจุดหมุน



$$\Sigma M_I = 0$$

$$(250 \times 5) - (100 \times 2.50) - (562.50 \times 2) - (DJ \times \frac{2.50}{3.20} \times 2) = 0$$

$$1250 - 250 - 1125 - \frac{5}{3.20} DJ = 0$$

$$\frac{-5}{3.20} DJ = 125$$

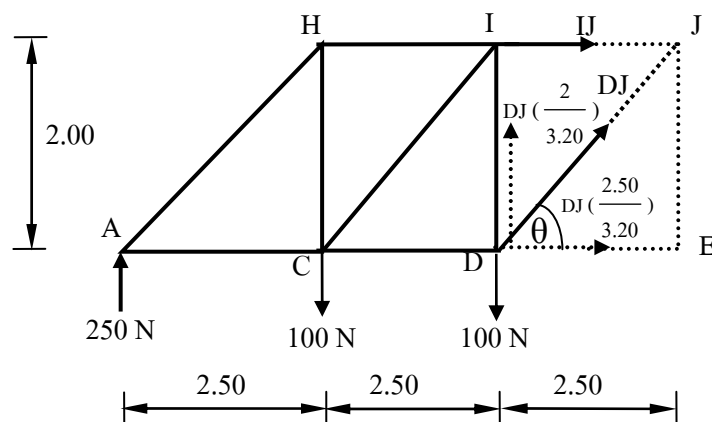
$$DJ = \frac{-125 \times 3.20}{5}$$

$$DJ = -80 \text{ N (อัด)}$$

ตอบ

ตรวจสอบ

ให้จุด E เป็นจุดหมุน



$$\Sigma M_E = 0$$

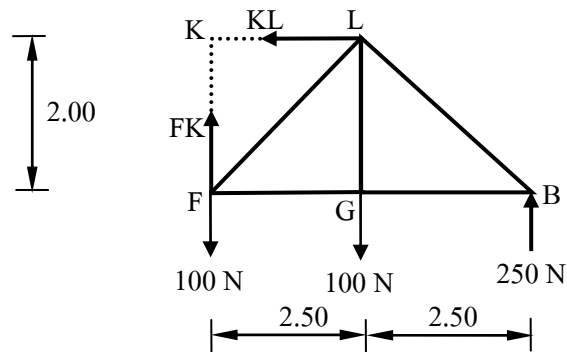
$$(250 \times 7.50) - (100 \times 5) - (100 \times 2.50) - (500 \times 2) - (DJ \times \frac{2}{3.20} \times 2.50) = 0$$

$$1875 - 500 - 250 - 1000 - \frac{5}{3.20} DJ = 0$$

$$DJ = \frac{-125 \times 3.20}{5}$$

$$DJ = -80 \text{ N (อัด) } \underline{\text{ตอบ}}$$

พิจารณารูป b - b



หาแรง KL ให้จุด F เป็นจุดหมุน

$$\sum M_F = 0$$

$$-(250 \times 5) + (100 \times 2.50) - (KL \times 2) = 0$$

$$-500 + 250 - 2KL = 0$$

$$KL = \frac{250}{-2}$$

$$KL = -125 \text{ N (อัด) } \underline{\text{ตอบ}}$$

หาแรง FK ให้จุด L เป็นจุดหมุน

$$\sum M_L = 0$$

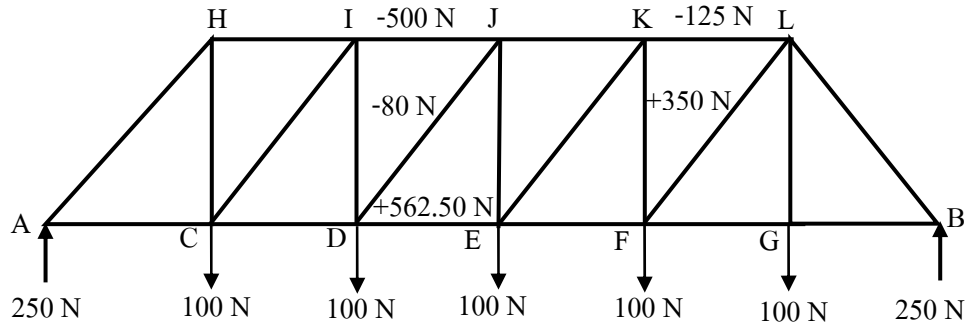
$$-(250 \times 2.50) - (100 \times 2.50) + (FK \times 2.50) = 0$$

$$-625 - 250 + 2.50 FK = 0$$

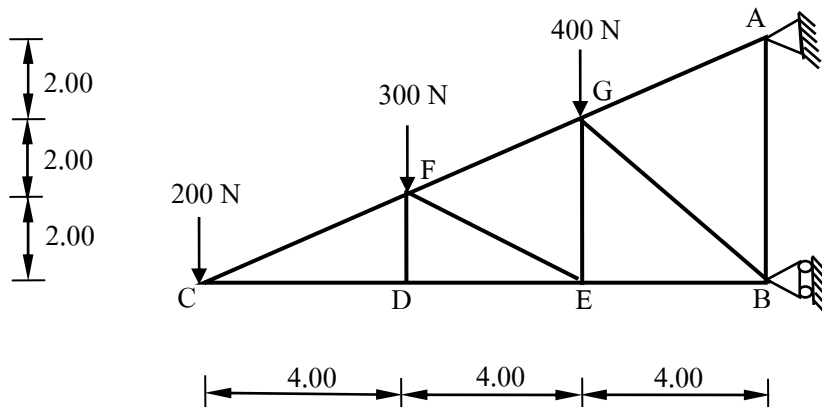
$$FK = \frac{875}{2.50}$$

$$FK = 350 \text{ N (ดึง) } \underline{\text{ตอบ}}$$

ขั้นตอนที่ 4 สรุปแรงในชิ้นส่วน



5. จงหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนในชิ้นส่วน DE, EF และ FG ของโครงข้อหมุนรับน้ำหนักดังรูปโดยวิธีตัดรูปตัด (Section Method)



วิธีทำ

ขั้นตอนที่ 1 หาแรงปฏิกิริยา

$$\sum M_A = 0$$

$$(R_{By} \times 6) - (200 \times 12) - (300 \times 8) - (400 \times 4) = 0$$

$$R_{By} = 1066.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$(R_{Ay} \times 6) + (200 \times 12) + (300 \times 8) + (400 \times 4) = 0$$

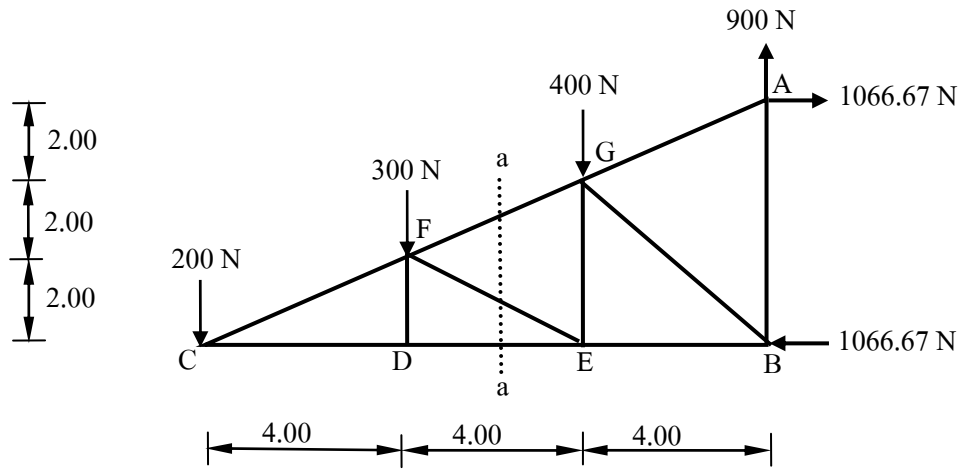
$$R_{Ay} = -1066.67 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

$$\sum H = 0$$

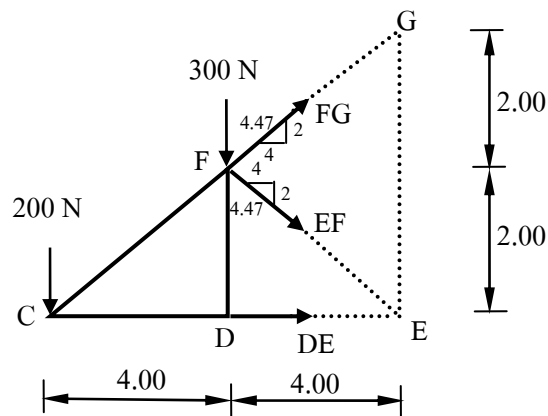
$$R_{Ax} - 200 - 300 - 400 = 0$$

$$R_{Ax} = 900 \text{ N} \quad \text{ตอบ}$$

ขั้นตอนที่ 2 ตัดผ่านชิ้นส่วนที่ต้องการทราบค่า



พิจารณารูปตัด a - a



$$\sum M_F = 0$$

$$-(200 \times 4) - (DE \times 2) = 0$$

$$DE = -400 \text{ N (อัด)} \quad \text{ตอบ}$$

$$\sum M_E = 0$$

$$-(200 \times 8) - (300 \times 4) + (FG \times \frac{2}{4.47} \times 4) + (FG \times \frac{4}{4.47} \times 2) = 0$$

$$1600 - 1200 + \frac{8 FG}{4.47} + \frac{8}{4.47} FG = 0$$

$$\frac{16}{4.47} FG = 2800$$

$$FG = \frac{2800 \times 4.47}{16}$$

$$FG = 782.25 \text{ N (ดึง)} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned}\Sigma M_G &= 0 \\ (400 \times 4) - (200 \times 8) - (300 \times 4) - (EF \times \frac{2}{4.47} \times 4) - (EF \times \frac{4}{4.47} \times 2) &= 0 \\ 1600 - 1200 - \frac{8 EF}{4.47} - \frac{8}{4.47} EF &= 0 \\ EF &= \frac{1200 \times 4.47}{16} \\ EF &= 335.25 \text{ N (ดึง) } \underline{\text{ตอบ}}\end{aligned}$$

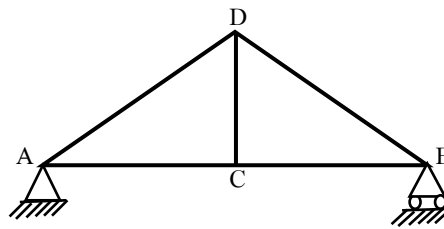
ตรวจสอบ

$$\begin{aligned}\Sigma M_D &= 0 \\ -(200 \times 4) + (FG \times \frac{4}{4.47} \times 2) - (EF \times \frac{4}{4.47} \times 2) &= 0 \\ -800 + (782.25 \times \frac{4}{4.47} \times 2) - \frac{8}{4.47} EF &= 0 \\ -800 + 1400 - \frac{16}{4.47} EF &= 2800 \\ EF &= \frac{600 \times 4.47}{8} \\ EF &= 335.25 \text{ N (ดึง) } \underline{\text{ตอบ}}\end{aligned}$$

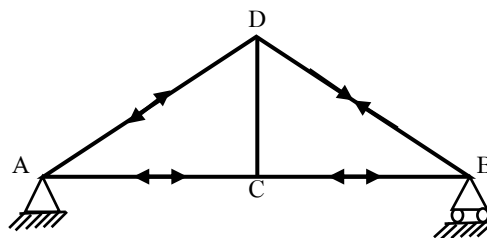
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 5 แรงเค้นในโครงข้อหมุน

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ความหมายของโครงข้อหมุนข้อใดถูกต้องที่สุด
 - ก. โครงสร้างที่ยึดกันเพื่อรับแรงดึง
 - ข. โครงสร้างที่ยึดกันเป็นท่อนยาวๆ
 - ค. โครงสร้างที่ประกอบกันจากรูปสี่เหลี่ยมหลายรูปรวมกัน
 - ✗. โครงสร้างที่ประกอบกันจากรูปสามเหลี่ยมหลายรูปรวมกัน**
2. ในรูปต่อไปนี้ ชิ้นส่วน AC และชิ้นส่วน CB เรียกว่า



- ✗. Lower Chord**
 - ข. Upper Chord
 - ค. Vertical Member
 - ง. Diagonal Member
3. ในรูปต่อไปนี้ แรงภายในชิ้นส่วน BD เป็นแรงแบบใด



- ✗. แรงดึง**
 - ข. แรงอัด
 - ค. แรงในแนวตั้ง
 - ง. แรงในแนวเอียง
4. ข้อใดไม่ใช่วิธีการหาค่าแรงภายในโครงข้อหมุน
 - ก. Joint Method
 - ข. Section Method
 - ค. Graphical Method
 - ✗. Three Moment Method**

5. การคำนวณหาค่าแรงภายในโครงข้อหมุนโดยวิธีตัดรอบจุดต่อมีข้อจำกัดใด

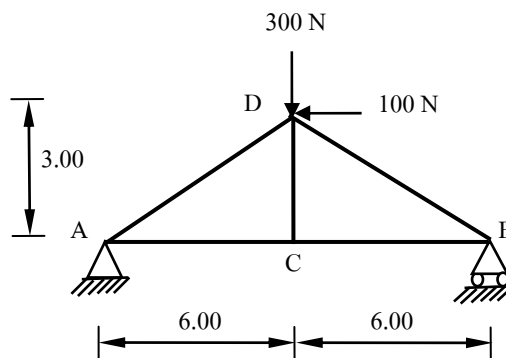
~~✗~~ จุดต่อต้องมีแรงที่ไม่ทราบค่าไม่เกิน 2 แรง

ข. จุดต่อต้องมีแรงที่ไม่ทราบค่าไม่เกิน 3 แรง

ค. ต้องใช้สมการ $\Sigma V = 0$ ในการคำนวณก่อนเสมอ

ง. ต้องใช้สมการ $\Sigma H = 0$ ในการคำนวณก่อนเสมอ

6. ในรูปต่อไปนี้ แรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ A มีค่าเท่าใด



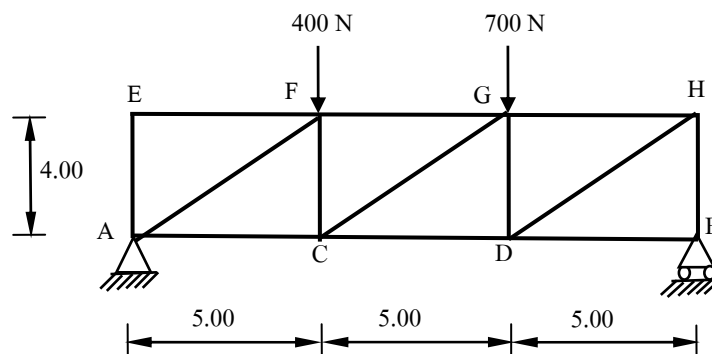
ก. 125 N

ข. 150 N

~~✗~~ ค. 175 N

ง. 200 N

7. ในรูปต่อไปนี้ แรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ B มีค่าเท่าใด



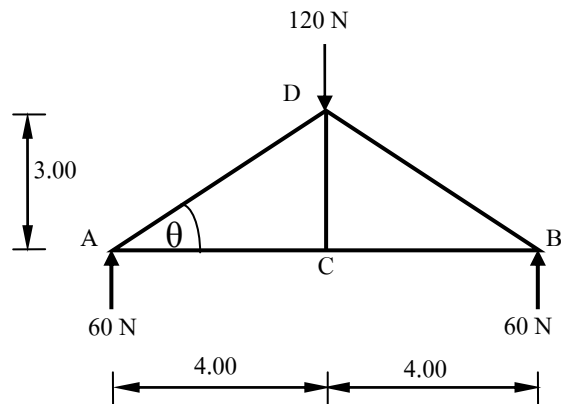
ก. 400 N

~~✗~~ ค. 500 N

ข. 600 N

ง. 700 N

ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 8-11



8. มุม θ มีค่ากี่องศา

ก. 33.96

~~ข. 36.87~~

ค. 38.65

ง. 40.76

9. แรงภายในชิ้นส่วน AD มีค่าเท่าใด

~~ข. -100 N (อัด)~~

ข. 100 N (ดึง)

ค. -120 N (อัด)

ง. 120 N (ดึง)

10. แรงภายในชิ้นส่วน AC มีค่าเท่าใด

ก. -80 N (อัด)

~~ข. 80 N (ดึง)~~

ค. -100 N (อัด)

ง. 100 N (ดึง)

11. หากต้องการหาแรงภายในชิ้นส่วน CD โดยพิจารณาจุดต่อ C จะใช้สมการใดในการคำนวณ

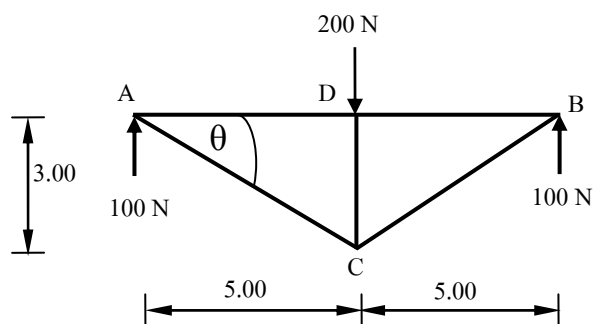
~~ข. $\Sigma V = 0$~~

ข. $\Sigma H = 0$

ค. $\Sigma M_B = 0$

ง. $\Sigma M_A = 0$

12. ในรูปต่อไปนี้จะหาแรงภายในชิ้นส่วน CD มีค่าเท่าใด



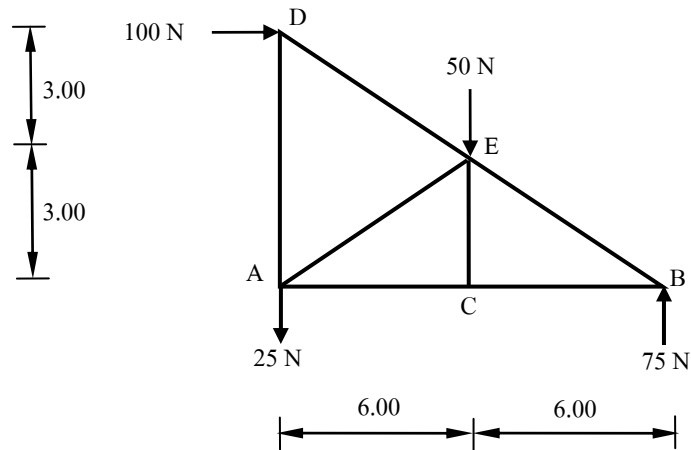
~~X~~ -200 N (อัด)

ข. 200 N (ดึง)

ค. -150 N (อัด)

ง. 150 N (ดึง)

ในรูปต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อที่ 13-16



13. แรงภายในชิ้นส่วน BE มีค่าเท่าใด

~~X~~ -167.75 N (อัด)

ข. 167.75 N (ดึง)

ค. -157.75 N (อัด)

ง. 157.75 N (ดึง)

14. แรงภายในชิ้นส่วน CB มีค่าเท่าใด

ก. 75 N (ดึง)

~~X~~ 150 N (ดึง)

ค. 175 N (ดึง)

ง. 200 N (ดึง)

15. แรงภายในชิ้นส่วน AD มีค่าเท่าใด

~~X~~ 50 N (ดึง)

ข. 75 N (ดึง)

ค. 100 N (ดึง)

ง. 125 N (ดึง)

16. แรงภายในชิ้นส่วน DE มีค่าเท่าใด

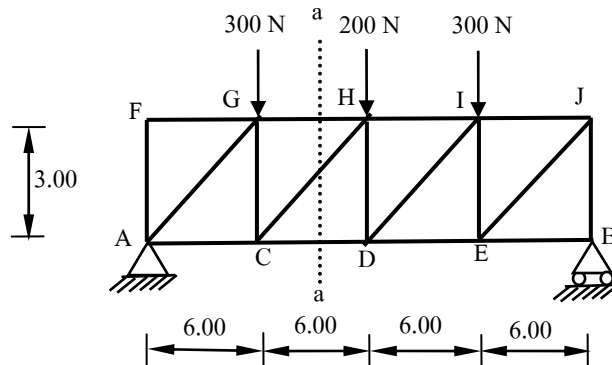
~~X~~ -111.80 N (อัด)

ข. 111.80 N (ดึง)

ค. -125 N (อัด)

ง. 125 N (ดึง)

ในรูปต่อไปนี้เป็นคำตอบคำถามข้อที่ 17-20



17. ถ้าต้องการหาค่าแรงภายในชิ้นส่วน GH โดยพิจารณาจากด้านซ้ายมือ จะต้องใช้สมการข้อใด

~~ข.~~ $\sum M_C = 0$

ข. $\sum M_D = 0$

ค. $\sum M_G = 0$

ง. $\sum M_H = 0$

18. แรงภายในชิ้นส่วนใดต่อไปนี้เป็นค่า ไม่ได้ จากรูปตัด a-a

ก. CD

ข. CH

~~ค.~~ **DH**

ง. GH

19. แรงภายในชิ้นส่วน GH มีค่าเท่าใด

ก. -800 N (อัด)

ข. 800 N (ดึง)

ค. -1000 N (อัด)

~~ค.~~ **1000 N (ดึง)**

20. แรงภายในชิ้นส่วน CD มีค่าเท่าใด

ก. 700 N (ดึง)

ข. 800 N (ดึง)

ค. 900 N (ดึง)

~~ค.~~ **1000 N (ดึง)**