



แผนการสอน

วิชากลศาสตร์วิศวกรรม รหัสวิชา 30100-2014

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2567
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์

นายสุทัศน์ โวงประโคน

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

	แผนการสอน วิชากลศาสตร์วิศวกรรม รหัสวิชา ๓๐๑๐๐-๒๐๑๔ จำนวนคาบสอน 3 คาบ/สัปดาห์ ระดับชั้น ปวส.
---	---

ลำดับ ที่	ทฤษฎี	ความรู้ด้านทักษะ	จำนวนคาบ
๑	หน่วยที่ ๑ หลักสถิตยศาสตร์	ด้านทักษะ ๑. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ๒. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเขียนสัญลักษณ์แทนเวกเตอร์ได้ ๓. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณการแปลงหน่วยและการย้ายข้างสมการได้-	3
๒-๓	หน่วยที่ ๒ ระบบแรง	ด้านทักษะ ๑. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ๒. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณหาการแตกแรงแบบสองมิติและสามมิติได้	6
๔-๕	หน่วยที่ ๓ การสมดุล	ด้านทักษะ ๑. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเขียนวาดแผนภาพวัตถุอิสระ ๒. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์แผนภาพวัตถุอิสระ ๓. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณการสมดุลแรง และโมเมนต์	6
๖-๗	หน่วยที่ ๔ โครงสร้าง	ด้านทักษะ ๑. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ๒. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะเปรียบเทียบประเภทของโครงสร้างในทางวิศวกรรมได้ ๓. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะคำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้	6
๘-๑๐	หน่วยที่ ๕ แรงกระจาย	ด้านทักษะ	9

		๑. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ๒. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเปรียบเทียบ ประเภทของแรงกระจายในทางวิศวกรรมได้ ๓. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณหาแรง ปฏิกริยาได้	
๑๑- ๑๓	หน่วยที่ ๖ โมเมนต์ความ เฉื่อย	ด้านทักษะ ๑. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ๒. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเปรียบเทียบ ประเภทของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ในทาง วิศวกรรมได้ ๓. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณหาค่าโมเมนต์ ความเฉื่อยได้	9
๑๔- ๑๕	หน่วยที่ ๗ แรงเสียดทาน	ด้านทักษะ ๑. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ๒. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะเปรียบเทียบประเภท ของแรงเสียดทานของพื้นที่ในทางวิศวกรรมได้ ๓. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณหาค่าแรง เสียดทานได้	6





หน่วยเตรียมการสอนที่ 1
(สัปดาห์ที่ 1)

แผนการสอน/แผนการเรียนรู้ภาคทฤษฎี

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม	สอนสัปดาห์ที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักสถิตยศาสตร์	คาบรวม 3
ชื่อเรื่อง หลักสถิตยศาสตร์		จำนวนคาบ 3
หัวข้อเรื่อง ด้านความรู้ 1. บทนำ 2. มโนทัศน์เบื้องต้น 3. กฎของนิวตัน 4. ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ 5. ระบบหน่วย ด้านทักษะ 1. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ 2. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเขียนสัญลักษณ์แทนเวกเตอร์ได้ 3. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณการแปลงหน่วยและการย้ายข้างสมการได้ ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง 1. ความรับผิดชอบ ความประหยัด ความขยัน ความอดทน การแบ่งปัน 2. ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบรู้ รอบคอบ สาระสำคัญ ปริมาณที่ใช้ในทางสถิตยศาสตร์ มี 2 ชนิด ปริมาณสเกลาร์เป็นปริมาณที่มีเฉพาะขนาด ปริมาณเวกเตอร์เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง กฎข้อที่ 1 อนุภาคจะยังคงหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ต่อไปในแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสม่ำเสมอถ้าแรงที่มากระทำต่ออนุภาคน้อยอยู่ในสภาวะที่สมดุล เขียนสมการได้ว่า $\Sigma F = 0$ กฎข้อที่ 2 ความเร่งของอนุภาคเป็นสัดส่วนกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่ออนุภาคและมีทิศทางไปทางเดียวกับแรงลัพธ์นั้นด้วย เขียนสมการได้ว่า $\Sigma F = ma$ กฎข้อที่ 3 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาของวัตถุที่กระทำต่อกันจะมีขนาดเท่ากัน อยู่ในแนวเดียวกัน แต่ทิศทางตรงกันข้ามกัน เขียนสมการได้ว่า $\Sigma F_1 = \Sigma F_2$		

สมรรถนะอาชีพประจำหน่วย

ความสำคัญของการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักสถิติศาสตร์ รวมถึงหน่วยต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่าตามที่ต้องการ

จุดประสงค์การสอน/การเรียนรู้

- จุดประสงค์ทั่วไป / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง
 1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายการเขียนสัญลักษณ์แทนเวกเตอร์ได้
 2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกระบบหน่วยต่างๆ คำนวณหาพื้นที่รูปต่างๆ รวมถึงการแก้โจทย์ปัญหาและย้ายข้างสมการได้
 3. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ โดยมีเหตุผลตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ 3D (คุณธรรม และจริยธรรม)
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง
 1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับบทนำ มโนทัศน์เบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้)
 2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายและนำกฎของนิวตันไปใช้ได้ถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
 3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเวกเตอร์ที่กำหนดให้ เพื่อใช้ในแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
 4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกและคำนวณระบบหน่วยต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
 5. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ (ด้านคุณธรรม และจริยธรรม)



เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

- **ด้านความรู้ (ทฤษฎี)**

1. บทนำ

กลศาสตร์ เป็นสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์กายภาพที่เก่าแก่ที่สุดตามที่มีการบันทึกในประวัติศาสตร์ เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการหยุดนิ่ง หรือการเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้การกระทำของแรงต่าง ๆ มีบุคคลสำคัญคิดค้นทฤษฎีต่าง ๆ ตามหลักกลศาสตร์ ดังนี้

อาร์คิมิดีส (Archimedes พ.ศ.256-331) ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีของคาน คานงัด และทฤษฎีแรงลอยตัว
สตีวินัส (Stevinus พ.ศ.2091-2163) ได้ตั้งกฎการรวมเวกเตอร์ของแรง และกฎต่าง ๆ ในทางสถิตยศาสตร์
กาลิเลโอ (Galileo พ.ศ.2107-2185) ปัญหาในทางพลศาสตร์ทดลองเกี่ยวกับการตกของก้อนหิน แคลคูลัส ทำให้การวิเคราะห์ปัญหาด้านฟิสิกส์ง่ายขึ้น

นิวตัน (Isaac Newton พ.ศ.2185-2270) กฎการเคลื่อนที่และกฎความโน้มถ่วง คิดค้นวิชานอกจากนี้ได้รับการพัฒนาต่อ ๆ มา โดยดา วินชี (Davinci) วารियอง (Varignon) ดีเลมเบิร์ต (Dalembert) เลอจอง (Lagrange) ลาปลาซ (Laplace) เป็นต้น

2. มโนทัศน์เบื้องต้น

นิยามข้อกำหนดและแนวความคิดต่าง ๆ คือ พื้นฐานของการศึกษาวิชากลศาสตร์ ควรทำความเข้าใจคำต่อไปนี้

อวกาศ (Space) คือ อาณาบริเวณรูปทรงเรขาคณิต ซึ่งสามารถบอกตำแหน่งได้ โดยการวัดเชิงเส้นและเชิงมุมที่สัมพันธ์กับระบบแกนโคออร์ดิเนต (Coordinate System)

ความยาว (Length) คือ ขนาดทางกายภาพของระบบต่าง ๆ ระยะทางระหว่างจุดในช่องว่าง มีหน่วยเป็นเมตร

เวลา (Time) คือ การวัดช่วงของเหตุการณ์ต่าง ๆ และถือว่าเป็นปริมาณสัมบูรณ์ มีหน่วยเป็นวินาที

มวล (Mass) คือ ปริมาณที่ใช้วัดการต้านทานการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ เป็นคุณสมบัติของวัตถุทุกก้อน ซึ่งจะดึงดูดกันเสมอ

แรง (Force) เป็นการกระทำของวัตถุหนึ่งต่ออีกวัตถุหนึ่ง แรงจะพยายามผลักหรือดึงให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวทิศทางของแรงนั้น

อนุภาค (Particle) คือ วัตถุที่มีขนาดเล็ก ๆ หรือในทางคณิตศาสตร์ถือว่า อนุภาคมีขนาดเป็นจุด ดังนั้นอนุภาค คือ มวลที่เป็นจุดเล็ก ๆ หรือกรณีที่มีขนาดของวัตถุไม่มีผลต่อการบอกตำแหน่ง หรือไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่ อาจถือว่าวัตถุนั้นเป็นจุดได้

3. กฎของนิวตัน

เซอร์ไอแซก นิวตัน ได้ทำการทดลองและเป็นผู้กำหนดกฎเกณฑ์เบื้องต้น สำหรับการเคลื่อนที่ของอนุภาค เรียกว่า กฎของนิวตัน (Newton's Law) โดยมีด้วยกัน 3 ข้อ คือ

กฎข้อที่ 1 อนุภาคจะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ นอกจากมีแรงไม่สมดุลมากระทำต่ออนุภาคนั้น

กฎข้อที่ 2 ความเร่งของอนุภาคเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงลัพธ์ที่กระทำ และมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์นั้น

กฎข้อที่ 3 แรงกิริยา (Action Force) และแรงปฏิกิริยา (Reaction Force) ระหว่างวัตถุสองชิ้นมีขนาดเท่ากัน มีทิศทางตรงกันข้ามและอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน

กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน เป็นกฎที่กล่าวถึงการสมดุลของแรง ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญมากในวิชากลศาสตร์ภาคสถิตยศาสตร์ (Statics) กฎข้อนี้เป็นกฎที่เกี่ยวข้องกับกฎข้อที่สอง เนื่องจากวัตถุจะไม่มี ความเร่ง ถ้าแรงที่กระทำมีค่าเป็นศูนย์ ณ คำนวณวัตถุอาจหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

กฎข้อที่สาม เป็นกฎพื้นฐานในการทำ ความเข้าใจเกี่ยวกับแรง กฎข้อนี้ยืนยันว่า แรงจะเกิดขึ้นเป็นคู่ ๆ มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม เช่น สมุดวางอยู่บนโต๊ะ ดังนั้น แรงกดของสมุดต่อโต๊ะจะเท่ากับแรงดันที่พื้นโต๊ะกระทำต่อสมุด กฎข้อนี้เป็นจริงสำหรับแรงทุกชนิดไม่ว่าแรงนั้นจะเป็นชนิดมีค่าคงที่หรือมีค่าเปลี่ยนแปลงและไม่ขึ้นกับจุดกำเนิด และเกิดขึ้นทันทีทันใดในช่วงเวลาที่มีการกระทำของแรง ในการวิเคราะห์วัตถุที่อยู่ภายใต้ อำนาจของแรง จะต้องแยกให้ชัดเจนว่าจะพิจารณาแรงคู่ใด สิ่งที่ต้องทำประการแรก คือ ต้องแยกชิ้นส่วนของวัตถุออกจากกัน แล้วพิจารณาว่าชิ้นส่วนมีลักษณะการกระทำของแรงเป็นอย่างไร เป็นการพิจารณาแรงที่ชิ้นส่วนนั้น ถูกกระทำเพียงด้านเดียว

4. ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์

ปริมาณที่ต้องพบและทำความเข้าใจในวิชาสถิตยศาสตร์ มีอยู่ 2 ชนิด คือ ปริมาณสเกลาร์ (Scalar) และ ปริมาณเวกเตอร์ (Vector)

ปริมาณสเกลาร์ คือ ปริมาณที่เกี่ยวข้องเฉพาะขนาด ตัวอย่างของปริมาณชนิดนี้ ได้แก่ ปริมาตร ความหนาแน่น มวล พื้นที่ แรงและระยะทาง

ปริมาณเวกเตอร์ คือ ปริมาณที่เกี่ยวข้องกันทั้งขนาดและทิศทาง ตัวอย่างของปริมาณชนิดนี้ ได้แก่ การกระจัด ความเร็ว ความเร่ง โมเมนต์และโมเมนต์ตัม

ในทางฟิสิกส์ ปริมาณเวกเตอร์อาจแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

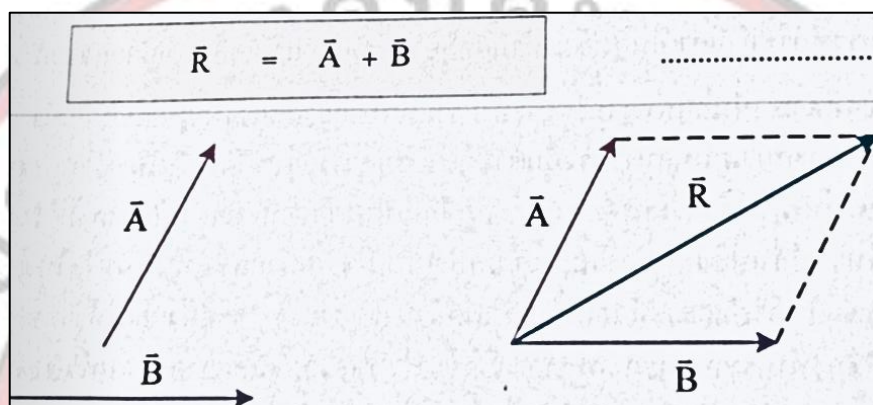
เวกเตอร์อิสระ (Free Vector) เป็นเวกเตอร์ที่ไม่บอกถึงแนวทางกระทำ คงบอกแต่เพียงขนาดและทิศทางเท่านั้น ลักษณะเวกเตอร์แบบนี้ ได้แก่ ความเร็วและความเร่ง

เวกเตอร์เลื่อน (Sliding Vector) เป็นเวกเตอร์ที่มีแนวแน่นอนตามแนวเส้นตรงหนึ่ง เช่น เวกเตอร์ของแรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุแข็งเกร็ง

เวกเตอร์คงที่ (Fixed Vector) เป็นเวกเตอร์ที่ถูกกำหนดทั้งขนาดและทิศทาง รวมทั้งตำแหน่งกระทำที่แน่นอน เช่น เวกเตอร์ของแรงที่กระทำกับวัตถุแปรรูป ทั้งนี้ถ้าเวกเตอร์เปลี่ยนตำแหน่งจะมีผลต่อการแปรรูปของวัตถุ ดังนั้นจึงต้องกำหนดตำแหน่งของเวกเตอร์ให้คงที่แน่นอน

การเขียนสัญลักษณ์แทนเวกเตอร์

จะใช้เครื่องหมายที่มีหัวลูกศรข้างบน เช่น การบวกและการลบเวกเตอร์ ใช้กฎสี่เหลี่ยมด้านขนาน เช่น เวกเตอร์ A และ B เป็น เวกเตอร์อิสระใด ๆ สามารถรวมเวกเตอร์ทั้งสองได้ตามรูปที่ 1.1 ผลบวกของเวกเตอร์ทั้งสองจะได้ผลลัพธ์เป็นเวกเตอร์ R ซึ่งเป็นเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีเวกเตอร์ A และ B เป็นด้านทั้งสอง อาจเขียนสมการของการบวกเวกเตอร์ได้ดังนี้



รูปที่ 1.1 การรวมเวกเตอร์

5. ระบบหน่วย

ระบบหน่วย หน่วยวัดในระบบ SI unit เป็นหน่วยวัดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก โดยมีการประชุมใหญ่ของนักวิทยาศาสตร์นานาชาติในหน่วยมาตรฐานสากลระหว่างชาติ ครั้งที่ 11 ปี พ.ศ. 2503 ที่ประเทศฝรั่งเศสได้กำหนดระบบหน่วยวัดใหม่ เรียกว่า ระบบ SI – unit (System International of units)

หน่วย SI ประกอบด้วย หน่วยมูลฐาน หน่วยอนุพันธ์ หน่วยเสริม และคำอุปสรรค

5.1 หน่วยมูลฐาน หน่วยมูลฐานเป็นหน่วยหลักเบื้องต้น มี 7 หน่วย คือ

ปริมาณ	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
1. ความยาว (Length)	เมตร (Meter)	M
2. มวล (Mass)	กิโลกรัม (Kilogram)	kg
3. เวลา (Time)	วินาที (Second)	s
4. กระแสไฟฟ้า (Electric Current)	แอมแปร์ (Ampere)	A
5. อุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamic Temperature)	เคลวิน (Kelvin)	K
6. ความเข้มแสง (Luminous Intensity)	แคนเดลา (Candela)	cd
7. ปริมาณสาร (Amount of Substance)	โมล (Mole)	mol

5.2 หน่วยอนุพันธ์ หน่วยอนุพันธ์เป็นหน่วยผสมโดยเอาหน่วยมูลฐานหลายๆ หน่วยมาใช้ร่วมกันต่อไปนี้เป็นชื่อและสัญลักษณ์ของหน่วยอนุพันธ์

ปริมาณ	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
1. พื้นที่	ตารางเมตร	m^2
2. ปริมาตร	ลูกบาศก์เมตร	m^3
3. ความหนาแน่น	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	kg/m^3
4. อัตราเร็ว, ความเร็ว	เมตรต่อวินาที	m/s
5. แรง	นิวตัน	$N = kg.m/s^2$
6. ความดัน, ความเค้น	ปาสคาล	$Pa = N/m^2$
7. งาน, พลังงาน, ปริมาณความร้อน	จูล	$J = N.m$
8. กำลัง	วัตต์	$W = J/s$
9. เอนโทรปี	จูลต่อกิโลกรัม-เคลวิน	$J/kg.K$
10. ความจุความร้อนจำเพาะ	จูลต่อกิโลกรัม-เคลวิน	$J/kg.K$

5.3 หน่วยเสริม

เคลวิน คือ หน่วยของอุณหภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{273.16}$ ของอุณหภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ของจุดไตรภาคของน้ำ

นิวตัน คือ หน่วยของแรง แรง 1 นิวตัน คือ แรงที่กระทำต่อมวล 1 กิโลกรัม แล้วเกิดความเร่ง 1 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

จูล คือ หน่วยของงาน พลังงาน และปริมาณความร้อน งาน 1 จูล คือ งานที่ทำเมื่อจุดกระทำของแรง 1 นิวตันเคลื่อนที่ไป 1 เมตร ในทิศของแรง

วัตต์ คือ หน่วยของกำลัง 1 วัตต์ คือ งานที่ได้ในอัตรา 1 จูลต่อวินาที

5.4 คำอุปสรรคของหน่วย

คำอุปสรรค เป็นคำที่ใช้แทนตัวคูณเพิ่มและตัวคูณลด เพื่อให้หน่วยมีขนาดใหญ่ขึ้น หรือเล็กลงให้พอเหมาะกับการนำไปใช้ โดยนำเอาคำอุปสรรคประไว้ข้างหน้าหน่วยนั้นๆ คำอุปสรรคเป็นที่ใช้เป็นคำฝรั่งเศสทั้งสิ้น ซึ่ง ได้แก่ คำอุปสรรคดังนี้

ตัวคูณ	คำอุปสรรค	สัญลักษณ์
10^{18}	เอกซะ	E
10^{15}	เพตะ	P
10^{12}	เทอร่า	T
10^9	จิกะ	G
10^6	เมกะ	M
10^3	กิโล	K
10^2	เฮกโต	H
10	เดกะ	da
10^{-1}	เดซิ	d
10^{-2}	เซนติ	c
10^{-3}	มิลลิ	m
10^{-6}	ไมโคร	μ
10^{-9}	นาโน	n
10^{-12}	พิโก	p
10^{-15}	เฟมโต	f

5.5 หน่วยอื่นที่ยอมให้ใช้ร่วมกับหน่วย SI

มีหน่วยอื่นที่ไม่ใช่หน่วย SI แต่ยอมให้ใช้กับหน่วย SI ดังตารางข้างล่างนี้

หน่วย	สัญลักษณ์	ค่าในหน่วย SI
1. ตัน	T	1t = 10^3 kg
2. ลิตร	L	1L = 10^{-3} m ³
3. บาร์	bar	1 bar = 10^5 N/m ²
4. บรรยากาศ	atm	1 atm = 1.01325×10^5 Pa
5. องศาเซลเซียส	°C	0 °C = 273.15 K
6. กิโลวัตต์ชั่วโมง	KWh	1 KWh = 3.6×10^6 J

5.6 อักษรกรีก

อักษรที่ใช้เป็นสัญลักษณ์แทนค่าจำกัดความต่างๆ ในงานทางเทคนิค จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับตัวอักษรกรีก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

α	β	γ	δ	ϵ	ζ	η	θ	κ	λ
ALPHA	BETA	GAMMA	DELTA	EPSILON	ZETA	ETA	THETA	KAPPA	LAMBDA
ρ	σ	τ	υ	ϕ	χ	μ	ν	π	ω
PHO	SIGMA	TAU	UPPSILON	PHI	CHI	MU	NU	PI	OMEGA

สรุปเนื้อหา

1. กลศาสตร์ เป็นสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์กายภาพที่เก่าแก่ที่สุดตามที่มีการบันทึกในประวัติศาสตร์ เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการหยุดนิ่ง หรือการเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้การกระทำของแรงต่าง ๆ
2. นิยามข้อกำหนดและแนวความคิดต่าง ๆ คือ พื้นฐานของการศึกษาวิชากลศาสตร์ ที่ควรทำความเข้าใจ
3. เซอร์ไอแซก นิวตัน ได้ทำการทดลองและเป็นผู้กำหนดกฎเกณฑ์เบื้องต้น สำหรับการเคลื่อนที่ของอนุภาค เรียกว่า กฎของนิวตัน (Newton's Law) โดยมีด้วยกัน 3 ข้อ
4. ปริมาณที่ต้องพบและทำความเข้าใจในวิชาสถิตยศาสตร์ มีอยู่ 2 ชนิด คือ ปริมาณสเกลาร์ (Scalar) และ ปริมาณเวกเตอร์ (Vector)
5. ระบบหน่วย หน่วยวัดในระบบ SI unit เป็นหน่วยวัดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก โดยมีการประชุม ใหญ่ของนักวิทยาศาสตร์นานาชาติในหน่วยมาตรฐานสากลระหว่างชาติ ครั้งที่ 11 ปี พ.ศ. 2503 ที่ประเทศฝรั่งเศสได้กำหนดระบบหน่วยวัดใหม่ เรียกว่า ระบบ SI – unit (System International of units)

- ด้านทักษะ (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2-4)

ใบงานที่ 1 เรื่อง หลักสถิติศาสตร์พื้นฐานเบื้องต้นและหน่วย SI

- ด้านคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

1. เพื่อให้เห็นคุณค่าของการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ไขโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ต่อยอดในรายวิชาและการศึกษาในระดับสูงต่อไปได้อย่างถูกต้อง



กิจกรรมการเรียนรู้หรือการสอนหรือการเรียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที) 1. ผู้สอนจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน ใบงาน พร้อมกับแนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง หลักสถิติศาสตร์ 2. ผู้สอนทำการเช็คชื่อ แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 1 และขอให้ผู้เรียนร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนการสอน 3. ผู้สอนทำการสอบถามผู้เรียนก่อนเข้าสู่เนื้อหา เรื่อง หลักสถิติศาสตร์ พร้อมให้คำอธิบายเพิ่มเติมจากสิ่งที่ผู้เรียนกล่าวมา 2. ชี้นำให้ความรู้ (240 นาที) 1. ผู้สอนเปิด PowerPoint หน่วยที่ 1 เรื่อง หลักสถิติศาสตร์ และทำการสอนโดยให้ผู้เรียนทำการจดบันทึกข้อมูลเนื้อหาต่างๆ ที่ได้รับฟังจากผู้สอน และสามารถสอบถามข้อมูล ข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลหลักสถิติศาสตร์ตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint ในการนำไปใช้ในการคำนวณตามโจทย์ปัญหา 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (80 นาที) 1. ผู้สอนนำผู้เรียนมาลงมือคำนวณตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint พร้อมแจกใบงานที่ 1 หลักสถิติศาสตร์พื้นฐานเบื้องต้นและหน่วย SI 2. ผู้สอนให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต	1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที) 1. ผู้เรียนเตรียมอุปกรณ์การเรียน และฟังครูผู้สอน แนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง หลักสถิติศาสตร์ 2. ผู้เรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 1 และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม 3. ผู้เรียนอธิบายหลักสถิติศาสตร์ตามที่เข้าใจและได้เรียนรู้ พร้อมให้เหตุผลประกอบ 2. ชี้นำให้ความรู้ (240 นาที) 1. ผู้เรียนทำการศึกษาตาม PowerPoint หน่วยที่ 1 เรื่อง หลักสถิติศาสตร์ และให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถสอบถามข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลหลักสถิติศาสตร์ตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (80 นาที) 1. ผู้เรียนทำใบงานที่ 1 หลักสถิติศาสตร์พื้นฐานเบื้องต้นและหน่วย SI 2. ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้หรือการสอนหรือการเรียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
4. ขั้นสรุปและประเมินผล (20 นาที) 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียน ให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้สอนทำการมอบหมายแบบฝึกหัดให้กับผู้เรียน 3. ผู้สอนทำการตรวจใบงานที่ 1 หลักสถิติศาสตร์พื้นฐานเบื้องต้นและหน่วย SI พร้อมกับบันทึกผลคะแนน 4. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรลุลจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4) (รวม 360 นาที หรือ 6 คาบเรียน)	4. ขั้นสรุปและประเมินผล (20 นาที) 1. ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้เรียนนำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายไปทำที่บ้านของตัวผู้เรียน แล้วนำเสนอในคาบเรียนอาทิตย์หน้า 3. ผู้เรียนนำคะแนนจากการทำใบงานที่ 1 ประเมินเพื่อดูความก้าวหน้าของตนเอง 4. ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรลุลจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4)

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมการวัดผลและประเมินผล

ก่อนเรียน

1. จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนหน่วยที่ 1
2. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยที่ 1 และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในหน่วยที่ 1

ขณะเรียน

1. ทำใบงานที่ 1 เรื่อง หลักสถิติศาสตร์พื้นฐานเบื้องต้นและหน่วย SI

หลังเรียน

1. สรุปเนื้อหา เรื่อง หลักสถิติศาสตร์ หลังจากที่ได้ทำการสอนเสร็จสิ้นแล้ว
2. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง หลักสถิติศาสตร์พื้นฐานเบื้องต้นและหน่วย SI
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

สื่อสิ่งพิมพ์

1. เอกสารประกอบการสอนวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1-4)
2. ใบงานที่ 1 เรื่อง หลักสถิตยศาสตร์พื้นฐานเบื้องต้นและหน่วย SI
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านทักษะ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 2-4)

สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
2. PowerPoint เรื่อง หลักสถิตยศาสตร์

สื่อของจริง



แหล่งการเรียนรู้

ในสถานศึกษา

1. ห้องสมุด วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
2. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ศึกษาหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

นอกสถานศึกษา

1. สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้เครื่องมือสื่อสารเฉพาะบุคคล
2. ห้องสมุดสาธารณะในจังหวัดสมุทรสงคราม

การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

1. บูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ช่วงย่นต์
2. บูรณาการกับวิชากลศาสตร์เครื่องกล



การประเมินผลการเรียนรู้

- หลักการประเมินผลการเรียนรู้

ก่อนเรียน

1. ความรู้ก่อนเบื้องต้นก่อนการเรียนการสอน

ขณะเรียน

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง หลักสถิติศาสตร์พื้นฐานเบื้องต้นและหน่วย SI

หลังเรียน

1. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
2. ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ผลสำเร็จของผู้เรียน

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง หลักสถิติศาสตร์พื้นฐานเบื้องต้นและหน่วย SI
2. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สมรรถนะที่พึงประสงค์

ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับหลักสถิติศาสตร์

1. สร้างนิสัยในการคิด วิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับหลักสถิติศาสตร์พื้นฐานเบื้องต้น และหน่วย SI ก่อนการนำไปใช้งานในการคำนวณเรื่องอื่นๆ
2. สามารถประยุกต์ในการคำนวณได้อย่างถูกต้อง
3. การประยุกต์ความรู้สู่งานอาชีพในอนาคต

สมรรถนะการปฏิบัติงานอาชีพ

1. นำหลักสถิติศาสตร์พื้นฐานเบื้องต้นและหน่วย SI ไปใช้ในรายวิชาและในชีวิตประจำวันได้เบื้องต้น

สมรรถนะการขยายผล

ความสอดคล้อง

จากการเรียนเรื่อง หลักสถิติศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มเกี่ยวกับวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณเบื้องต้นที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยจุดมุ่งหมายสำคัญในการศึกษาวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม ก็เพื่อให้เรียน นักศึกษาสาขาวิชาช่างยนต์ มีความรู้ ความสามารถ และมีความเข้าใจในเรื่อง หลักสถิติศาสตร์ เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

รายละเอียดการประเมินผลการเรียนรู้

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1 อธิบายเกี่ยวกับบทนำ มโนทัศน์เบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง
 1. วิธีการประเมิน : สัมภาษณ์
 2. เครื่องมือ : เนื้อหาในรายวิชา
 3. เกณฑ์การให้คะแนน : อธิบายเกี่ยวกับบทนำ มโนทัศน์เบื้องต้นได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 2 อธิบายและนำกฎของนิวตันไปใช้ได้อย่างถูกต้อง
 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 2. เครื่องมือ : แบบฝึกหัด
 3. เกณฑ์การให้คะแนน : อธิบายกฎของนิวตันและสามารถเขียนกฎของนิวตันได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 3 เขียนสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเวกเตอร์ที่กำหนดให้ เพื่อใช้ในแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 2. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 3. เกณฑ์การให้คะแนน : เขียนสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเวกเตอร์ เพื่อใช้ในแก้โจทย์ปัญหาได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 4 บอกและคำนวณระบบหน่วยต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง
 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 2. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 3. เกณฑ์การให้คะแนน : บอกและคำนวณระบบหน่วยต่างๆ ได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน



แผนการสอน/แผนการเรียนรู้ภาคทฤษฎี

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม	สอนสัปดาห์ที่ 2 - 3
	ชื่อหน่วย ระบบแรง	คาบรวม 9
ชื่อเรื่อง ระบบแรง		จำนวนคาบ 6
หัวข้อเรื่อง ด้านความรู้ 1. ความหมายและชนิดของแรง 2. ระบบแรงสองมิติ 3. ระบบแรงสามมิติ 4. โมเมนต์และโมเมนต์ของแรงคู่ควบ ด้านทักษะ 1. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ 2. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณหาการแตกแรงแบบสองมิติและสามมิติได้ ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง 1. ความรับผิดชอบ ความประหยัด ความขยัน ความอดทน การแบ่งปัน 2. ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบรู้ รอบคอบ สาระสำคัญ แรง (Force) หมายถึง สิ่งที่เกิดกระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของวัตถุ เช่น เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ เปลี่ยนขนาดของอัตราเร็ว หรือเปลี่ยนขนาด รูปร่างของวัตถุ แรง มีหน่วย เป็น นิวตัน (N) (เป็นการให้เกียรติแด่ เซอร์ไอแซค นิวตัน ผู้ค้นพบแรงโน้มถ่วงของโลก) แรง เป็นปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งมีขนาดและทิศทาง สมรรถนะอาชีพประจำหน่วย ความสำคัญของการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบแรง สูตรการคำนวณที่ใช้ในการหาค่าในการแตกแรง หากแรง ที่กระทำไม่ได้อยู่ในแนวแกนอ้างอิง และหาผลลัพธ์ของแรงลัพธ์ตามที่ต้องการ		

จุดประสงค์การสอน/การเรียนรู้

- จุดประสงค์ทั่วไป / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายระบบแรง รวมถึงสามารถแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ระบบแรงได้
5. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ โดยมีเหตุผลตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ 3D (คุณธรรม และจริยธรรม)

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

6. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความหมายและชนิดของแรงได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้)
7. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่าระบบแรงสองมิติได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
8. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่าระบบแรงสามมิติได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
9. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ (ด้านคุณธรรม และจริยธรรม)



เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

- **ด้านความรู้ (ทฤษฎี)**

1. ความหมายและชนิดของแรง

แรง (Force) คือ การกระทำของวัตถุหนึ่งต่ออีковัตถุหนึ่ง แล้วมีผลทำให้วัตถุที่ถูกกระทำนั้นเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงที่กระทำ แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ จึงต้องมีขนาดและทิศทาง

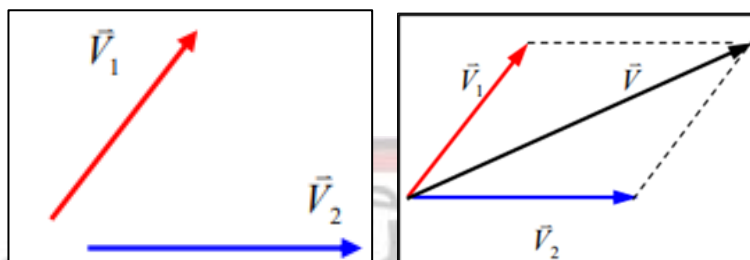
ชนิดของแรง

1. **แรงย่อย** คือ แรงที่เป็นส่วนประกอบของแรงลัพธ์
2. **แรงลัพธ์** คือ แรงรวมซึ่งเป็นผลรวมของแรงย่อย ซึ่งจะต้องเป็นการรวมกันแบบปริมาณเวกเตอร์
3. **แรงขนาน** คือ แรงที่มีทิศทางขนานกัน ซึ่งอาจกระทำที่จุดเดียวกันหรือต่างจุดกันก็ได้ มีอยู่ 2 ชนิด 3.1 แรงขนานพวกเดียวกัน หมายถึง แรงขนานที่มีทิศทางไปทางเดียวกัน 3.2 แรงขนานต่างพวกกัน หมายถึง แรงขนานที่มีทิศทางตรงข้ามกัน
4. **แรงหมุน** คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่โดยหมุนรอบจุดหมุน ผลของการหมุนของเรียกว่า โมเมนต์ เช่น การปิด-เปิด ประตูหน้าต่าง
5. **แรงคู่ควบ** คือ แรงขนานต่างพวกกันคู่หนึ่งที่มีขนาดเท่ากัน แรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์ และวัตถุที่ถูกแรงคู่ควบกระทำ 1 คู่กระทำ จะไม่อยู่นิ่งแต่จะเกิดแรงหมุน
6. **แรงดึง** คือ แรงที่เกิดจากการเกร็งตัวเพื่อต่อต้านแรงกระทำของวัตถุ เป็นแรงที่เกิดในวัตถุที่ลักษณะยาวๆ เช่น เส้นเชือก เส้นลวด
7. **แรงสู่ศูนย์กลาง** คือ แรงที่มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลมหรือทรงกลมอันหนึ่งๆ เสมอ
8. **แรงต้าน** คือ แรงที่มีทิศทางต่อต้านการเคลื่อนที่หรือทิศทางตรงข้ามกับแรงที่พยายามจะทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ เช่น แรงต้านของอากาศ แรงเสียดทาน
9. **แรงโน้มถ่วงของโลก** คือ แรงดึงดูดที่มวลของโลกกระทำกับมวลของวัตถุ เพื่อดึงดูดวัตถุนั้นเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก

2. ระบบแรงสองมิติ

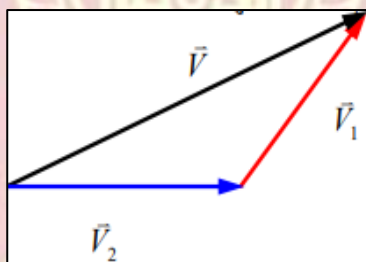
การรวมแรง คือ การนำเอาแรงที่มีตั้งแต่สองแรงขึ้นไปกระทำที่วัตถุอันเดียวกันมารวมกัน แรงนี้ที่ได้เรียกว่า แรงลัพธ์

1. **การบวกเวกเตอร์โดยใช้กฎสี่เหลี่ยมด้านขนาน (Parallelogram law)** ซึ่งสามารถทำได้ โดยการนำหางของเวกเตอร์ทั้งสองมาต่อกันตามทิศทางที่กำหนด เช่น เวกเตอร์ $\vec{v}_1$ และ $\vec{v}_2$ จากรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นเวกเตอร์อิสระใด ๆ สามารถรวมกันได้ เวกเตอร์รวม



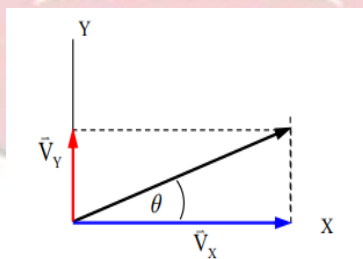
รูปที่ 2.1 แสดงการรวมเวกเตอร์ $\vec{v}_1$ และ $\vec{v}_2$ โดยใช้กฎสี่เหลี่ยมด้านขนาน

2. การบวกเวกเตอร์โดยใช้กฎสามเหลี่ยม (Triangle law) สามารถทำได้โดยการต่อเวกเตอร์หรือการเอาหางเวกเตอร์ตัวที่ 2 ต่อกับหัวเวกเตอร์ตัวที่ 1 จะได้เวกเตอร์ผลลัพธ์ที่มีขนาดและทิศทางเท่ากับเส้นที่ลากมาปิดเวกเตอร์ทั้งสอง จากรูป 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงการรวมเวกเตอร์ $\vec{v}_1$ และ $\vec{v}_2$ โดยใช้กฎสามเหลี่ยม

ถ้าเวกเตอร์ทั้งสองทำมุมฉากต่อกันและมีทิศทางตามแนวแกน X และ Y



และ

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V_Y}{V_X}$$

รูปที่ 2.3 แสดงเวกเตอร์ทั้งสองทำมุมฉากต่อกันและมีทิศทางตามแนวแกน X และ Y

ถ้า $\vec{v}_1$ และ $\vec{v}_2$ เป็นเวกเตอร์หนึ่งหน่วย (Unit vector) ในแนวแกน x และ แกน y ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \text{จะได้ว่า} \quad & \vec{V}_x = \vec{i} V_x \\ & \vec{V}_y = \vec{j} V_y \\ \text{ดังนั้น} \quad & \vec{V} = \vec{i} V_x + \vec{j} V_y \end{aligned}$$

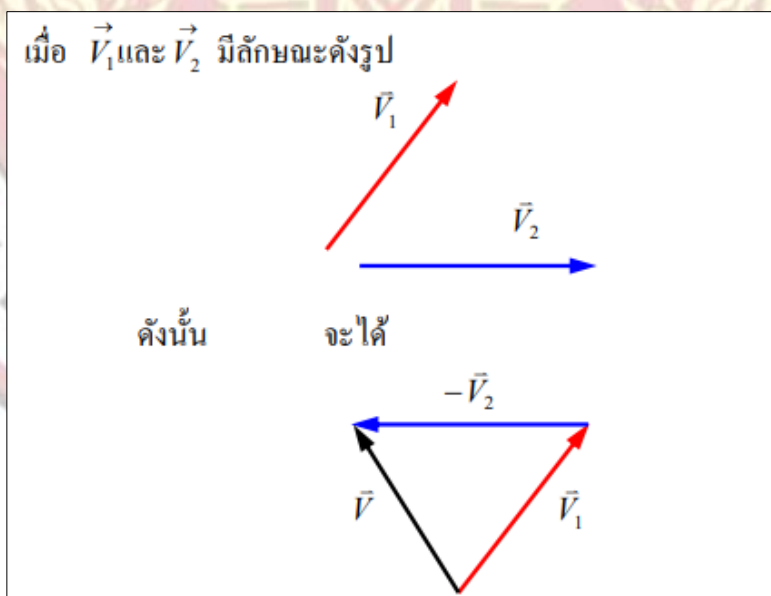
ขนาดของเวกเตอร์รวมหาได้จาก

$$\begin{aligned} V^2 &= V_x^2 + V_y^2 \\ \text{หรือ} \quad V &= \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \end{aligned}$$

เมื่อ V คือ ขนาดของเวกเตอร์รวม
 V_x คือ ขนาดของเวกเตอร์ตามแนวแกน X
 V_y คือ ขนาดของเวกเตอร์ตามแนวแกน Y

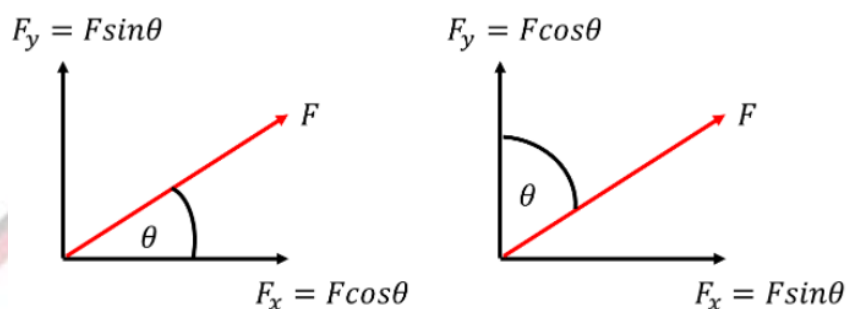
การลบเวกเตอร์

การลบเวกเตอร์ จะทำได้โดยการใช้กฎสามเหลี่ยม ซึ่งก็คือ การนำเอาหางต่อหัวและการใช้กฎสี่เหลี่ยมด้านขนาน (หางต่อหาง) เหมือนกันกับการบวกเวกเตอร์แต่ทิศทางของ $\vec{v}_2$ จะตรงกันข้าม ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.4 แสดงการลบเวกเตอร์ จะทำได้โดยการใช้กฎสามเหลี่ยม

การแตกแรง คือ การที่แรงมีทิศทางที่ไม่เป็นแนวตรง (คือ เอียง) ให้เป็นเส้นตรงตามแนวแกน x แกน y ซึ่งแน่นอน ถ้ามันเอียงมันก็ต้องมีมุม

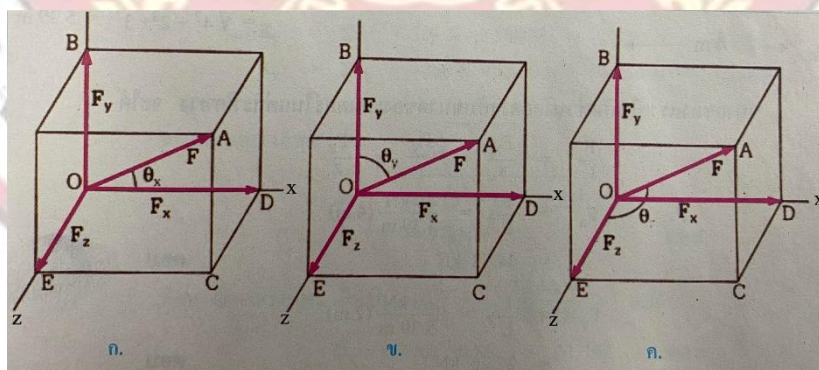


รูปที่ 2.5 แสดงการแตกแรง (รูปที่ 1 ซ้าย รูปที่ 2 ขวา)

หลักการแตกแรงก็ง่ายๆ เลย คือ “ใกล้มุมเป็น cos ใกล้มุมเป็น sin” มาสังเกตจากรูปกันเลย รูป 1 มุมอยู่ใกล้กับเส้นแกน x (แนวนอน) จึงแตกมุมแกน x เป็น cos และเส้นแกน y (แนวตั้ง) ไม่อยู่ติดมุมจึงแตกมุมเป็น sin รูปที่ 2 มุมอยู่ติดแกน y แตกแรงเป็น cos และแกน x ไม่อยู่ใกล้มุมจึงแตกแรง sin

3. ระบบแรงสามมิติ

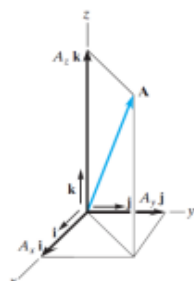
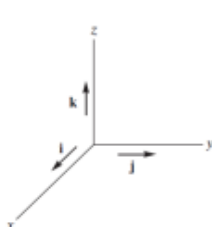
ระบบแรงสามมิติ (Tri-Dimensions Force or Force in Space) คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุใด ๆ โดยไม่ได้อยู่ในระนาบของแนวแกน x y และ z จึงมีความจำเป็นที่จะแตกแรงในสามแกนที่ตั้งฉากกันและกัน คือ แกน x y และ z ในระบบพิกัดฉากดังรูป



รูปที่ 2.6 แสดงระบบแรงสามมิติ

ระบบพิกัด x-y-z (Cartesian Coordinate)

การตั้งแกนให้ยึดกฎมือขวาเป็นหลัก $\mathbf{x} \times \mathbf{y} = \mathbf{z}$ ($\mathbf{x}$ ครอส $\mathbf{y}$ เท่ากับ $\mathbf{z}$)



Cartesian vector

$$\mathbf{A} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k}$$

Magnitude of Cartesian vector

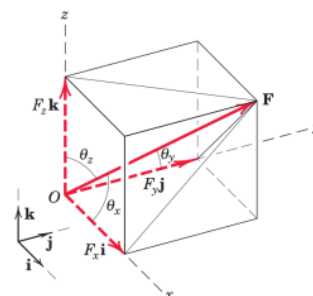
$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

แรง 3 มิติ

- แนะนำให้ใช้ระบบพิกัด $\mathbf{x-y-z}$ เมื่อเจอปัญหาในรูปแบบ 3 มิติ
- หากรู้มุม $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ สามารถคำนวณ $F_x = F \cos \theta_x, F_y = F \cos \theta_y, F_z = F \cos \theta_z$
- $F = |\vec{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$ (magnitude)
- $\vec{F} = F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j} + F_z \mathbf{k}$ (Cartesian vector)
- $\cos \theta_x = \frac{F_x}{F}, \cos \theta_y = \frac{F_y}{F}, \cos \theta_z = \frac{F_z}{F}$ (direction)

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

(ใช้กรณีนี้ รู้มุมแค่ 2 มุม)



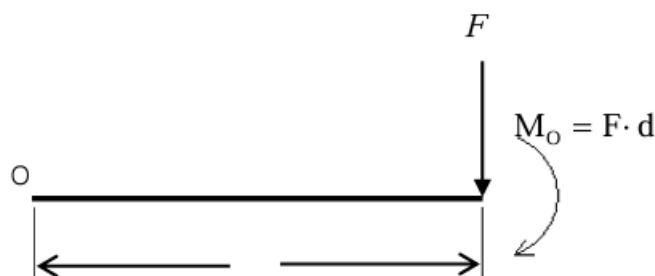
(Merium & Kraige)

4. โมเมนต์และโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

โมเมนต์ของแรง หมายถึง ค่าของผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางจากจุดหมุนจนถึงแนวแรงในแนวตั้งฉาก โดยที่ระยะทางจากจุดหมุนถึงแนวแรง เรียกว่า แขนของโมเมนต์ (Moment Arm) หรืออาจจะเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า โมเมนต์ของแรง คือ ความพยายามหรือแนวโน้มของแรง ที่จะหมุนวัตถุรอบจุดใดจุดหนึ่ง หรือแกนใดแกนหนึ่ง

$$M_o = F \cdot D$$

เมื่อ M_o = โมเมนต์ของแรงรอบจุด O (N·m)
 F = แรง (N)
 D = แขนของโมเมนต์ (m)



รูปที่ 2.7 แสดงการหาโมเมนต์

โมเมนต์ของแรงสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการเดินทางรอบจุดหมุน ดังต่อไปนี้

4.1 โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา (Clock Wise Moment) คือ โมเมนต์ที่เกิดจากแรงซึ่งเดินทางรอบจุดหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา คูณกับระยะทางจากจุดหมุนถึงแนวแรง โดยสามารถสมมติ เครื่องหมายบวก (+) หรือลบ (-) ได้ตามความเหมาะสม และต้องสอดคล้องกับโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาด้วย

4.2 โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา (Anti – Clock Wise Moment) คือ โมเมนต์ที่เกิดจากแรง ซึ่งเดินทางรอบจุดหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา คูณกับระยะทางจากจุดหมุนจนถึงแนวแรงโดย สามารถสมมติ เครื่องหมายบวก (+) หรือลบ (-) ได้ตามความเหมาะสม และต้องสอดคล้องกับโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาด้วยเช่นกัน

สรุปเนื้อหา

1. ความหมายและชนิดของแรง แรง (Force) คือ การกระทำของวัตถุหนึ่งต่ออีกวัตถุหนึ่ง แล้วมีผลทำให้วัตถุที่ถูกกระทำนั้นเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงที่กระทำ แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ จึงต้องมีขนาดและทิศทาง
2. ระบบแรงสองมิติ การรวมแรง คือ การนำเอาแรงที่มีตั้งแต่สองแรงขึ้นไปกระทำที่วัตถุอันเดียวกันมารวมกัน แรงนี้ได้เรียกว่า แรงลัพธ์ การลบเวกเตอร์ การลบเวกเตอร์ จะทำได้โดยการใช้กฎสามเหลี่ยม การแตกแรง การแตกแรง คือ การที่แรงมีทิศทางที่ไม่เป็นแนวตรง (คือ เอียง) ให้เป็นเส้นตรงตามแนวแกน x แกน y
3. ระบบแรงสามมิติ (Tri-Dimensions Force or Force in Space) คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุใด ๆ โดยไม่ได้อยู่ในระนาบของแนวแกน x y และ z จึงมีความจำเป็นที่จะแตกแรงในสามแกนที่ตั้งฉากกันและกัน

- ด้านทักษะ (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2-3)

ใบงานที่ 2 เรื่อง ระบบแรง

- ด้านคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

1. เพื่อให้เห็นคุณค่าของการใช้หน่วยต่างๆ และวิธีการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบแรง และสามารถนำไปใช้ต่อยอดในรายวิชาและการศึกษาในระดับสูงต่อไปได้อย่างถูกต้อง



กิจกรรมการเรียนรู้หรือการสอนหรือการเรียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (30 นาที) 1. ผู้สอนจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน ใบงาน พร้อมกับแนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง ระบบแรง 2. ผู้สอนทำการเช็คชื่อ แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 2 และขอให้ผู้เรียนร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนการสอน 3. ผู้สอนทำการสอบถามผู้เรียนก่อนเข้าสู่เนื้อหา เรื่อง ระบบแรง พร้อมให้คำอธิบายเพิ่มเติมจากสิ่งที่ผู้เรียนกล่าวมา 2. ชี้นำให้ความรู้ (360 นาที) 1. ผู้สอนเปิด PowerPoint หน่วยที่ 2 เรื่อง ระบบแรง และทำการสอนโดยให้ผู้เรียนทำการจดบันทึกข้อมูลเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้รับฟังจากผู้สอน และสามารถสอบถามข้อมูล ข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลระบบแรงตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint ในการนำไปใช้ในการคำนวณตามโจทย์ปัญหา เรื่อง ระบบแรง 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (120 นาที) 1. ผู้สอนนำผู้เรียนมาลงมือคำนวณตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint พร้อมแจกใบงานที่ 2 เรื่อง ระบบแรง 2. ผู้สอนให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต	1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (30 นาที) 1. ผู้เรียนเตรียมอุปกรณ์การเรียน และฟังครูผู้สอน แนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง ระบบแรง 2. ผู้เรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 2 และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม 3. ผู้เรียนอธิบายระบบแรงตามที่เข้าใจ พร้อมให้เหตุผลประกอบ 2. ชี้นำให้ความรู้ (360 นาที) 1. ผู้เรียนทำการศึกษาตาม PowerPoint หน่วยที่ 2 เรื่อง ระบบแรง และให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถสอบถามข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลระบบแรงตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (120 นาที) 1. ผู้เรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง ระบบแรง 2. ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้หรือการเียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
4. ขั้นสรุปและประเมินผล (30 นาที) 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียน ให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้สอนทำการมอบหมายแบบฝึกหัดให้กับผู้เรียน 3. ผู้สอนทำการตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง ระบบแรง พร้อมกับบันทึกผลคะแนน 4. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-3) (รวม 540 นาที หรือ 9 คาบเรียน)	4. ขั้นสรุปและประเมินผล (30 นาที) 1. ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้เรียนนำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายไปทำที่บ้านของตัวผู้เรียน แล้วนำเสนอในคาบเรียนอาทิตย์หน้า 3. ผู้เรียนนำคะแนนจากการทำใบงานที่ 2 ประเมินเพื่อดูความก้าวหน้าของตนเอง 4. ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-3)

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมการวัดผลและประเมินผล

ก่อนเรียน

3. จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนหน่วยที่ 2
4. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยที่ 2 และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในหน่วยที่ 2

ขณะเรียน

2. ทำใบงานที่ 2 เรื่อง ระบบแรง

หลังเรียน

3. สรุปเนื้อหา เรื่อง ระบบแรง หลังจากที่ได้ทำการสอนเสร็จสิ้นแล้ว
4. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ใบงานที่ 2 เรื่อง ระบบแรง
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

สื่อสิ่งพิมพ์

3. เอกสารประกอบการสอนวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1-3)
4. ใบงานที่ 2 เรื่อง ระบบแรง
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านทักษะ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 2-3)

สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

3. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
4. PowerPoint เรื่อง ระบบแรง

สื่อของจริง



แหล่งการเรียนรู้

ในสถานศึกษา

1. ห้องสมุด วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
2. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ศึกษาหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

นอกสถานศึกษา

1. สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้เครื่องมือสื่อสารเฉพาะบุคคล
2. ห้องสมุดสาธารณะในจังหวัดสมุทรสงคราม

การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

3. บูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ช่วงชั้น
4. บูรณาการกับวิชาพลศึกษาเครื่องกล

การประเมินผลการเรียนรู้

- หลักการประเมินผลการเรียนรู้

ก่อนเรียน

2. ความรู้ก่อนเบื้องต้นก่อนการเรียนการสอน

ขณะเรียน

2. ใบงานที่ 2 เรื่อง ระบบแรง

หลังเรียน

3. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
4. ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ผลสำเร็จของผู้เรียน

3. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง ระบบแรง
4. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สมรรถนะที่พึงประสงค์

ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับระบบแรง

1. สร้างนิสัยในการคิด วิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับระบบแรง ก่อนการนำไปใช้งานในการคำนวณเรื่องอื่นๆ
2. สามารถประยุกต์ในการคำนวณได้อย่างถูกต้อง
3. การประยุกต์ความรู้สู่งานอาชีพในอนาคต

สมรรถนะการปฏิบัติงานอาชีพ

1. นำความรู้ สมการ สูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบแรง ไปใช้คำนวณในรายวิชาและในชีวิตประจำวันได้เบื้องต้น

สมรรถนะการขยายผล

ความสอดคล้อง

จากการเรียนเรื่อง ระบบแรง ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มเกี่ยวกับวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณเบื้องต้นที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยจุดมุ่งหมายสำคัญในการศึกษาวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม ก็เพื่อให้นักศึกษาสาขาวิชาช่างยนต์ มีความรู้ ความสามารถ และมีความเข้าใจในเรื่อง ระบบแรง เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

รายละเอียดการประเมินผลการเรียนรู้

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1 บอกความหมายและชนิดของแรงได้อย่างถูกต้อง
 - 4. วิธีการประเมิน : สัมภาษณ์
 - 5. เครื่องมือ : เนื้อหาในรายวิชา
 - 6. เกณฑ์การให้คะแนน : ความหมายและชนิดของแรงได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 2 คำนวณหาค่าระบบแรงสองมิติได้อย่างถูกต้อง
 - 4. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 - 5. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 - 6. เกณฑ์การให้คะแนน : คำนวณหาค่าระบบแรงสองมิติได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 3 คำนวณหาค่าระบบแรงสามมิติได้อย่างถูกต้อง
 - 4. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 - 5. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 - 6. เกณฑ์การให้คะแนน : คำนวณหาค่าระบบแรงสามมิติได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน



หน่วยเตรียมการสอนที่ 3

(สัปดาห์ที่ 4 - 5)

แผนการสอน/แผนการเรียนรู้ภาคทฤษฎี

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม	สอนสัปดาห์ที่ 4 - 5
	ชื่อหน่วย การสมดุล	คาบรวม 15
ชื่อเรื่อง การสมดุล		จำนวนคาบ 6
หัวข้อเรื่อง ด้านความรู้ 1. การสมดุลของอนุภาค 2. แผนภาพวัตถุอิสระ 3. การสมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง ด้านทักษะ 1. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเขียนวาดแผนภาพวัตถุอิสระ 2. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์แผนภาพวัตถุอิสระ 3. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณการสมดุลแรง และโมเมนต์ ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง 1. ความรับผิดชอบ ความประหยัด ความขยัน ความอดทน การแบ่งปัน 2. ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบรู้ รอบคอบ สาระสำคัญ สมดุลระบบ 2 มิติ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับการสมดุลของระบบ ซึ่งประกอบด้วยวัตถุชิ้นเดียว หรือหลายชิ้นรวมกัน จำเป็นต้องแยกวัตถุที่พิจารณาออกจากวัตถุชิ้นอื่นๆ แล้วนำมาเขียนผังอิสระของวัตถุ (Free Body Diagram (F.B.D.)) เงื่อนไขสมดุล ระบบ 2 มิติวัตถุจะอยู่ในสภาวะสมดุล ก็ต่อเมื่อแรงลัพธ์และโมเมนต์ลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุเป็นศูนย์ ซึ่งเขียนเป็นสมการสมดุลได้ดังนี้ $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$, $\sum M_o = 0$ สมรรถนะอาชีพประจำหน่วย ความสำคัญของการเรียนรู้เกี่ยวกับการสมดุล และการเขียนแผนภาพวัตถุอิสระ		

จุดประสงค์การสอน/การเรียนรู้

- จุดประสงค์ทั่วไป / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

6. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนวาดแผนภาพวัตถุดิบ รวมไปถึงการคิดวิเคราะห์แผนภาพวัตถุดิบเพื่อใช้ในการคำนวณการสมดุลในเรื่องของระบบแรง และโมเมนต์ได้
7. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ โดยมีเหตุผลตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ 3D (คุณธรรม และจริยธรรม)

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

10. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนวาดแผนภาพวัตถุดิบ (F.B.D.) ได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
11. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์แผนภาพวัตถุดิบได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
12. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณการสมดุลในเรื่องของระบบแรง และโมเมนต์ได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
13. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ (ด้านคุณธรรม และจริยธรรม)

เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (ทฤษฎี)

1. การสมดุลของอนุภาค

สภาวะสมดุลของอนุภาค ถือเป็นหลักการขั้นพื้นฐานของการนำเอาหลักการ การแตกแรง การรวมแรง โมเมนต์ของแรง และผลลัพธ์ของระบบแรงมาใช้ในการทำให้วัตถุหรืออนุภาคอยู่นิ่ง ดังนั้น เนื้อหาทั้งหมดของวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 1 ภาคสถิตยศาสตร์ (Static) จึงเป็นเรื่องของการศึกษาถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ขนาดและทิศทาง ตลอดจนลักษณะต่าง ๆ ของระบบแรงที่ทำให้เกิดการสมดุล เมื่อเข้าใจหลักการพื้นฐานดีแล้ว จึงนำไปประยุกต์ใช้ กับรายวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

สมการของการสมดุล

จากกฎข้อที่ 1 ของนิวตันกล่าวว่า อนุภาคยังคงหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงที่เป็นเส้นตรง นอกจากมีแรงที่ไม่สมดุลมากระทำ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า วัตถุอยู่ในสภาวะสมดุลเมื่อแรงที่มากระทำหักล้างกันพอดี

$$\Sigma F_x = 0 \text{ และ } \Sigma F_y = 0$$

และผลรวมของโมเมนต์ของแรงทั้งหมดเท่ากับศูนย์

$$\Sigma M_x = 0 \text{ และ } \Sigma M_y = 0$$

แผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram)

แผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram) คือ การแยกส่วนย่อยที่ต้องการออกมาจากระบบที่อยู่ในสภาวะสมดุล โดยแสดงทั้งแรงภายใน แรงภายนอกและโมเมนต์ทั้งหมดที่กระทำกับอนุภาคนั้น ในการแก้ปัญหา โจทย์ทางสมดุลจะต้องใช้แผนภาพวัตถุอิสระเสมอ เพราะเป็นแผนภาพที่แสดงให้เห็นว่า อนุภาคนั้น ๆ มีแรงและโมเมนต์อะไรบ้างมากระทำ แล้วจึงใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการแก้สมการสมดุลต่อไป การเขียนแผนภาพวัตถุอิสระมีขั้นตอน ดังนี้

1. พิจารณาเลือกจุดที่เหมาะสมและเป็นจุดที่ยังไม่ทราบค่าแรงที่มากระทำกับอนุภาคนั้นอย่างน้อย 1 แรง แต่ต้องไม่เกิน 2 แรงเท่านั้น
2. แยกส่วนของอนุภาคส่วนของวัตถุหรือส่วนของโครงสร้างนั้นออกจากระบบที่อยู่ในสภาวะสมดุล โดยเขียนเฉพาะส่วนของอนุภาคที่ต้องการวิเคราะห์
3. ใส่แรงและโมเมนต์ ที่กระทำต่ออนุภาคนั้นด้วยเวกเตอร์ที่แสดงทั้งขนาดและทิศทาง
4. ส่วนใดที่แยกออกจากจุดยึด (Support) เดิมจะต้องมีแรงปฏิกิริยาในทิศทางตามลักษณะจุดยึดนั้น เมื่อแทนค่าต่าง ๆ ในสมการสมดุล

การสมดุลของอนุภาคภายใต้สภาวะของแรงต่างๆ

1. การสมดุลของอนุภาค เมื่อมีแรงสองแรงมากระทำ เมื่ออนุภาคถูกกระทำด้วยแรงสองแรง อนุภาคจะอยู่ในสภาวะสมดุลได้ก็ต่อเมื่อแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน มีแนวแรงอยู่ในแนวเดียวกันและมีทิศทางตรงข้ามกัน ดังรูป

$$F_1 = 100\text{N} \leftarrow \bullet \rightarrow F_2 = 100\text{N}$$

รูปที่ 3.1 การสมดุลของอนุภาค เมื่อมีแรงสองแรงมากระทำ

การสมดุลของอนุภาค เมื่อมีแรงสามแรงมากระทำ

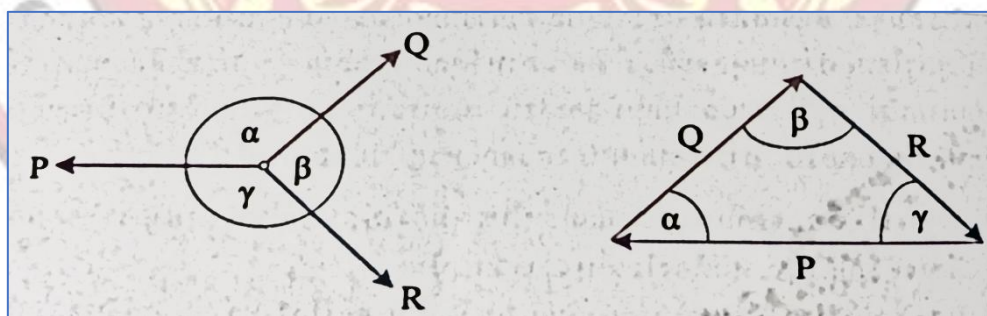
เมื่ออนุภาคถูกกระทำด้วยแรงสามแรง อนุภาคจะอยู่ในสภาวะสมดุลได้ ก็ต่อเมื่อแรงทั้งสามมีขนาดเท่ากัน และมีแนวแรงหรือทิศทางที่กระทำเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติปัญหากลศาสตร์เป็นปัญหา ที่เป็นจริงทางกายภาพ (Actual Physical) การวิเคราะห์ปัญหาตาม Space Diagram แล้วนำมาเขียน Free Body Diagram และใช้สมการการสมดุลแก้ปัญหาโจทย์ต่อไป

การวิเคราะห์ปัญหาการสมดุลแบบนี้ มี 3 วิธี คือ

1. ระบบแรง ได้กล่าวมาแล้วในหน่วยที่ 2
2. ทฤษฎีของลามี่
3. รูปสามเหลี่ยมแทนแรง ได้กล่าวมาแล้วในหน่วยที่ 2

2.1 ทฤษฎีของลามี่

ทฤษฎีของลามี่ (Lami's Theorem) กล่าวว่า เมื่อมีแรงสามแรงกระทำร่วมกันที่จุด ๆ หนึ่ง ซึ่งอยู่ในสภาวะสมดุล อัตราส่วนระหว่างแรงต่อ Sine ของมุมที่อยู่ตรงข้ามกับแรงย่อมเท่ากันทั้งสามคู่ ดังรูป



รูปที่ 1

รูปที่ 2

รูปที่ 3.2 ทฤษฎีของลามี่

จากรูปที่ 1 และ ที่ 2 การสมดุลของอนุภาคภายใต้แรงสามแรง จากรูปที่ 1 และ ที่ 2 สามารถนำแรงสามแรงเขียนเป็นรูปสามเหลี่ยมแทนแรง โดยการเอาหัวต่อหางแต่ละแรงต่อกัน และใช้กฎของ Sine จะได้สมการดังนี้

$$\frac{P}{\sin \beta} = \frac{Q}{\sin \gamma} = \frac{R}{\sin \alpha}$$

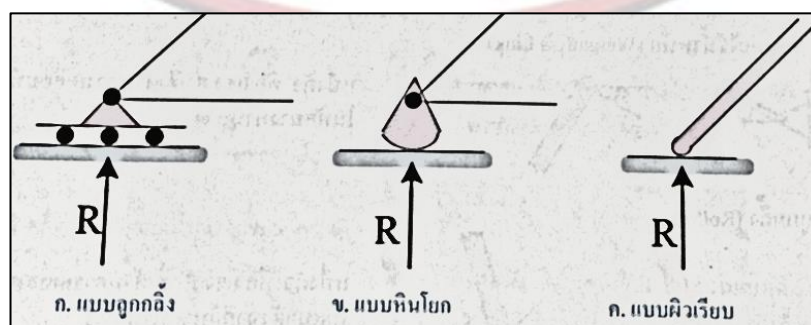
รูปที่ 3.3 กฎของ Sine

2. แผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram)

จากที่กล่าวมาในหัวข้อ การสมดุลของอนุภาค เป็นการเขียนแผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram) ของอนุภาค ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ เลือกจุดที่เหมาะสมที่สามารถแก้ปัญหของโจทย์ได้ แยกส่วนที่ต้องการนั้นออกมาจากระบบ ใส่ขนาดของแรงและทิศทางของแรงให้ถูกต้องตามหลักการสมดุล แต่ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการเขียนแผนภาพวัตถุอิสระของวัตถุแข็งเกร็ง (Rigid Body) ที่มีความสำคัญมากกว่าการสมดุลของอนุภาค เพราะว่าวัตถุแข็งเกร็งเป็นอุปกรณ์ชิ้นส่วน หรือโครงสร้างที่จะนำไปใช้งานจริง การเขียนแผนภาพวัตถุอิสระจึงเป็นจุดเริ่มต้นของการแก้ปัญหาโจทย์ทางสถิตยศาสตร์ ถ้าเริ่มต้นได้ถูกต้อง กระบวนการต่าง ๆ ของการสมดุลจะถูกเป็นขั้นเป็นตอนซึ่งจำเป็นจะต้องทำความเข้าใจในสิ่งต่อไปนี้ก่อน คือ

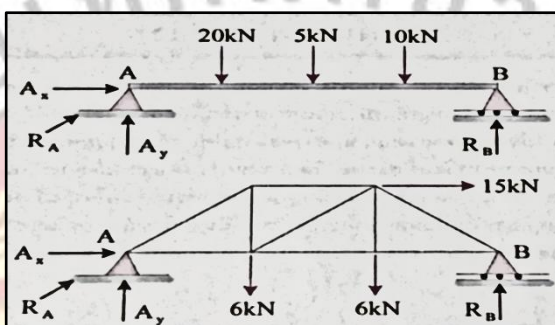
แรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ (Support Reaction)

ก่อนที่จะเขียนรูปแผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram) ของวัตถุแข็งเกร็ง (Rigid Body) จำเป็นต้องรู้ชนิดหรือรูปแบบของแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับแบบต่าง ๆ ซึ่งทำหน้าที่ต้านทานแรงที่กระทำต่อวัตถุแข็งเกร็งหรือโครงสร้างแบบต่าง ๆ ตามกฎข้อที่สามของนิวตันที่กล่าวว่า แรงกิริยา (Action Force) และแรงปฏิกิริยา (Reaction Force) มีขนาดเท่ากันและมีทิศทางตรงกันข้ามเสมอ ในที่นี้จะ ขอยกตัวอย่างและอธิบายถึงจุดรองรับแบบลูกกลิ้ง (Roller Support) แบบหินโยก (Rocker Support) และแบบผิวเรียบ (Smooth Surface Support) ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ดังรูป



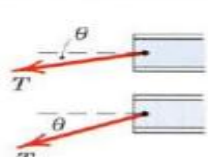
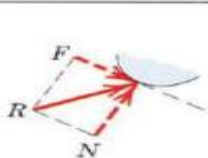
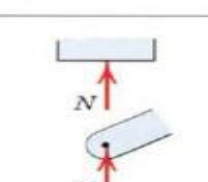
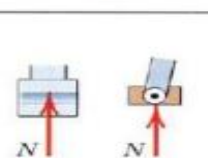
รูปที่ 3.4 Support Reaction

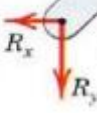
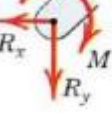
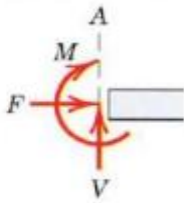
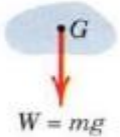
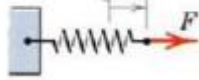
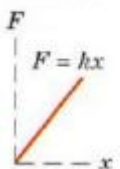
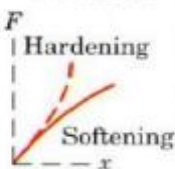
จุดรองรับแบบนี้ จะต้านทานการเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสของจุดยึด แต่จะยอมให้เคลื่อนที่ในแนวขนานกับผิวสัมผัส ฉะนั้นแรงปฏิกิริยา R ที่จุดรองรับจะมีแรงเดียว เพราะเป็นการรองรับแบบลูกกลิ้ง (Roller Support) หินโยก (Rocker Support) และผิวเรียบ (Smooth Surface Support) จุดรองรับแบบนี้เหมาะสำหรับคานหรือโครงสร้างที่มีการขยายตัวหรือหดตัวเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง หรือมีการเคลื่อนที่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักบรรทุก

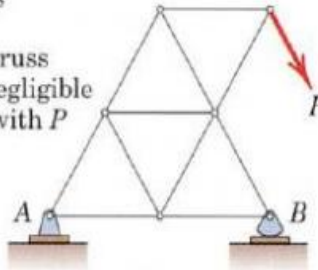
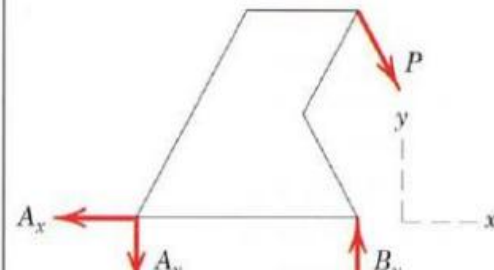
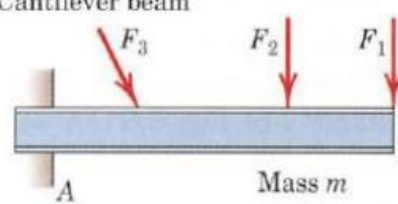
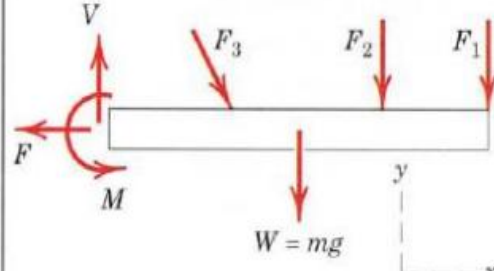
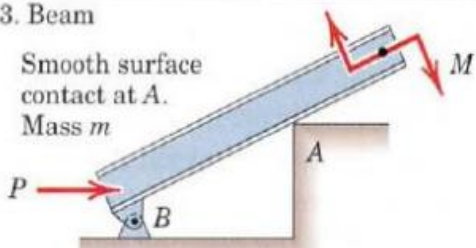
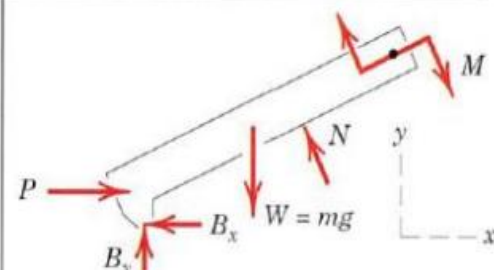
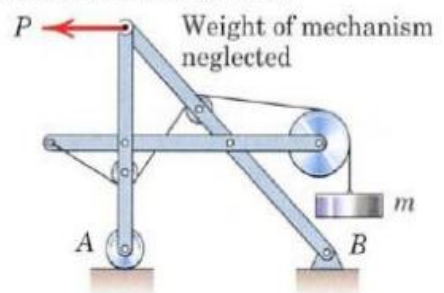
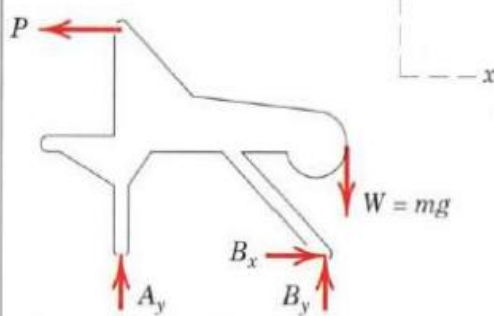


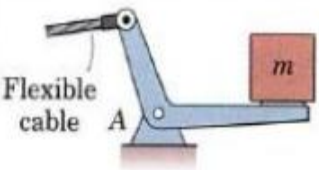
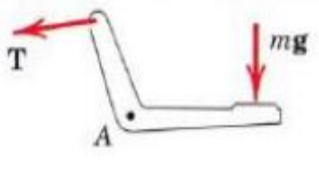
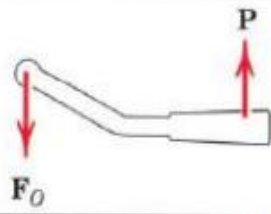
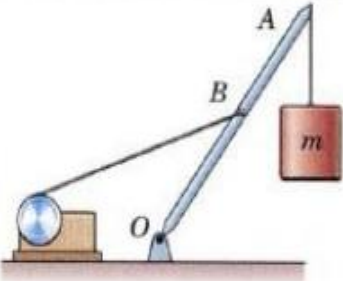
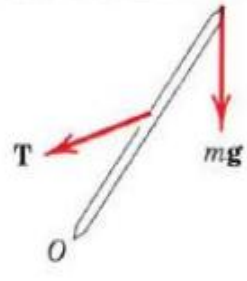
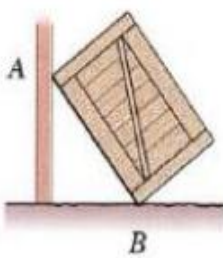
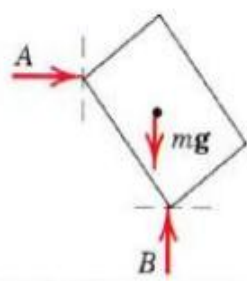
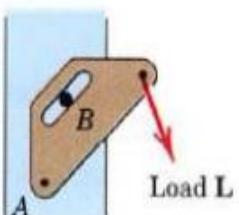
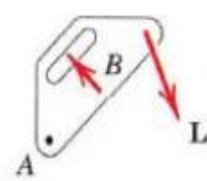
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างจุดรองรับ

จุดรองรับแบบต่างๆ ในระบบแรง 2 มิติ

Type of Contact and Force Origin	Action on Body to Be Isolated
1. Flexible cable, belt, chain, or rope Weight of cable negligible Weight of cable not negligible	 Force exerted by a flexible cable is always a tension away from the body in the direction of the cable.
2. Smooth surfaces	 Contact force is compressive and is normal to the surface.
3. Rough surfaces	 Rough surfaces are capable of supporting a tangential component F (frictional force) as well as a normal component N of the resultant contact force R.
4. Roller support	 Roller, rocker, or ball support transmits a compressive force normal to the supporting surface.
5. Freely sliding guide	 Collar or slider free to move along smooth guides; can support force normal to guide only.

MODELING THE ACTION OF FORCES IN TWO-DIMENSIONAL ANALYSIS (cont.)		
Type of Contact and Force Origin	Action on Body to Be Isolated	
6. Pin connection 	Pin free to turn  Pin not free to turn  A freely hinged pin connection is capable of supporting a force in any direction in the plane normal to the axis; usually shown as two components R_x and R_y. A pin not free to turn may also support a couple M.	
7. Built-in or fixed support 	 A built-in or fixed support is capable of supporting an axial force F, a transverse force V (shear force), and a couple M (bending moment) to prevent rotation.	
8. Gravitational attraction 	 The resultant of gravitational attraction on all elements of a body of mass m is the weight $W = mg$ and acts toward the center of the earth through the center mass G.	
9. Spring action Neutral position  Linear  Nonlinear 	 Spring force is tensile if spring is stretched and compressive if compressed. For a linearly elastic spring the stiffness k is the force required to deform the spring a unit distance.	

Mechanical System	Free-Body Diagram of Isolated Body
1. Plane truss Weight of truss assumed negligible compared with P 	
2. Cantilever beam  Mass m	 $W = mg$
3. Beam Smooth surface contact at A. Mass m 	 $W = mg$
4. Rigid system of interconnected bodies analyzed as a single unit Weight of mechanism neglected 	 $W = mg$

	Body	Incomplete FBD
1. Bell crank supporting mass m with pin support at A.		
2. Control lever applying torque to shaft at O.		
3. Boom OA, of negligible mass compared with mass m . Boom hinged at O and supported by hoisting cable at B.		
4. Uniform crate of mass m leaning against smooth vertical wall and supported on a rough horizontal surface.		
5. Loaded bracket supported by pin connection at A and fixed pin in smooth slot at B.		

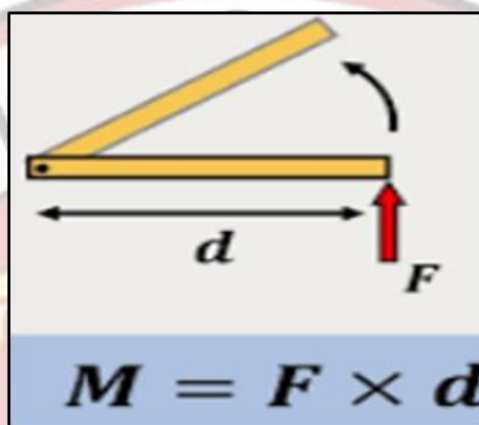
3. การสมดุลของวัตถุแข็ง

วัตถุแข็งเกร็ง (Rigid Body) คือ วัตถุชิ้นส่วน หรือโครงสร้างที่มีสถานะคงที่เสมอ เมื่อถูกกระทำจากแรงภายในหรือแรงภายนอกก็ตาม จะไม่เกิดการเสียรูปร่าง ยืดหยุ่น บิดหรือหักงอ แต่ในความเป็นจริงแล้ววัตถุแข็งเกร็งจะมีความเค้น ความเครียดบ้างเล็กน้อย แต่ไม่ส่งผลกระทบใด ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นส่วนโครงสร้างทั้งหมดการคำนวณการสมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง (Equilibrium of Rigid Body) มีดังนี้

1. เขียนแผนภาพวัตถุอิสระแข็งแรง
2. เขียนแรงที่กระทำ และแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับตามลักษณะต่าง ๆ
3. ใช้สมการการสมดุล

$$\Sigma F_x = 0 \text{ และ } \Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma M_x = 0 \text{ และ } \Sigma M_y = 0$$



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับโมเมนต์

สรุปเนื้อหา

1. การสมดุลของอนุภาค สภาวะสมดุลของอนุภาค ถือเป็นหลักการขั้นพื้นฐานของการนำเอาหลักการ การแตกแรง การรวมแรง โมเมนต์ของแรง และผลลัพธ์ของระบบแรงมาใช้ในการทำให้วัตถุหรืออนุภาคอยู่นิ่ง
2. แผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram) จากที่กล่าวมาในหัวข้อ การสมดุลของอนุภาค เป็นการเขียนแผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram) ของอนุภาค ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ เลือกจุดที่เหมาะสมที่สามารถแก้ปัญหาของโจทย์ได้ แยกส่วนที่ต้องการนั้นออกมาจากระบบ ใส่ขนาดของแรงและทิศทางของแรงให้ถูกต้องตามหลักการสมดุล
3. การสมดุลของวัตถุเกร็ง วัตถุแข็งแรง (Rigid Body) คือ วัตถุชิ้นส่วน หรือโครงสร้างที่มีสถานะคงที่เสมอ เมื่อถูกกระทำจากแรงภายในหรือแรงภายนอกก็ตาม จะไม่เกิดการเสียรูปร่าง ยืดหยุ่น บิดหรือหักงอ แต่ในความเป็นจริงแล้ววัตถุแข็งแรงจะมีความเค้น ความเครียดบ้างเล็กน้อย แต่ไม่ส่งผลกระทบใด ๆ

- ด้านทักษะ (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-3)

ใบงานที่ 3 เรื่อง การสมดุล

- ด้านคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

1. เพื่อให้เห็นคุณค่าของการใช้หน่วยต่างๆ และวิธีการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การสมดุล และสามารถนำไปใช้ต่อยอดในรายวิชาและการศึกษาในระดับสูงต่อไปได้อย่างถูกต้อง



กิจกรรมการเรียนรู้หรือการสอนหรือการเรียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (30 นาที) 1. ผู้สอนจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน ใบงาน พร้อมกับแนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง การสมมูล 2. ผู้สอนทำการเช็คชื่อ แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 3 และขอให้ผู้เรียนร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนการสอน 3. ผู้สอนทำการสอบถามผู้เรียนก่อนเข้าสู่เนื้อหา เรื่อง การสมมูล พร้อมให้คำอธิบายเพิ่มเติมจากสิ่งที่ผู้เรียนกล่าวมา 2. ชี้นำให้ความรู้ (360 นาที) 1. ผู้สอนเปิด PowerPoint หน่วยที่ 3 เรื่อง การสมมูล และทำการสอนโดยให้ผู้เรียนทำการจดบันทึกข้อมูลเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้รับฟังจากผู้สอน และสามารถสอบถามข้อมูล ข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลการสมมูลตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint ในการนำไปใช้ในการคำนวณตามโจทย์ปัญหา เรื่อง การสมมูล 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (120 นาที) 1. ผู้สอนนำผู้เรียนมาลงมือคำนวณตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint พร้อมแจกใบงานที่ 3 การสมมูล 2. ผู้สอนให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต	1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (30 นาที) 1. ผู้เรียนเตรียมอุปกรณ์การเรียน และฟังครูผู้สอน แนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง การสมมูล 2. ผู้เรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 3 และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม 3. ผู้เรียนอธิบายการสมมูลตามที่เข้าใจ พร้อมให้เหตุผลประกอบ 2. ชี้นำให้ความรู้ (360 นาที) 1. ผู้เรียนทำการศึกษาตาม PowerPoint หน่วยที่ 3 เรื่อง การสมมูล และให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถสอบถามข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลการสมมูลตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (120 นาที) 1. ผู้เรียนทำใบงานที่ 3 การสมมูล 2. ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้หรือการเียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
4. ขั้นสรุปและประเมินผล (30 นาที) 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียน ให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้สอนทำการมอบหมายแบบฝึกหัดให้กับผู้เรียน 3. ผู้สอนทำการตรวจใบงานที่ 3 การสมดุล พร้อมกับบันทึกผลคะแนน 4. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรลุลจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-3) (รวม 540 นาที หรือ 9 คาบเรียน)	4. ขั้นสรุปและประเมินผล (30 นาที) 1. ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้เรียนนำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายไปทำที่บ้านของตัวผู้เรียน แล้วนำเสนอในคาบเรียนอาทิตย์หน้า 3. ผู้เรียนนำคะแนนจากการทำใบงานที่ 3 มาประเมินเพื่อดูความก้าวหน้าของตนเอง 4. ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรลุลจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-3)

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมการวัดผลและประเมินผล

ก่อนเรียน

5. จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนหน่วยที่ 3
6. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยที่ 3 และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในหน่วยที่ 3

ขณะเรียน

3. ทำใบงานที่ 3 เรื่อง การสมมูล

หลังเรียน

5. สรุปเนื้อหา เรื่อง การสมมูล หลังจากที่ได้ทำการสอนเสร็จสิ้นแล้ว
6. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ใบงานที่ 3 เรื่อง การสมมูล
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

สื่อสิ่งพิมพ์

5. เอกสารประกอบการสอนวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1-3)
6. ใบงานที่ 3 เรื่อง การสมดุล
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านทักษะ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1-3)

สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

5. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
6. PowerPoint เรื่อง การสมดุล

สื่อของจริง



แหล่งการเรียนรู้

ในสถานศึกษา

1. ห้องสมุด วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
2. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ศึกษาหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

นอกสถานศึกษา

1. สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้เครื่องมือสื่อสารเฉพาะบุคคล
2. ห้องสมุดสาธารณะในจังหวัดสมุทรสงคราม

การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

5. บูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ช่วงยนต์
6. บูรณาการกับวิชาพลศึกษาเครื่องกล



การประเมินผลการเรียนรู้

- หลักการประเมินผลการเรียนรู้

ก่อนเรียน

3. ความรู้ก่อนเบื้องต้นก่อนการเรียนการสอน

ขณะเรียน

3. ใบงานที่ 3 เรื่อง การสมดุล

หลังเรียน

5. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
6. ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ผลสำเร็จของผู้เรียน

5. ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง การสมดุล
6. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สมรรถนะที่พึงประสงค์

ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการสมมูล

1. สร้างนิสัยในการคิด วิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการสมมูล ก่อนการนำไปใช้งานในการคำนวณเรื่องอื่นๆ
2. สามารถประยุกต์ในการคำนวณได้อย่างถูกต้อง
3. การประยุกต์ความรู้สู่งานอาชีพในอนาคต

สมรรถนะการปฏิบัติงานอาชีพ

1. นำความรู้ สมการ สูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสมมูล ไปใช้คำนวณในรายวิชาและในชีวิตประจำวันได้เบื้องต้น

สมรรถนะการขยายผล

ความสอดคล้อง

จากการเรียนเรื่อง การสมมูล ให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มเกี่ยวกับวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณเบื้องต้นที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยจุดมุ่งหมายสำคัญในการศึกษาวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม ก็เพื่อให้นักศึกษาสาขาวิชาช่างยนต์ มีความรู้ ความสามารถ และมีความเข้าใจในเรื่อง การสมมูล เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

รายละเอียดการประเมินผลการเรียนรู้

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1 เขียนวาดแผนภาพวัตถุอิสระ (F.B.D.) ได้อย่างถูกต้อง
 - 7. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 - 8. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 - 9. เกณฑ์การให้คะแนน : เขียนวาดแผนภาพวัตถุอิสระ (F.B.D.) ได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 2 คำนวณหาแรงปฏิกิริยาที่ข้อต่อของโครงร่างวัตถุอิสระได้อย่างถูกต้อง
 - 7. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 - 8. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 - 9. เกณฑ์การให้คะแนน : คำนวณหาแรงปฏิกิริยาที่ข้อต่อของโครงร่างวัตถุอิสระได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 3 คำนวณการสมดุลในเรื่องของระบบแรง และโมเมนต์ได้อย่างถูกต้อง
 - 7. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 - 8. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 - 9. เกณฑ์การให้คะแนน : คำนวณการสมดุลในเรื่องของระบบแรง และโมเมนต์ได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน



แผนการสอน/แผนการเรียนรู้ภาคทฤษฎี

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม	สอนสัปดาห์ที่ 6- 7
	ชื่อหน่วย โครงสร้าง	คาบรวม 21
ชื่อเรื่อง โครงสร้าง		จำนวนคาบ 6
หัวข้อเรื่อง ด้านความรู้ 1. ประเภทของโครงสร้าง 2. โครงข้อหมุนหรือโครงถัก 3. วิธีแยกข้อต่อ 4. วิธีแยกส่วน 5. โครงกรอบและเครื่องจักรกล ด้านทักษะ 1. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ 2. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะเปรียบเทียบประเภทของโครงสร้างในทางวิศวกรรมได้ 3. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะคำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้ ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บุรณการเศรษฐกิจพอเพียง 1. ความรับผิดชอบ ความประหยัด ความขยัน ความอดทน การแบ่งปัน 2. ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบรู้ รอบคอบ สาระสำคัญ โครงสร้าง (Structures) หมายถึง ระบบของชิ้นส่วน (Member) หรือวัตถุหลายท่อน (Rigid Bodies) ที่มายึดติดกันด้วยรอยเชื่อม (Weld) หมุดย้ำ (Pin) เพื่อทำหน้าที่รับแรงหรือส่งถ่ายแรงได้อย่างปลอดภัย ตามหลักสถิตยศาสตร์ สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ 1. โครงสร้างที่คำนวณได้ตามหลักสถิตยศาสตร์ 2. โครงสร้างที่คำนวณไม่ได้ตามหลักสถิตยศาสตร์ สมรรถนะอาชีพประจำหน่วย ความสำคัญของการเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง ที่เกี่ยวข้องในงานวิศวกรรม		

จุดประสงค์การสอน/การเรียนรู้

- จุดประสงค์ทั่วไป / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

8. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความหมายของหลักการของโครงสร้างได้
9. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความหมายหลักการของโครงสร้างและนำไปใช้ได้
10. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้
11. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ โดยมีเหตุผลตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ 3D (คุณธรรม และจริยธรรม)

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

14. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายของหลักการของโครงสร้างได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้)
15. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายหลักการของโครงสร้างและนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
16. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบประเภทของโครงสร้างในทางวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
17. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
18. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ (ด้านคุณธรรม และจริยธรรม)

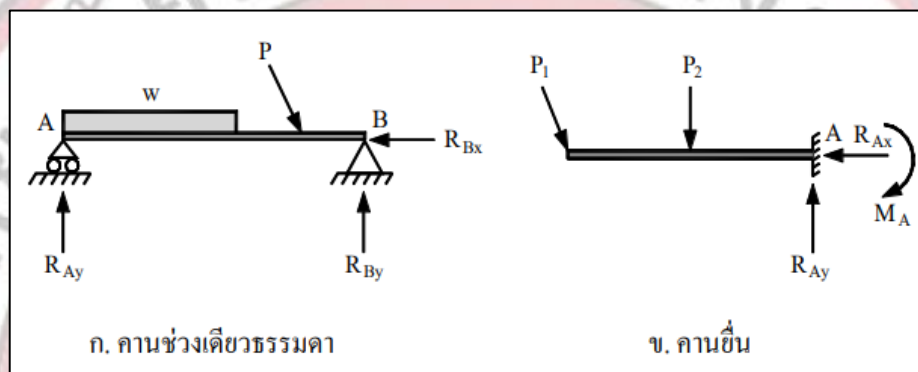
เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (ทฤษฎี)

1. ประเภทของโครงสร้าง

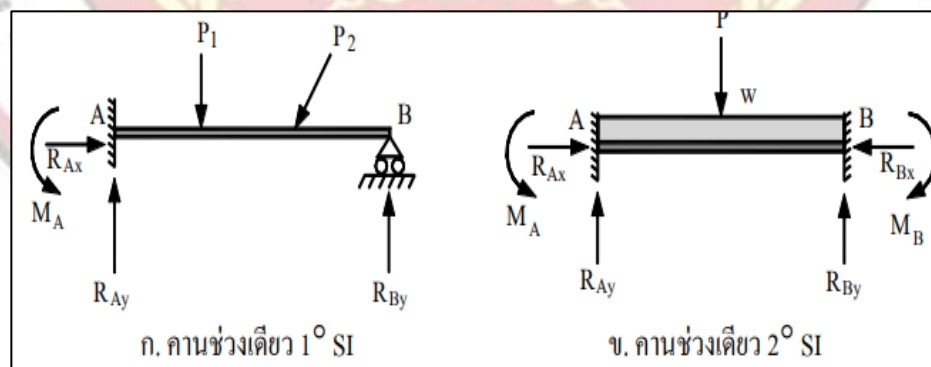
โครงสร้าง (Structures) หมายถึง ระบบของชิ้นส่วน (Member) หรือวัตถุหลายท่อน (Rigid Bodies) ที่มายึดติดกันด้วยรอยเชื่อม (Weld) หมุดย้ำ (Pin) เพื่อทำหน้าที่รับแรงหรือส่งถ่ายแรงได้อย่างปลอดภัย ตามหลักสถิตยศาสตร์ สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

1.1 โครงสร้างที่คำนวณได้ตามหลักสถิตยศาสตร์ โครงสร้างที่คำนวณได้ตามหลักสถิตยศาสตร์ (Statically Determinate Structures) หมายถึง โครงสร้างที่มีตัวไม่รู้ค่าเท่ากับจำนวนสมการสมดุลทางสถิตยศาสตร์ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป



รูปที่ 4.1 โครงสร้างที่คำนวณได้ตามหลักสถิตยศาสตร์

1.2 โครงสร้างที่คำนวณไม่ได้ตามหลักสถิตยศาสตร์ โครงสร้างที่คำนวณไม่ได้ตามหลักสถิตยศาสตร์ (Statically Indeterminate Structures) หมายถึง โครงสร้างที่มีตัวไม่รู้ค่ามากกว่าจำนวนสมการสมดุลทางสถิตยศาสตร์จึงไม่สามารถคำนวณได้ และไม่ขอกล่าวถึงในหน่วยนี้



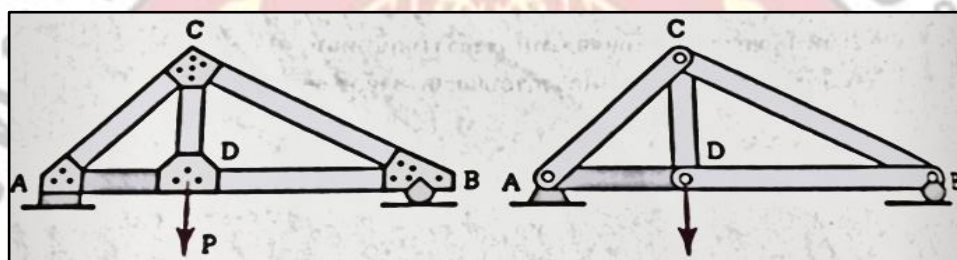
รูปที่ 4.2 โครงสร้างที่คำนวณไม่ได้ตามหลักสถิตยศาสตร์

ถ้าจะแบ่งตามรายละเอียดของการเชื่อมต่อของชิ้นส่วนและหน้าที่ของโครงสร้าง อาจแบ่งย่อยได้หลายชนิด ในที่นี้จะกล่าวถึง 3 ชนิด คือ

- (ก) โครงข้อหมุนหรือโครงถัก (Truss)
- (ข) โครงข้อแข็งหรือโครงกรอบ (Frame)
- (ค) เครื่องจักรหรือเครื่องมือกล (Machine)

2. โครงข้อหมุนหรือโครงถัก

โครงข้อหมุน (Truss) ประกอบด้วยชิ้นส่วนท่อนตรงที่ค่อนข้างยาว ที่มีปลายทั้งสองต่อกันด้วยหมุด (Pin) หรือหมุดย้ำ (Rivet) หรือรอยเชื่อม (Weld) หรือสลักเกลียว (Bolt) แต่ละชิ้นส่วนทำด้วยไม้ โลหะ หรือวัสดุอื่น มีรูปร่างแตกต่างกัน เช่น เหล็กฉาก สี่เหลี่ยม วงกลม เป็นต้น จะไม่มีชิ้นส่วนใดๆ ที่ยึดต่อกับท่อนอื่นที่กลางท่อน โดยจะยึดที่ปลายทั้งสองข้างเท่านั้น เช่น โครงข้อหมุนในรูป ชิ้นส่วน AB ไม่ใช่เป็นท่อนเดียวตลอด แต่จะประกอบด้วย 2 ท่อน คือ ชิ้นส่วน AD และ BD ที่ยึดต่อกันที่ข้อต่อ D เป็นต้น

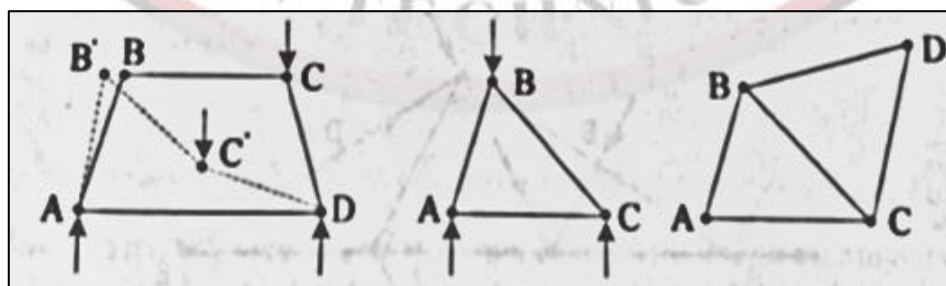


รูปที่ 1

รูปที่ 2

รูปที่ 4.3 โครงข้อหมุนหรือโครงถัก

โครงข้อหมุนหรือโครงถักอย่างง่าย (Simple Truss) พิจารณาโครงข้อหมุนในรูป ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วน 4 ชิ้นยึดต่อกันที่จุด A, B, C และ D เมื่อรับแรงที่จุด C โครงข้อหมุนจะเปลี่ยนรูปหรือโยกมาก เป็น A B C D ไม่สามารถคงรูปเดิมได้ ขณะที่โครงข้อหมุนในรูป 2 ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนเพียง 3 ชิ้น จะเปลี่ยนรูปเล็กน้อยเมื่อ รับแรงที่จุด B สามารถคงรูปเดิมได้ เรียกโครงข้อหมุนนี้ว่า โครงข้อหมุนแข็งแรง (Rigid Truss) ส่วนรูปที่ 3 เป็นโครงข้อหมุนแข็งแรงที่ใหญ่ขึ้นด้วยการเพิ่มชิ้นส่วนอีก 2 ชิ้น คือ BD และ CD และอีก 1 ข้อต่อ (Joint) โครงข้อหมุนที่เกิดขึ้นจากการเพิ่ม 2 ชิ้นส่วนและ 1 ข้อต่อนี้ไปเรื่อย ๆ เรียกว่า โครงข้อหมุนอย่างง่าย หรือ โครงข้อหมุนธรรมดา (Simple Truss)



รูปที่ 1

รูปที่ 2

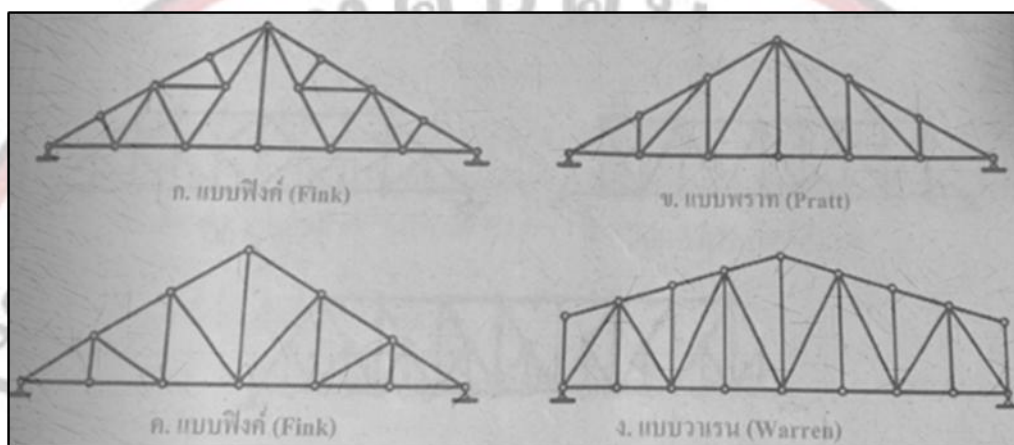
รูปที่ 3

รูปที่ 4.4 โครงข้อหมุนหรือโครงถักอย่างง่าย

ประเภทโครงข้อหมุนหรือโครงถัก

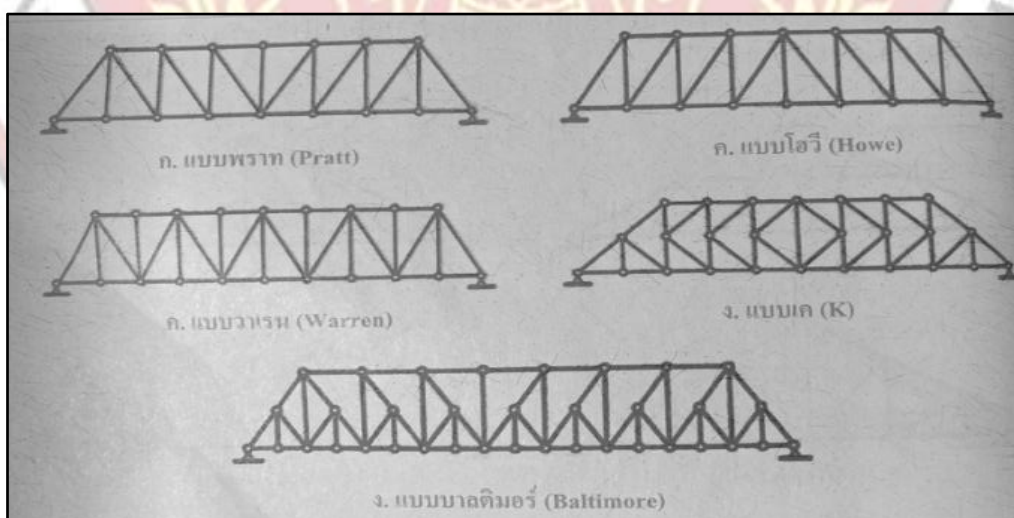
โครงข้อหมุน ถ้าแบ่งตามลักษณะการใช้งานจะมี 2 ประเภท คือ

2.1 โครงหลังคา (Roof Truss) หมายถึง โครงข้อหมุนที่ใช้ในโครงหลังคา อาจมีรูปร่างเป็นหน้าจั่ว หรือ โค้งตามลักษณะของหลังคา ดังรูป



รูปที่ 4.5 โครงหลังคา

2.2 โครงสะพาน (Bridge Truss) หมายถึง โครงข้อหมุนที่ใช้ในสะพาน ส่วนมากจะมีความยาวตามความยาวของสะพาน อาจมีรูปร่างเป็นหน้าจั่ว หรือ โค้งตามลักษณะของหลังคา ดังรูป



รูปที่ 4.6 โครงสะพาน

โครงข้อหมุนหรือโครงถักอย่างง่าย (Simple Truss) ในการพิจารณาปัญหาของโครงสร้างนั้น นอกจากจะต้องพิจารณาสมการสมดุลของโครงสร้าง ที่เกี่ยวข้องกับแรง (Force) แล้ว ยังต้องพิจารณาเสถียรภาพ (Stability) ด้วย ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการ ทรงตัว การเปลี่ยนรูป หรือการเคลื่อนย้ายของโครงสร้างด้วย การเสถียรภาพภายในของโครงข้อหมุน อาจเขียนในรูปของสมการ ดังนี้

$$\text{รูปของสมการ } M = 2j - 3$$

เมื่อกำหนดให้ M = จำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดของโครงหมุ่น

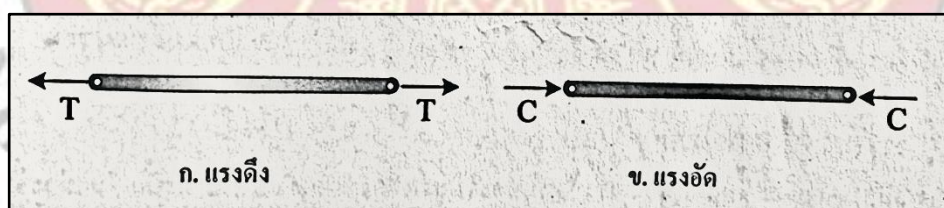
j = จำนวนข้อต่อทั้งหมดของโครงหมุ่น

3 = จำนวนตัวที่ไม่ทราบค่าสูงสุดที่จุดรองรับทั้งหมดของโครงหมุ่น

สมมุติฐานในการคำนวณ

สมมุติฐานที่ใช้ในการคำนวณแรงภายในของโครงข้อหมุน มีดังนี้

1. เส้นที่ลากผ่านจุดเซนทรอยด์ของหน้าตัดของแต่ละชิ้นส่วน จะต้องพบกันที่ข้อต่อ (Joint) เสมอ
2. แรงหรือน้ำหนักต้องกระทำที่ข้อต่อเท่านั้น น้ำหนักของชิ้นส่วนมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับ แรงบนโครงข้อหมุน แต่ถ้าคติน้ำหนักของชิ้นส่วนให้แบ่งครึ่งไปกระทำที่ข้อต่อแต่ละข้าง ของชิ้นส่วน
3. ข้อต่อของโครงข้อหมุน ถือว่าหมุ่นได้โดยอิสระไม่คิดความฝืด ($EM = 0$) จึงไม่มีโมเมนต์ ตัดใน ชิ้นส่วนใด ๆ และถือว่าแต่ละชิ้นส่วนรับแรงที่ปลายแต่ละข้างเพียงสองแรงเท่านั้น แรงภายในแต่ละชิ้นส่วนจะเป็น แรงในแนวแกน (Axial Force) ซึ่งอาจเป็นแรงดึง (Tension) หรือแรงอัด (Compression) อย่างใดอย่างหนึ่ง เท่านั้น ดังรูป



รูปที่ 4.7 แรงดึง (Tension) หรือแรงอัด (Compression)

วิธีการคำนวณ

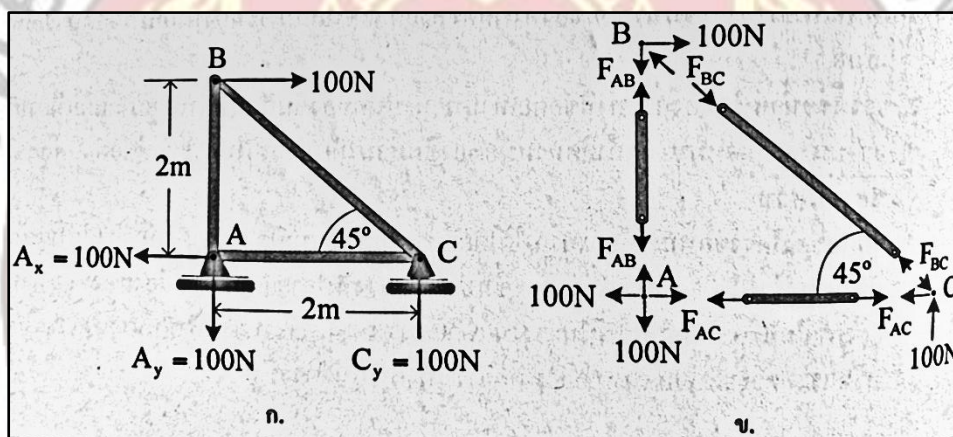
การคำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน โดยยึดหลักการว่า เมื่อโครงสร้างทั้งระบบ อยู่ในสภาวะ สมดุล ส่วนย่อยใด ๆ ของโครงสร้างย่อมสมดุลด้วย เมื่อต้องการหาค่าแรงภายในชิ้นส่วน ไต ก็ตัดผ่านชิ้นส่วนนั้น และเขียนแผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram) เพื่อใช้สมการสมดุล หาค่าที่ต้องการ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 2 วิธี คือ วิธีแยกข้อต่อและวิธีแยกส่วน

3. วิธีการแยกข้อต่อ

วิธีแยกข้อต่อ (The Method of Joints) เป็นการพิจารณาแผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram) ของข้อต่อของโครงข้อหมุน เมื่ออยู่ในสภาวะสมดุลภายใต้การกระทำของแรงภายนอกที่ข้อต่อ และแรงภายในของทุกชิ้นส่วนที่ผ่านข้อต่อทั้งหมด เนื่องจากไม่มีโมเมนต์ตามข้อต่อ จึงมีสมการสมดุล 2 สมการ คือ

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

ดังนั้น โครงข้อหมุนใดที่ข้อต่อมีแรงภายในชิ้นส่วนเกิน 2 แรง ไม่สามารถหาค่าแรงภายใน ทุกแรงที่ข้อต่อนั้นได้ เพราะฉะนั้นควรจะเริ่มที่ข้อต่อที่มีชิ้นส่วนไม่เกิน 2 ชิ้นก่อน แล้วจึงพิจารณา ข้อต่ออื่น ๆ ที่มีตัวไม่รู้ค่าเกิน 2 ตัว จนครบทุกข้อต่อ ก็จะสามารถหาค่าแรงภายในของทุกชิ้นส่วนใน โครงข้อหมุนได้



รูปที่ 4.8 แสดงทิศทางแรงที่ข้อต่อและแรงในชิ้นส่วน

การคิดเครื่องหมาย

เนื่องจากแต่ละชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนจะรับแรงเพียงสองแรงเท่านั้น ดังนั้น ในแต่ละชิ้นส่วน จะเป็นแรงตามแนวแกน ซึ่งอาจจะเป็นแรงดึงหรือแรงอัดก็ได้ ในการคิดเครื่องหมายของแรง ทำได้ โดยการเขียนแผนภาพวัตถุอิสระของข้อต่อ ใส่ทิศทางของลูกศรออกจากข้อต่อแทนแรงดึง หรือใส่ ทิศทางของลูกศรเข้าหาข้อต่อแทนแรงอัด ดังรูป

ขั้นตอนการคำนวณ

ในการคำนวณหาแรงในแต่ละชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน มีขั้นตอนดังนี้

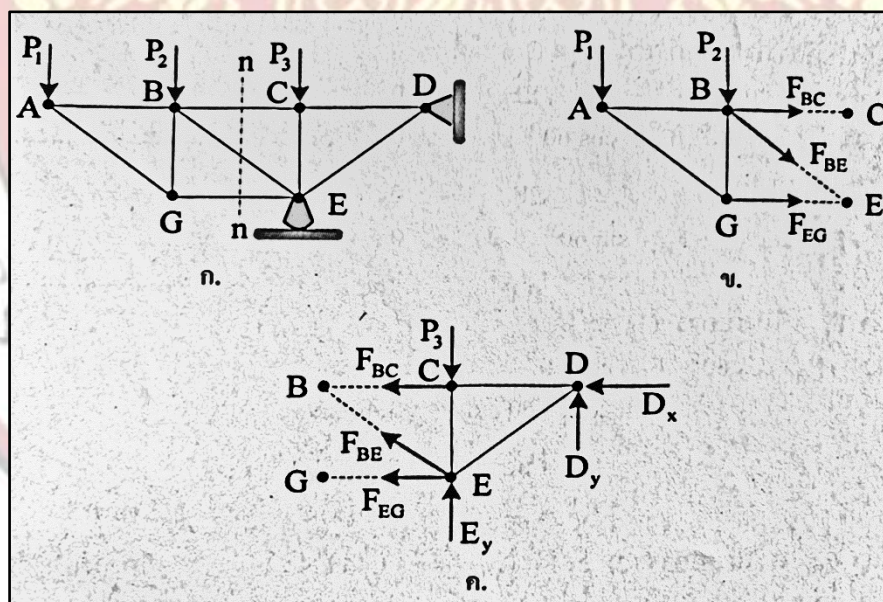
1. คำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ จากแผนผังวัตถุอิสระของโครงสร้างทั้งระบบ
2. เขียนแผนผังวัตถุอิสระของข้อต่อ ใช้สมการสมดุลทางสถิตยศาสตร์คำนวณแรงในแต่ละชิ้นส่วน โดยเลือกพิจารณาข้อต่อที่มีตัวไม่รู้ค่าไม่เกิน 2 ตัว เนื่องจากใช้สมการสมดุลเพียง 2 สมการในแต่ละข้อต่อ

4. วิธีการแยกส่วน

วิธีแยกข้อต่อ เหมาะสำหรับการคำนวณหาแรงในทุกชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน แต่ในกรณีนี้ ต้องการทราบค่าของแรงที่กระทำในบางชิ้นส่วน โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่อยู่บริเวณตรงกลางของโครง ข้อหมุน การตัดผ่านชิ้นส่วนที่ต้องการหาแรงเพื่อพิจารณาแผนผังวัตถุอิสระ เรียกว่า วิธีแยกส่วน (The Method of Sections) หรือ แยกโครงสร้าง (The Method of Structures) เป็นวิธีที่เหมาะสมกว่า เพราะจะทำให้คำนวณค่าแรงในชิ้นส่วนที่ต้องการได้ทันที สะดวกและรวดเร็ว

สมมติว่าต้องการหาแรงในชิ้นส่วน BC, BE และ EG ของโครงข้อหมุน ในรูปที่ ก สามารถทำได้โดยการตัดผ่านแนว n-n แบ่งโครงข้อหมุนออกเป็น 2 ส่วน คือ ซ้ายและขวา เขียน แผนผังวัตถุอิสระของแต่ละส่วน ดังรูปที่ ข. และ ค. เนื่องจากโครงสร้างอยู่ในสภาวะสมดุล ดังนั้น แต่ละส่วนจะต้องอยู่ในสภาวะสมดุลด้วย และสามารถเขียนสมการสมดุลทางสถิตยศาสตร์ ของแต่ละส่วนได้ 3 สมการ คือ

$$\sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0, \quad \sum M_o = 0$$



รูปที่ 4.9 วิธีการแยกส่วน

โดยทั่วไปการหาแรงในแต่ละชิ้นส่วน สามารถหาได้จากแผนผังวัตถุอิสระรูปซ้ายหรือขวา ซึ่งจะต้องได้ค่าเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติจะเลือกแผนผังวัตถุอิสระที่มีจำนวนรบน้อยกว่า เพราะการคำนวณจะน้อยกว่า ยกตัวอย่างเช่น แผนผังวัตถุอิสระในรูปที่ 4.8 (ข) จะมีแรงภายนอก คือ P_1 และ P_2 เพียงสองแรง แต่แผนผังวัตถุ

อิสระในรูปที่ 4.10 ค. จะมีแรงภายนอกถึงสี่แรง คือ P_3 , D_x , D_y และ E_y ซึ่งจะต้องคำนวณหาแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับทั้งหมดก่อน จึงจะหาแรงในแต่ละชิ้นส่วน เป็นต้น

ขั้นตอนการคำนวณ

ในการคำนวณหาแรงในแต่ละชิ้นส่วนของโครงข้อหมุนโดยวิธีแยกส่วน มีดังนี้

1. จะต้องตัดผ่านชิ้นส่วนไม่เกิน 3 ชิ้นส่วน จึงจะคำนวณหาแรงภายในทั้ง 3 ชิ้นส่วนได้ เพราะมีสมการสมดุล 3 สมการ เหลือได้ง่าย และประหยัดเวลา เช่น รูปที่

2. ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องตัดผ่านชิ้นส่วนเกิน 3 ชิ้นส่วน เพื่อคำนวณหาแรงในบางชิ้นส่วน ถึงแม้จะคำนวณหาแรงในทุกชิ้นส่วนไม่ได้ทั้งหมดก็ตาม

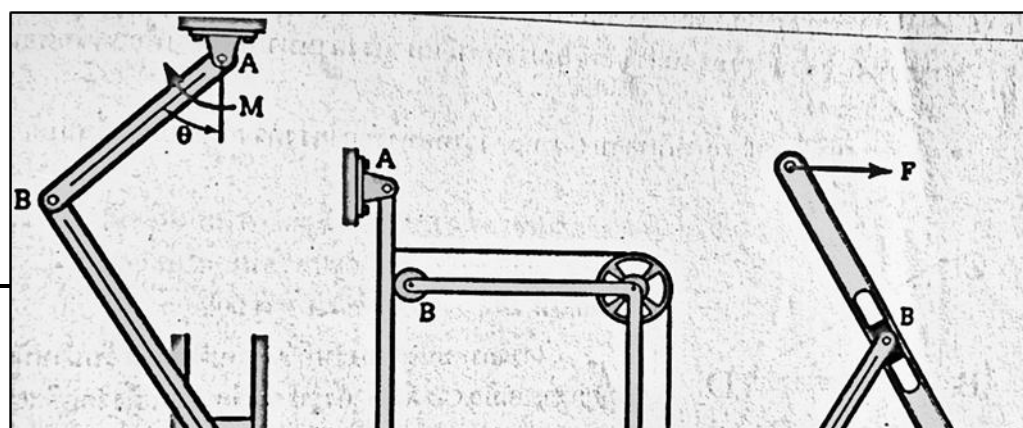
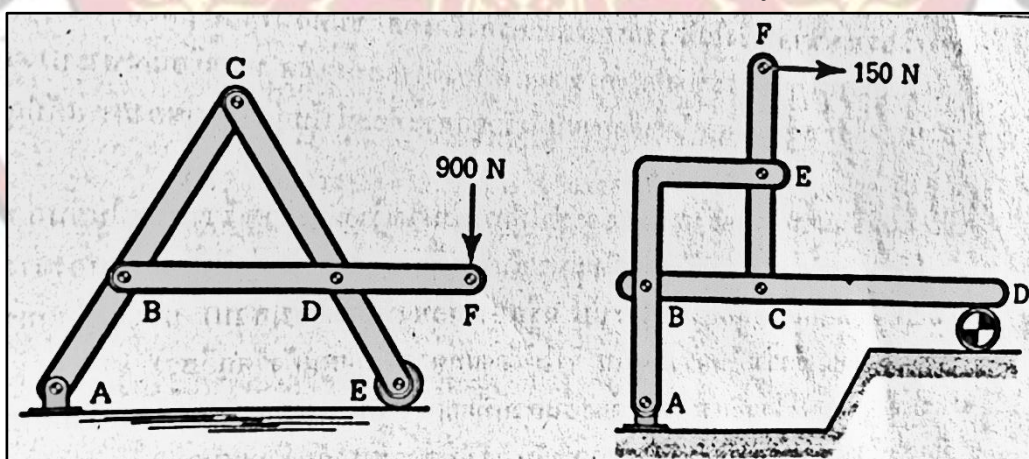
3. การหาโมเมนต์รอบจุดที่มีแนวแรงหลายแรงผ่าน จะช่วยให้คำนวณหาแรงในชิ้นส่วนที่เหลือได้ง่าย

4. ในกรณีที่มีแรงใน 2 ชิ้นส่วนขนานกัน การรวมแรงในแนวตั้งฉากกับแรงทั้งสอง จะได้ แรงในชิ้นส่วนอื่นทันที โดยไม่ต้องเสียเวลาแก้สมการ เช่น $E_F = 0$) ในรูป

5. การคิดเครื่องหมายของแรงในแต่ละชิ้นส่วน ยึดหลักการเดียวกับการคิดเครื่องหมายของ แรงในข้อต่อ คือ แรงเข้าหาชิ้นส่วนที่ตัดผ่าน หมายถึง แรงอัด และแรงออกจากชิ้นส่วน ที่ตัดผ่าน หมายถึง แรงดึง

5. โครงกรอบและเครื่องจักรกล

โครงสร้างที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนตั้งแต่สองชิ้นขึ้นไปมาต่อกันด้วยรอยเชื่อม (Weld) หมุด (Pin) หมุดย้ำ (Rivet) หรือสลักเกลียว (Bolt) และแต่ละชิ้นส่วนรับแรงมากกว่าสองแรงขึ้นไป เรียกโครงสร้าง ประเภทนี้ว่า โครงกรอบ (Frames) และ เครื่องจักรกล (Machines) โครงกรอบเป็นโครงสร้างที่อยู่ กับที่ ทำหน้าที่รับแรงต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.10 ส่วนเครื่องจักรกลอาจจะอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ก็ได้ แต่ต้องมีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวได้เพื่อรับแรงส่งถ่ายแรงหรือเปลี่ยนผลของแรง เช่น ผ่อนแรงหรือเปลี่ยนทิศทางของแรง เป็นต้น ดังรูป



รูปที่ 4.10 ส่วนเครื่องจักรกลอาจอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ได้

โครงสร้างในระนาบหรือโครงข้อหมุน ในแต่ละชั้นส่วนจะรับแรงเพียงสองแรงเท่านั้น คือ แรงดึง หรือ แรงอัด และจะมีทิศทางของแรงตามแนวแกนของชิ้นส่วนนั้น ส่วนโครงกรอบและเครื่องจักรกล จะมีบางชิ้นส่วนรับแรงมากกว่าสองแรง ดังนั้น แรงในแต่ละชั้นส่วน จึงไม่จำเป็นต้องมีทิศทางอยู่ใน แนวแกน จึงไม่รู้ขนาดและทิศทางของแรงในแต่ละชั้นส่วน แรงที่ข้อต่อระหว่างชิ้นส่วนจึงเป็นแรงที่ไม่รู้ขนาดและทิศทางด้วย การวิเคราะห์หาค่าแรงต่าง ๆ ในโครงกรอบและเครื่องจักรกล จะใช้วิธี แยกส่วนหรือส่วนตัดเหมือนในโครงระนาบหรือโครงข้อหมุนไม่ได้ แต่จะต้องพิจารณาแผนผังวัตถุอิสระ ของโครงสร้างทั้งหมด หรืออาจจะแยกบางชิ้นส่วนหรือกลุ่มของชิ้นส่วนออกจากส่วนที่เหลือ และใช้ สมการสมดุล

สรุปเนื้อหา

1. ประเภทของโครงสร้าง โครงสร้าง (Structures) หมายถึง ระบบของชิ้นส่วน (Member) หรือวัตถุหลายท่อน (Rigid Bodies) ที่มายึดติดกันด้วยรอยเชื่อม (Weld) หมุดย้ำ (Pin) เพื่อทำหน้าที่รับแรงหรือส่งถ่ายแรงได้อย่างปลอดภัย
2. โครงข้อหมุนหรือโครงถัก โครงข้อหมุน (Truss) ประกอบด้วยชิ้นส่วนท่อนตรงที่ค่อนข้างยาว ที่มีปลายทั้งสองต่อกันด้วยหมุด (Pin) หรือหมุดย้ำ (Rivet) หรือรอยเชื่อม (Weld) หรือสลักเกลียว (Bolt) แต่ละชิ้นส่วนทำด้วยไม้ โลหะ หรือวัสดุอื่น มีรูปร่างแตกต่างกัน เช่น เหล็กฉาก สี่เหลี่ยม วงกลม เป็นต้น จะไม่มีชิ้นส่วนใดๆ ที่ยึดต่อกับท่อนอื่นที่กลางท่อน โดยจะยึดที่ปลายทั้งสองข้างเท่านั้น
3. วิธีการแยกข้อต่อ วิธีแยกข้อต่อ (The Method of Joints) เป็นการพิจารณาแผนภาพวัตถุอิสระ (Free Body Diagram) ของข้อต่อของโครงข้อหมุน เมื่ออยู่ในสภาวะสมดุลภายใต้การกระทำของแรงภายนอกที่ข้อต่อ และแรงภายในของทุกชิ้นส่วนที่ผ่านข้อต่อทั้งหมด
4. วิธีการแยกส่วน วิธีแยกข้อต่อ เหมาะสำหรับการคำนวณหาแรงในทุกชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน แต่ในกรณีที่ ต้องการทราบค่าของแรงที่กระทำในบางชิ้นส่วน โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่อยู่บริเวณตรงกลางของโครง ข้อหมุน การตัดผ่านชิ้นส่วนที่ต้องการหาแรงเพื่อพิจารณาแผนผังวัตถุอิสระ เรียกว่า วิธีแยกส่วน (The Method of Sections) หรือ แยกโครงสร้าง (The Method of Structures) เป็นวิธีที่เหมาะสมกว่า
5. โครงกรอบและเครื่องจักรกล โครงสร้างที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนตั้งแต่สองชิ้นขึ้นไปมาต่อกันด้วยรอยเชื่อม (Weld) หมุด (Pin) หมุดย้ำ (Rivet) หรือสลักเกลียว (Bolt) และแต่ละชิ้นส่วนรับแรงมากกว่าสองแรงขึ้นไป เรียกโครงสร้าง ประเภทนี้ว่า โครงกรอบ (Frames) และ เครื่องจักรกล (Machines) โครงกรอบเป็นโครงสร้างที่อยู่กับที่ ทำหน้าที่รับแรงต่าง ๆ

- ด้านทักษะ (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2-4)

ใบงานที่ 4 เรื่อง โครงสร้าง

- ด้านคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

1. เพื่อให้เห็นคุณค่าของการใช้หน่วยต่างๆ และวิธีการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โครงสร้าง และสามารถนำไปใช้ต่อยอดในรายวิชาและการศึกษาในระดับสูงต่อไปได้อย่างถูกต้อง



กิจกรรมการเรียนรู้การสอนหรือการเรียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (30 นาที) 1. ผู้สอนจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน ใบงาน พร้อมกับแนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง โครงสร้าง 2. ผู้สอนทำการเช็คชื่อ แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 4 และขอให้ผู้เรียนร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนการสอน 3. ผู้สอนทำการสอบถามผู้เรียนก่อนเข้าสู่เนื้อหา เรื่อง โครงสร้าง พร้อมให้คำอธิบายเพิ่มเติมจากสิ่งที่ผู้เรียนกล่าวมา 2. ชี้นำให้ความรู้ (360 นาที) 1. ผู้สอนเปิด PowerPoint หน่วยที่ 4 เรื่อง โครงสร้าง และทำการสอนโดยให้ผู้เรียนทำการจดบันทึกข้อมูลเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้รับฟังจากผู้สอน และสามารถสอบถามข้อมูล ข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลโครงสร้างตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint ในการนำไปใช้ในการคำนวณตามโจทย์ปัญหา เรื่อง โครงสร้าง 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (120 นาที) 1. ผู้สอนนำผู้เรียนมาลงมือคำนวณตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint พร้อมแจกใบงานที่ 4 เรื่อง โครงสร้าง 2. ผู้สอนให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต	1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (30 นาที) 1. ผู้เรียนเตรียมอุปกรณ์การเรียน และฟังครูผู้สอน แนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง โครงสร้าง 2. ผู้เรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 4 และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม 3. ผู้เรียนอธิบายโครงสร้างตามที่เข้าใจ พร้อมให้เหตุผลประกอบ 2. ชี้นำให้ความรู้ (360 นาที) 1. ผู้เรียนทำการศึกษาตาม PowerPoint หน่วยที่ 4 เรื่อง โครงสร้าง และให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถสอบถามข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลโครงสร้างตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (120 นาที) 1. ผู้เรียนทำใบงานที่ 4 เรื่อง โครงสร้าง 2. ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้หรือการเียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
4. ขั้นสรุปและประเมินผล (30 นาที) 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียน ให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้สอนทำการมอบหมายแบบฝึกหัดให้กับผู้เรียน 3. ผู้สอนทำการตรวจใบงานที่ 4 เรื่อง โครงสร้างพร้อมกับบันทึกผลคะแนน 4. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4) (รวม 540 นาที หรือ 9 คาบเรียน)	4. ขั้นสรุปและประเมินผล (30 นาที) 1. ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้เรียนนำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายไปทำที่บ้านของตัวผู้เรียน แล้วนำส่งในคาบเรียนอาทิตย์หน้า 3. ผู้เรียนนำคะแนนจากการทำใบงานที่ 4 มาประเมินเพื่อดูความก้าวหน้าของตนเอง 4. ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4)

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมการวัดผลและประเมินผล

ก่อนเรียน

7. จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนหน่วยที่ 4
8. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยที่ 4 และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในหน่วยที่ 4

ขณะเรียน

4. ทำใบงานที่ 4 เรื่อง โครงสร้าง

หลังเรียน

7. สรุปเนื้อหา เรื่อง โครงสร้าง หลังจากที่ได้ทำการสอนเสร็จสิ้นแล้ว
8. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ใบงานที่ 4 เรื่อง โครงสร้าง
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

สื่อสิ่งพิมพ์

7. เอกสารประกอบการสอนวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1-4)
8. ใบงานที่ 4 เรื่อง โครงสร้าง
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านทักษะ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 2-4)

สื่อโสตทัศน์ (ถ้ามี)

7. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
8. PowerPoint เรื่อง โครงสร้าง

สื่อของจริง



แหล่งการเรียนรู้

ในสถานศึกษา

1. ห้องสมุด วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
2. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ศึกษาหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

นอกสถานศึกษา

1. สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้เครื่องมือสื่อสารเฉพาะบุคคล
2. ห้องสมุดสาธารณะในจังหวัดสมุทรสงคราม

การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

7. บูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ช่วงต้น
8. บูรณาการกับวิชาพลศึกษาเครื่องกล

การประเมินผลการเรียนรู้

- หลักการประเมินผลการเรียนรู้

ก่อนเรียน

4. ความรู้ก่อนเบื้องต้นก่อนการเรียนการสอน

ขณะเรียน

1. ใบงานที่ 4 เรื่อง โครงสร้าง

หลังเรียน

7. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
8. ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ผลสำเร็จของผู้เรียน

7. ตรวจใบงานที่ 4 เรื่อง โครงสร้าง
8. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สมรรถนะที่พึงประสงค์

ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง

1. สร้างนิสัยในการคิด วิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง ก่อนการนำไปใช้งานในการคำนวณเรื่องอื่นๆ
2. สามารถประยุกต์ในการคำนวณได้อย่างถูกต้อง
3. การประยุกต์ความรู้สู่งานอาชีพในอนาคต

สมรรถนะการปฏิบัติงานอาชีพ

1. นำความรู้ สมการ สูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง ไปใช้คำนวณในรายวิชาและในชีวิตประจำวันได้เบื้องต้น

สมรรถนะการขยายผล

ความสอดคล้อง

จากการเรียนเรื่อง โครงสร้าง ให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณเบื้องต้นที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยจุดมุ่งหมายสำคัญในการศึกษาวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม ก็เพื่อให้นักศึกษาสาขาวิชาช่างยนต์ มีความรู้ ความสามารถ และมีความเข้าใจในเรื่อง โครงสร้าง เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

รายละเอียดการประเมินผลการเรียนรู้

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1 อธิบายความหมายของหลักการของโครงสร้างได้อย่างถูกต้อง
 10. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 11. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 12. เกณฑ์การให้คะแนน : อธิบายความหมายของหลักการของโครงสร้างได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 2 อธิบายความหมายหลักการของโครงสร้างและนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง
 10. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 11. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 12. เกณฑ์การให้คะแนน : อธิบายความหมายหลักการของโครงสร้างและนำไปใช้ได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 3 เปรียบเทียบประเภทของโครงสร้างในทางวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง
 10. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 11. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 12. เกณฑ์การให้คะแนน : เปรียบเทียบประเภทของโครงสร้างในทางวิศวกรรมได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 4 คำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้อย่างถูกต้อง
 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 2. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 3. เกณฑ์การให้คะแนน : คำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน



แผนการสอน/แผนการเรียนรู้ภาคทฤษฎี

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม	สอนสัปดาห์ที่ 8- 10
	ชื่อหน่วย แรงกระจาย	คาบรวม 30
ชื่อเรื่อง แรงกระจาย		จำนวนคาบ 9
หัวข้อเรื่อง ด้านความรู้ 1. แรงกระจาย 2. จุดศูนย์ถ่วงและจุดเซนทรอยด์ 3. สถิตยศาสตร์ของไหล ด้านทักษะ 1. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ 2. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเปรียบเทียบประเภทของแรงกระจายในทางวิศวกรรมได้ 3. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้ ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง 1. ความรับผิดชอบ ความประหยัด ความขยัน ความอดทน การแบ่งปัน 2. ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบรู้ รอบคอบ สาระสำคัญ ในหน่วยที่ผ่านมา มีการพิจารณาแรงที่กระทำเป็นจุด (Concentrated Force or Point Load) ซึ่ง ในความเป็นจริงแล้วแรงกระทำที่จุด ๆ เดียวไม่มี เพราะทุกแรงจะกระทำทั่วบริเวณหนึ่ง ไม่ว่าบริเวณ นั้นจะเล็กหรือใหญ่ เช่น น้ำหนักของรถยนต์ที่กระจายทั่วตัวรถ โดยจากตัวรถจะผ่านทางล้อทั้งสี่เป็น จุด 4 จุด แต่ในกรณีที่แรงกระจายทั่วบริเวณที่ค่อนข้างใหญ่ เช่น น้ำหนักของรถยนต์หลายคันที่จอด บริเวณลานจอดรถ ก็อาจจะพิจารณาเป็นน้ำหนักรวมของรถบนลานจอดรถ อาจพิจารณาเป็นน้ำหนัก รวมผ่านจุด ๆ หนึ่งได้ แต่ถ้าต้องการพิจารณาผลของน้ำหนักรถต่อพื้นลานจอดรถว่าจะโก่งตัวมากน้อย เพียงใด และ ณ บริเวณใดจะรับแรงมากที่สุดจนเกิดรอยร้าว ก็ต้องพิจารณาน้ำหนักรถทั้งหมดมากระจายทั่วบริเวณ		

สมรรถนะอาชีพประจำหน่วย

ความสำคัญของการเรียนรู้เกี่ยวกับแรงกระจายรวมไปถึงการคำนวณหาค่าต่างๆ ตามที่ต้องการเพื่อใช้ในการอาชีพ

จุดประสงค์การสอน/การเรียนรู้

- จุดประสงค์ทั่วไป / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

12. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงกระจายและปริมาณที่ใช้ในแรงกระจายได้
13. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงกระจายนำไปคำนวณได้
14. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายระบบแรงกระจายได้
15. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้
16. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ โดยมีเหตุผลตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ 3D (คุณธรรม และจริยธรรม)

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

19. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายของหลักการของแรงกระจายได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้)
20. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายหลักการของแรงกระจายและนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้)
21. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบประเภทของแรงกระจายในทางวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
22. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
23. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ (ด้านคุณธรรม และจริยธรรม)

เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (ทฤษฎี)

1. แรงกระจาย

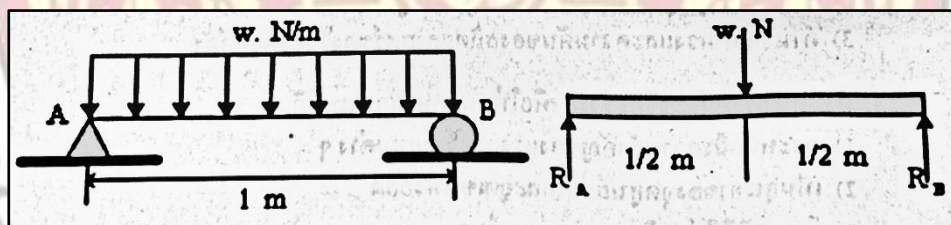
ในหน่วยที่ผ่านมา มีการพิจารณาแรงที่กระทำเป็นจุด (Concentrated Force or Point Load) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วแรงกระทำที่จุด ๆ เดียวไม่มี เพราะทุกแรงจะกระทำทั่วบริเวณหนึ่ง ไม่ว่าบริเวณ นั้นจะเล็กหรือใหญ่ เช่น น้ำหนักของรถยนต์ที่กระจายทั่วตัวรถ โดยจากตัวรถจะผ่านทางล้อทั้งสี่เป็น จุด 4 จุด แต่ในกรณีที่แรงกระจายทั่วบริเวณที่ค่อนข้างใหญ่ เช่น น้ำหนักของรถยนต์หลายคันที่จอด บริเวณลานจอดรถ ก็อาจจะพิจารณาเป็นน้ำหนักรวมของรถบนลานจอดรถ อาจพิจารณาเป็นน้ำหนัก รวมผ่านจุด ๆ หนึ่งได้ แต่ถ้าต้องการพิจารณาผลของน้ำหนักรถต่อพื้นลานจอดรถว่าจะโก่งตัวมากน้อย เพียงใด และ ณ บริเวณใดจะรับแรงมากที่สุดจนเกิดรอยร้าว ก็ต้องพิจารณาน้ำหนักรถทั้งหมดกระจายทั่วบริเวณ

ประเภทของแรงกระจาย (Distributed Force)

การพิจารณาแรงกระจาย จะดูจากความเข้มหรือความมากน้อยของแรงที่กระจายทั่วบริเวณ ลักษณะการกระจาย อาจเป็นกระจายสม่ำเสมอ (Uniformly Distributed) หรือไม่สม่ำเสมอ (Non Uniformly Distributed) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1.1 การกระจายตามแนวเส้น (Line Distribution)

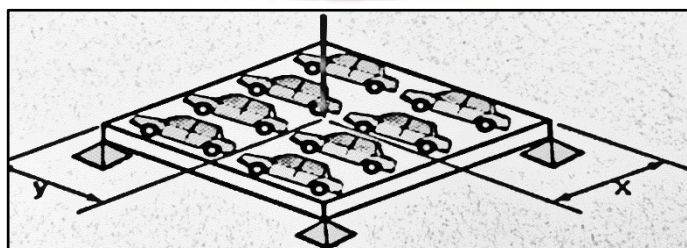
ลักษณะของแรงที่กระจายตามแนวเส้น เช่น น้ำหนักของคานที่กระจายตลอดความยาวของ คาน มีหน่วยเป็นแรงต่อหนึ่งหน่วยความยาว เช่น W.N/m ดังรูปที่ ซึ่งในหน่วยนี้จะกล่าวถึง 2 กรณี คือ กระจายสม่ำเสมอ และกระจายเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 5.1 การกระจายตามแนวเส้น (Line Distribution)

1.2 การกระจายทั่วพื้นที่ (Area Distribution)

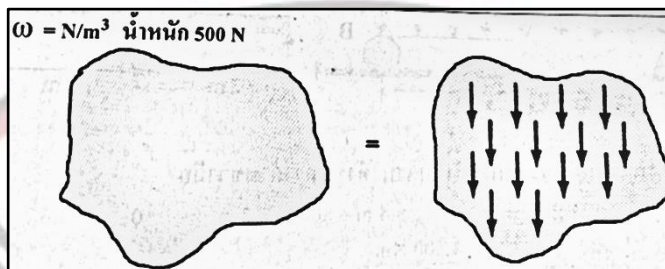
หมายถึง แรงที่กระจายทั่ว พื้นที่ที่กระทำ เช่น น้ำหนักของ รถยนต์บนลานจอดรถ มีหน่วยเป็น แรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เช่น N/m^2 หรือปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นต้น ดัง ในรูป



รูปที่ 5.2 การกระจายทั่วพื้นที่ (Area Distribution)

1.3 การกระจายทั่วปริมาตร (Volume Distribution)

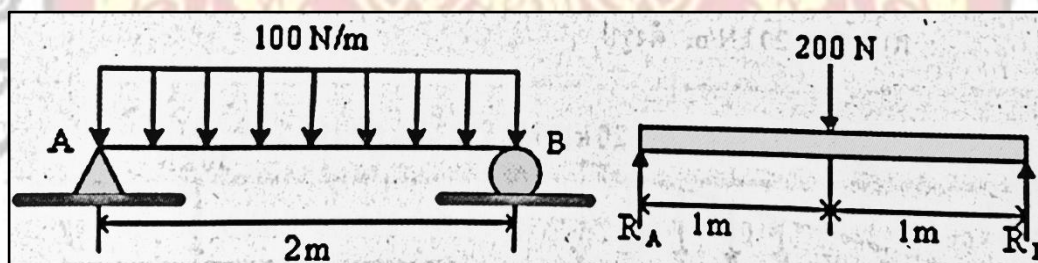
แรงที่กระจายทั่วบริเวณของวัตถุ อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แรงวัตถุ (Body Force) เช่น แรงดึงดูดของโลกที่มีต่อวัตถุหรือน้ำหนักของวัตถุที่กระจายทั่วปริมาตร (ซึ่งเรียกว่า Specific Weight) มีหน่วยเป็นแรงต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เช่น N/m^3 หรือปอนด์ต่อลูกบาศก์นิ้ว เป็นต้น ดังรูป



รูปที่ 5.3 การกระจายทั่วปริมาตร (Volume Distribution)

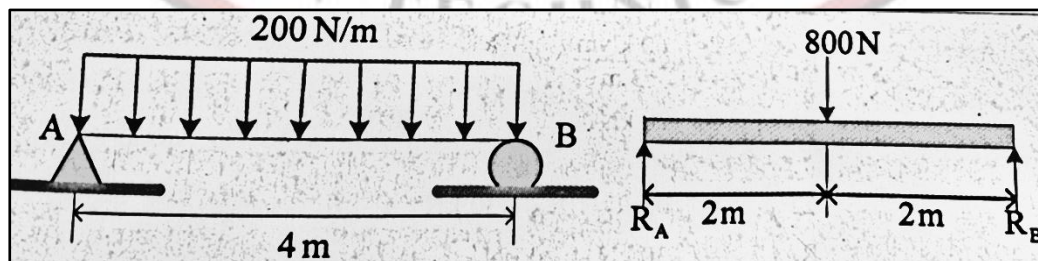
1.4 แรงกระจายสม่ำเสมอ (Uniformly Distributed Force)

ในการหาแรงลัพธ์หรือแรงรวมของแรงกระจายก่อน หาตำแหน่งของแรงลัพธ์ และ หาแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ เช่น แรง 100 N/m กระทำตลอดความยาวคานจากจุด A ถึง B ยาว 2 m แรงลัพธ์ = 200 N ตำแหน่งของแรงลัพธ์ = 1 m ห่างจากจุดรองรับทั้งสอง ดังรูป



1.5 แรงกระจายสม่ำเสมอ (Uniformly Distributed Force)

ในการหาแรงลัพธ์ คือ $F_r = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$ ตำแหน่งของแรงลัพธ์ คือ ระยะ $\frac{1}{3}$ วัดจากด้านที่มีกระจายสูงสุด หรือ ระยะ $\frac{2}{3}$ วัดจากด้านที่มีแรงกระจายต่ำสุด



2. จุดศูนย์ถ่วงและจุดเซนทรอยด์

จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity) คือ จุดศูนย์กลางของวัตถุใด ๆ ที่อยู่ภายใต้แรงดึงดูดด้วย แรงโน้มถ่วงของโลก เสมือนว่ามวลทั้งก้อนของวัตถุมวลอยู่ ณ จุดเพียงจุดเดียว ไม่ว่าจะวางวัตถุอยู่ใน ลักษณะใด เรียกย่อ ๆ ว่า จุด CG

ในกรณีที่วัตถุอยู่ในสภาวะที่ปราศจากแรงดึงดูดของโลกแล้ว เรียกจุดนี้ว่า จุดศูนย์กลางมวล (Center of Mass) แทน

จุดเซนทรอยด์ (Centroid) คือ จุดศูนย์กลางทางเรขาคณิตของวัตถุใด ๆ หรือถ้ากล่าวถึง คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของวัตถุ เรียกว่า จุดศูนย์กลางมวล (Center of Mass) แทน ในกรณีที่วัตถุมีความหนาแน่น (Density = ρ) เท่ากันสม่ำเสมอ จุดเซนทรอยด์จะทับกับ จุดศูนย์กลางมวลพอดี

การหาตำแหน่งของจุดเซนทรอยด์ของวัตถุใด ๆ จะหาในเทอมของค่าเฉลี่ยของโคออดิเนต ในพิกัดฉาก คือ x , y และ z ดังสมการ

$$\bar{x} = \frac{\rho x \, dm}{m}$$

3. สถิตยศาสตร์ของไหล

สถิตยศาสตร์ของไหล (Fluid Static) เป็นการศึกษาถึงของไหลนิ่งชนิดไม่ยุบตัว ความดันที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ความดันสถิต (Static Pressure) มีหน่วยเป็นปาสคาล (Pa) ดังสมการ

$$P = P_0 + \rho gh$$

เมื่อ

P คือ ความดันที่ระดับ h จากระดับอ้างอิง, Pa หรือ N/m^2
 P_0 คือ ความดันที่ระดับอ้างอิง, Pa หรือ N/m^2
 ρ คือ ความหนาแน่นมวลของของเหลว, kg/m^3
 g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, $= 9.81 \, m/sec^2$
 h คือ ความลึกจากระดับอ้างอิงที่มีทิศทางลงเป็นบวก

ค่าความดันสามารถบอกเป็นความดันสัมบูรณ์ หรือ ความดันเกจก็ได้ โดยค่าทั้งสองมีความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{ความดันสัมบูรณ์} = \text{ความดันบรรยากาศ} + \text{ความดันเกจ}$$

โดยทั่วไปจะกำหนดให้ผิวอิสระของของเหลวเป็นระดับอ้างอิง ณ จุดนี้ จะมีความดันเป็นความดันบรรยากาศ หรือ มีความดันเกจเป็นศูนย์ ฉะนั้นสมการของความดัน สามารถเขียนได้ดังนี้

$$P = pgh$$

สรุปเนื้อหา

1. แรงกระจาย ในหน่วยที่ผ่านมา มีการพิจารณาแรงที่กระทำเป็นจุด (Concentrated Force or Point Load) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วแรงกระทำที่จุด ๆ เดียวไม่มี เพราะทุกแรงจะกระทำทั่วบริเวณหนึ่ง ไม่ว่าบริเวณ นั้น จะเล็กหรือใหญ่ เช่น น้ำหนักของรถยนต์ที่กระจายทั่วตัวรถ โดยจากตัวรถจะผ่านทางล้อทั้งสี่เป็น จุด 4 จุด แต่ในกรณีที่แรงกระจายทั่วบริเวณที่ค่อนข้างใหญ่ เช่น น้ำหนักของรถยนต์หลายคันที่จอด บริเวณลานจอดรถ ก็อาจจะพิจารณาเป็นน้ำหนักรวมของรถบนลานจอดรถ อาจพิจารณาเป็นน้ำหนัก รวมผ่านจุด ๆ หนึ่งได้ แต่ถ้าต้องการพิจารณาผลของน้ำหนักรถต่อพื้นลานจอดรถว่าจะโก่งตัวมากน้อย เพียงใด และ ณ บริเวณใดจะรับแรงมากที่สุดจน เกิดรอยร้าว ก็ต้องพิจารณาน้ำหนักรถทั้งหมดกระจายทั่วบริเวณ

2. จุดศูนย์กลาง (Center of Gravity) คือ จุดศูนย์กลางของวัตถุใด ๆ ที่อยู่ภายใต้แรงดึงดูดด้วย แรงโน้มถ่วงของโลก เสมือนว่ามวลทั้งก้อนของวัตถุมวลอยู่ ณ จุดเพียงจุดเดียว ไม่ว่าจะวางวัตถุอยู่ใน ลักษณะใด เรียกย่อ ๆ ว่า จุด CG

3. สถิตยศาสตร์ของไหล (Fluid Static) เป็นการศึกษาถึงของไหลนิ่งชนิดไม่ยุบตัว ความดันที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า ความดันสถิติก (Static Pressure) มีหน่วยเป็นปาสคาล (Pa)

- ด้านทักษะ (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3-4)

ใบงานที่ 5 เรื่อง แรงกระจาย

- ด้านคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

1. เพื่อให้เห็นคุณค่าของการใช้หน่วยต่างๆ และวิธีการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง แรงกระจาย และสามารถนำไปใช้ต่อยอดในรายวิชาและการศึกษาในระดับสูงต่อไปได้อย่างถูกต้อง



กิจกรรมการเรียนรู้หรือการเรี ยนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที) 1. ผู้สอนจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน ใบงาน พร้อมกับแนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง แรงกระจาย 2. ผู้สอนทำการเช็คชื่อ แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 5 และขอให้ผู้เรียนร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนการสอน 3. ผู้สอนทำการสอบถามผู้เรียนก่อนเข้าสู่เนื้อหา เรื่อง แรงกระจาย พร้อมให้คำอธิบายเพิ่มเติมจากสิ่งที่ผู้เรียนกล่าวมา 2. ช้่นให้ความรู้ (240 นาที) 1. ผู้สอนเปิด PowerPoint หน่วยที่ 5 เรื่อง แรงกระจาย และทำการสอนโดยให้ผู้เรียนทำการจดบันทึกข้อมูลเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้รับฟังจากผู้สอน และสามารถสอบถามข้อมูล ข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลแรงกระจายตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint ในการนำไปใช้ในการคำนวณตามโจทย์ปัญหา เรื่อง แรงกระจาย 3. ช้่นประยุกต์ใช้ (80 นาที) 1. ผู้สอนนำผู้เรียนมาลงมือคำนวณตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint พร้อมแจกใบงานที่ 5 เรื่อง แรงกระจาย 2. ผู้สอนให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต	1. ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที) 1. ผู้เรียนเตรียมอุปกรณ์การเรียน และฟังครูผู้สอนแนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง แรงกระจาย 2. ผู้เรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 5 และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม 3. ผู้เรียนอธิบายแรงกระจายตามที่เข้าใจ พร้อมให้เหตุผลประกอบ 2. ช้่นให้ความรู้ (240 นาที) 1. ผู้เรียนทำการศึกษาตาม PowerPoint หน่วยที่ 5 เรื่อง แรงกระจาย และให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถสอบถามข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลแรงกระจาย ตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint 3. ช้่นประยุกต์ใช้ (80 นาที) 1. ผู้เรียนทำใบงานที่ 5 เรื่อง แรงกระจาย 2. ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้หรือการสอนหรือการเรียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
4. ขั้นสรุปและประเมินผล (20 นาที) 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียน ให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้สอนทำการมอบหมายแบบฝึกหัดให้กับผู้เรียน 3. ผู้สอนทำการตรวจใบงานที่ 5 เรื่อง แรงกระจาย พร้อมกับบันทึกผลคะแนน 4. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรจุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4) (รวม 360 นาที หรือ 6 คาบเรียน)	4. ขั้นสรุปและประเมินผล (20 นาที) 1. ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้เรียนนำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายไปทำที่บ้านของตัวผู้เรียน แล้วนำส่งในคาบเรียนอาทิตย์หน้า 3. ผู้เรียนนำคะแนนจากการทำใบงานที่ 5 มาประเมินเพื่อดูความก้าวหน้าของตนเอง 4. ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรจุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4)

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมการวัดผลและประเมินผล

ก่อนเรียน

9. จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนหน่วยที่ 5
10. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยที่ 5 และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในหน่วยที่ 5

ขณะเรียน

5. ทำใบงานที่ 5 เรื่อง แรงกระจาย

หลังเรียน

9. สรุปเนื้อหา เรื่อง แรงกระจาย หลังจากที่ได้ทำการสอนเสร็จสิ้นแล้ว
10. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ใบงานที่ 5 เรื่อง แรงกระจาย
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

สื่อสิ่งพิมพ์

9. เอกสารประกอบการสอนวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1-4)
10. ใบงานที่ 5 เรื่อง แรงกระจาย
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านทักษะ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1-4)

สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

9. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
10. PowerPoint เรื่อง แรงกระจาย

สื่อของจริง



แหล่งการเรียนรู้

ในสถานศึกษา

1. ห้องสมุด วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
2. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ศึกษาหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

นอกสถานศึกษา

1. สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้เครื่องมือสื่อสารเฉพาะบุคคล
2. ห้องสมุดสาธารณะในจังหวัดสมุทรสงคราม

การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

9. บูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ช่วงชั้น
10. บูรณาการกับวิชาพลศึกษาเครื่องกล

การประเมินผลการเรียนรู้

- หลักการประเมินผลการเรียนรู้

ก่อนเรียน

5. ความรู้ก่อนเบื้องต้นก่อนการเรียนการสอน

ขณะเรียน

4. ใบงานที่ 5 เรื่อง แรงกระจาย

หลังเรียน

9. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
10. ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ผลสำเร็จของผู้เรียน

9. ตรวจใบงานที่ 5 เรื่อง แรงกระจาย
10. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สมรรถนะที่พึงประสงค์

ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแรงกระจาย

1. สร้างนิสัยในการคิด วิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับแรงกระจาย ก่อนการนำไปใช้งานในการคำนวณเรื่องอื่นๆ
2. สามารถประยุกต์ในการคำนวณได้อย่างถูกต้อง
3. การประยุกต์ความรู้สู่งานอาชีพในอนาคต

สมรรถนะการปฏิบัติงานอาชีพ

1. นำความรู้ สมการ สูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแรงกระจาย ไปใช้คำนวณในรายวิชาและใช้ชีวิตประจำวันได้เบื้องต้น

สมรรถนะการขยายผล

ความสอดคล้อง

จากการเรียนเรื่อง แรงกระจาย ให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มเกี่ยวกับวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณเบื้องต้นที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยจุดมุ่งหมายสำคัญในการศึกษาวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม ก็เพื่อให้นักศึกษาสาขาวิชาช่างยนต์ มีความรู้ ความสามารถ และมีความเข้าใจในเรื่อง แรงกระจาย เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

รายละเอียดการประเมินผลการเรียนรู้

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1 อธิบายความหมายของหลักการของแรงกระจายได้อย่างถูกต้อง

13. วิธีการประเมิน : ทดสอบ

14. เครื่องมือ : แบบทดสอบ

15. เกณฑ์การให้คะแนน : อธิบายความหมายของหลักการของแรงกระจายได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 2 อธิบายความหมายหลักการของแรงกระจายและนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

13. วิธีการประเมิน : ทดสอบ

14. เครื่องมือ : แบบทดสอบ

15. เกณฑ์การให้คะแนน : อธิบายความหมายหลักการของแรงกระจายและนำไปใช้ได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 3 เปรียบเทียบประเภทของแรงกระจายในทางวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง

13. วิธีการประเมิน : ทดสอบ

14. เครื่องมือ : แบบทดสอบ

15. เกณฑ์การให้คะแนน : เปรียบเทียบประเภทของแรงกระจายในทางวิศวกรรมได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 4 คำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้อย่างถูกต้อง

1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ

2. เครื่องมือ : แบบทดสอบ

3. เกณฑ์การให้คะแนน : คำนวณหาแรงปฏิกิริยาได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน



หน่วยเตรียมการสอนที่ 6
(สัปดาห์ที่ 11 - 13)

แผนการสอน/แผนการเรียนรู้ภาคทฤษฎี

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม	สอนสัปดาห์ที่ 11 - 13
	ชื่อหน่วย โมเมนต์ความเฉื่อย	คาบรวม 39
ชื่อเรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย		จำนวนคาบ 9
หัวข้อเรื่อง ด้านความรู้ 1. โมเมนต์ความเฉื่อย 2. โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รูปทรงมาตรฐาน 3. การหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงใด 4. รู้ว่ามีใจเรชั่น ด้านทักษะ 1. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ 2. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเปรียบเทียบประเภทของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ในทางวิศวกรรมได้ 3. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะคำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยได้ ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง 1. ความรับผิดชอบ ความประหยัด ความขยัน ความอดทน การแบ่งปัน 2. ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบรู้ รอบคอบ สาระสำคัญ โมเมนต์ความเฉื่อย เป็นคุณสมบัติของวัตถุที่จะกำหนดค่าความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความเร็วเชิงมุมรอบแกนของการหมุนของมัน มันเป็นวิธีการหมุนของวัตถุอันเป็นผลมาจากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน, ซึ่งระบุว่า "วัตถุทุกชนิดจะรักษาสภาพหยุดนิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอเป็นเส้นตรงนอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ" ในบริบทนี้ความเฉื่อยหมายถึงความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง สมรรถนะอาชีพประจำหน่วย ความสำคัญของการเรียนรู้เกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อย รวมไปถึงการคำนวณค่าต่างๆ ตามที่ต้องการเพื่อใช้ในงานอาชีพ		

จุดประสงค์การสอน/การเรียนรู้

- จุดประสงค์ทั่วไป / บุรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

17. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายและปริมาณของโมเมนต์ความเฉื่อย รวมถึงการแก้โจทย์ปัญหาได้
18. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ โดยมีเหตุผลตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ 3D (คุณธรรม และจริยธรรม)

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม / บุรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

24. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความหมายของหลักการของโมเมนต์ความเฉื่อยได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
25. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความหมายหลักการของโมเมนต์ความเฉื่อยและนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
26. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบประเภทของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ในทางวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
27. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
28. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ (ด้านคุณธรรม และจริยธรรม)

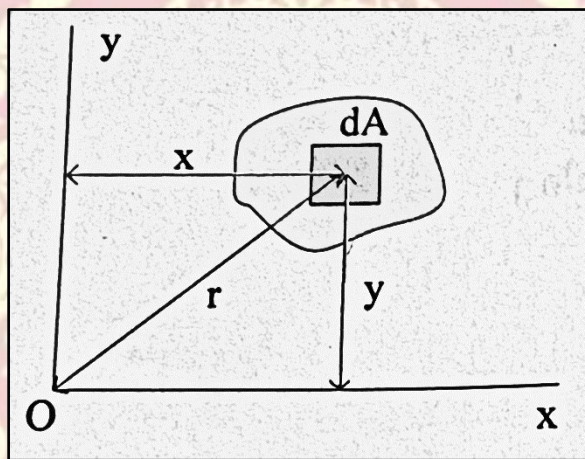
เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (ทฤษฎี)

1. โมเมนต์ความเฉื่อย

โมเมนต์ความเฉื่อย เป็นคุณสมบัติของวัตถุที่จะกำหนดค่าความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความเร็วเชิงมุมรอบแกนของการหมุนของมัน มันเป็นวิธีการหมุนของวัตถุอันเป็นผลมาจากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน, ซึ่งระบุว่า "วัตถุทุกชนิดจะรักษาสภาพหยุดนิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอเป็นเส้นตรงนอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ" ในบริบทนี้ความเฉื่อยหมายถึงความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง

โมเมนต์ความเฉื่อยถูกนำไปใช้กับการขยายตัวของวัตถุซึ่งมวลเป็นข้อจำกัดในการหมุนรอบแกน มันเกิดขึ้นจากการรวมกันของมวลและเรขาคณิตในการศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างต่อเนื่อง, ส่วนประกอบของอนุภาคหรือที่รู้จักกันในชื่อว่า พลศาสตร์ของวัตถุแข็งเกร็ง (Dynamics of rigid body) มันเป็นโมเมนต์ความเฉื่อยของข้อเสาคำดำเนินการโดยนักไถ่ลวดสลึงที่ต่อต้านการหมุนและช่วยให้นักไถ่ลวดรักษาความสมดุลไว้ได้



รูปที่ 6.1 โมเมนต์ความเฉื่อย

จากรูป พิจารณาโมเมนต์รอบแนวแกน x จะได้

$$I_x = py^2 * d * A$$

จากรูป พิจารณาโมเมนต์รอบแนวแกน y จะได้

$$I_y = px^2 * d * A$$

ตำแหน่งเชิงเส้นและเชิงมุม

ตำแหน่งของวัตถุแข็งเกร็ง คือตำแหน่งขององค์ประกอบของอนุภาคทั้งหมด เพื่อลดความซับซ้อนในการอธิบายของตำแหน่งดังกล่าว เราจะใช้คุณสมบัติที่วัตถุมีความแข็งเกร็ง ซึ่งทุก ๆ อนุภาคจะรักษาระยะห่างระหว่างอนุภาคอย่างเท่า ๆ กัน และถ้าหากวัตถุมีความแข็งเกร็ง อย่างน้อยจะอธิบายตำแหน่งของอนุภาค 3 อนุภาคที่ไม่เกิดการชน ซึ่งทำให้สามารถสร้างตำแหน่งของอนุภาคอื่น ๆ ทั้งหมด โดยที่ตำแหน่งของอนุภาคสามตัวที่ไม่ได้

แปรเปลี่ยนตามเวลา และจะเรียบง่ายขึ้นถ้าใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วย โดยมีวิธีการเทียบค่า ซึ่งตำแหน่งของวัตถุทั้งหมดอธิบายได้ด้วย

1. ตำแหน่งเชิงเส้น หรือตำแหน่งของวัตถุเชิงเกร็ง คือตำแหน่งของอนุภาคทั้งหมด กล่าวคือ ตำแหน่งหนึ่งของวัตถุเชิงเกร็ง เลือกเป็นจุดอ้างอิงของทั้งวัตถุ (โดยทั่วไปจะเลือกใช้จุดศูนย์กลางมวล หรือจุดกึ่งกลางมวล)

2. ตำแหน่งเชิงมุมของวัตถุ ดังนั้น ตำแหน่งของวัตถุเชิงเกร็งจะมี 2 องค์ประกอบ คือ เชิงเส้น และ เชิงมุม ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับ จลนศาสตร์ และ พลังงานจลน์ ใช้ปริมาณอธิบายที่อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุเชิงเกร็ง ที่มีทั้งเชิงเส้นและเชิงมุมเช่น ความเร็ว ความเร่ง โมเมนตัม การดล และพลังงานจลน์

ตำแหน่งเชิงเส้น

สามารถที่จะแทนได้ด้วย เวกเตอร์ ซึ่งทางของเวกเตอร์ จะเริ่มต้นที่จุดอ้างอิงใด ๆ จากระบบพิกัด และปลายของเวกเตอร์จะชี้ไปยังจุดใด ๆ ที่เราสนใจบน วัตถุเชิงเกร็ง ซึ่งโดยปกติเริ่มจากจุดศูนย์กลางมวล หรือจุดกึ่งกลาง ซึ่งจุดอ้างอิงนี้หาได้โดย จุดกำเนิดของระบบพิกัดบนวัตถุเชิงเกร็ง

มีหลายทางในการคำนวณเพื่ออธิบาย แนวทางของ วัตถุเชิงเกร็ง ประกอบด้วย ชุดมุม 3 มุมของออยเลอร์ หรือ 4 มุม หรือ การใช้ เมทริกซ์ตรีโกณมิติโดยตรง(อ้างอิงโดย เมทริกซ์การหมุน) กระบวนการทั้งหมดนี้ใช้แนวทางการหาค่าจาก ระบบพิกัด ซึ่งมีความสัมพันธ์กับวัตถุ หรือความสัมพันธ์ของระบบพิกัดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุเชิงเกร็งจากการสังเกต

โดยทั่วไป เมื่อวัตถุเชิงเกร็งเคลื่อนที่ ทั้งตำแหน่ง และแนวทางจะขึ้นกับเวลา ในสัมพัทธจลนศาสตร์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้อ้างอิงถึงการเคลื่อนที่ และการหมุน (คือหมุนไปด้วยและเคลื่อนที่ไปด้วย) ของวัตถุ โดยเริ่มต้นจากสมมติฐานที่อ้างอิงจากตำแหน่ง (ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับตำแหน่งจริงที่วัตถุเคลื่อนที่)

ความเร็วเชิงเส้นและความเร็วเชิงมุม

ความเร็ว หรือเรียกว่า ความเร็วเชิงเส้น และความเร็วเชิงมุม วัดได้โดยใช้กรอบอ้างอิง ความเร็วเชิงเส้นของวัตถุเชิงเกร็ง คือปริมาณเวกเตอร์ มีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของเวลา เทียบกับตำแหน่งเชิงเส้นที่เปลี่ยนไป ดังนั้น ความเร็วจะอ้างอิงโดยถูกยึดกับตัววัตถุ ซึ่งมีเพียงการเคลื่อนที่เท่านั้น (ไม่มีการหมุนเกิดขึ้น)

ความเร็วเชิงมุม

ความเร็วเชิงมุม คือ ปริมาณเวกเตอร์ที่อธิบายได้ด้วย อัตราเร็วเชิงมุม เมื่อเกิดการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุเชิงเกร็งตามแนวแกนที่เกิดการหมุน (ซึ่งอธิบาย การที่แกนเกิดการหมุน ด้วยทฤษฎีบทการหมุนของออยเลอร์) และทุก ๆ จุดบนวัตถุเชิงเกร็ง จะมีความเร็วเชิงมุมเท่ากันในทุก ๆ เวลา ในขณะที่วัตถุเชิงเกร็งเกิดการหมุนเพียงอย่างเดียว ทุก ๆ จุดบนวัตถุเชิงเกร็งจะขึ้นอยู่กับการหมุนของแกนเพียงอย่างเดียว ความสัมพันธ์ระหว่าง แนวทางกับความเร็วเชิงมุมไม่เกี่ยวข้องกันโดยตรงกับความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งและความเร็วเชิงเส้น แนวทางของความเร็วเชิงมุม ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา เพราะว่าไม่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระยะเชิงมุมกับความเร็วเชิงมุมรูป

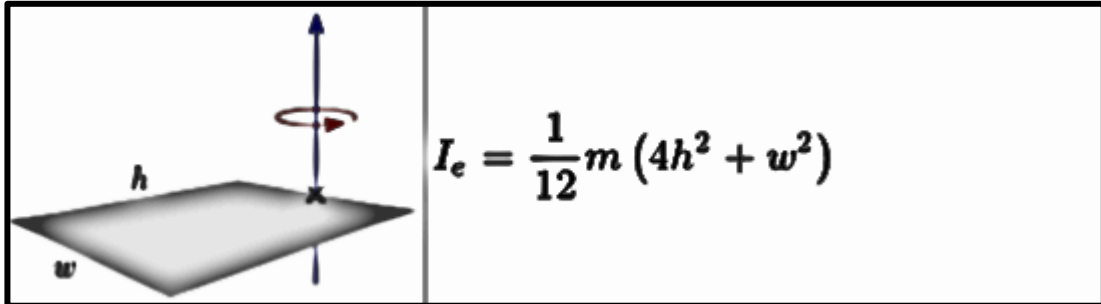
2. โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่รูปทรงปริมาตรฐาน

โมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงมาตรฐาน สามารถคำนวณเป็นสูตรของโมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงต่างๆ โดยพิจารณาขอบแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลาง ดังต่อไปนี้

2.1 แผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าบางยาว h กว้าง w และมีมวล m (แกนหมุนอยู่ที่ขอบแผ่น)

รูปทรงวัตถุ

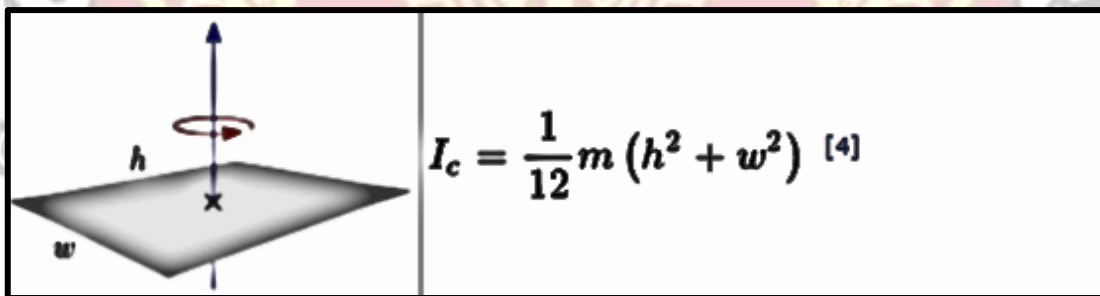
สูตรโมเมนต์ความเฉื่อย



2.2 แผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าบางยาว h กว้าง w และมีมวล m (แกนหมุนอยู่ที่กึ่งกลางแผ่น)

รูปทรงวัตถุ

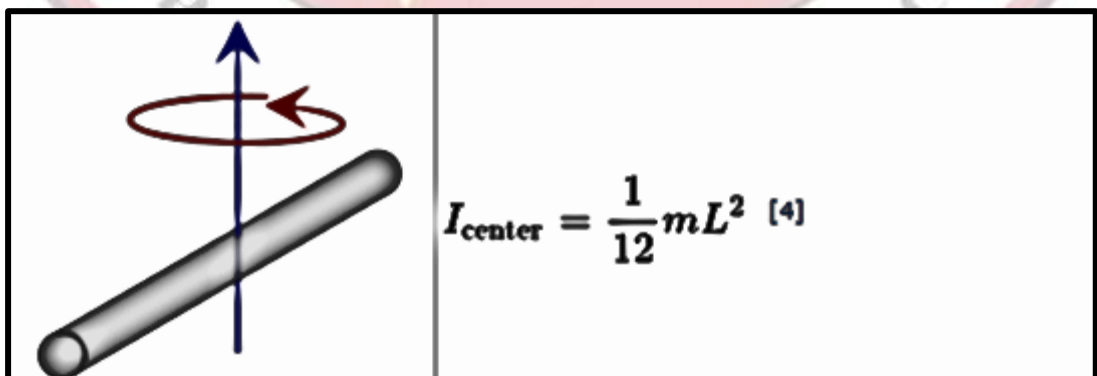
สูตรโมเมนต์ความเฉื่อย



2.3 แท่งวัตถุยาว L และมีมวล m หมุนอยู่ตรงกลางซึ่งเป็นกรณีหนึ่งของแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าบาง ที่มีแกนหมุนอยู่ที่จุดกึ่งกลางของแผ่นมีความกว้าง $w = L$ และความยาว $h = 0$

รูปทรงวัตถุ

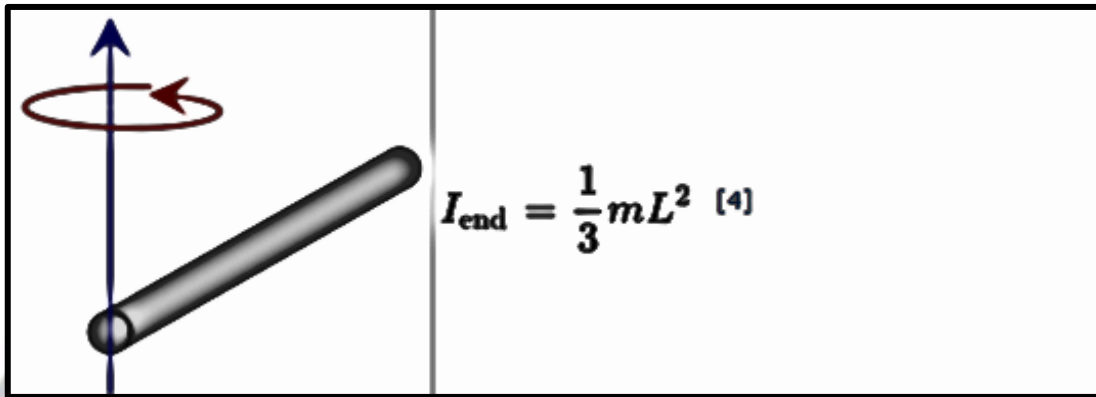
สูตรโมเมนต์ความเฉื่อย



2.4 แท่งวัตถุยาว L และมีมวล m จุดหมุนอยู่ที่ปลายแท่งซึ่งเป็นกรณีหนึ่งของแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าบางที่มีแกนหมุนอยู่ที่ขอบแผ่นมีความกว้าง $w = 0$ และความยาว $h = L$

รูปทรงวัตถุ

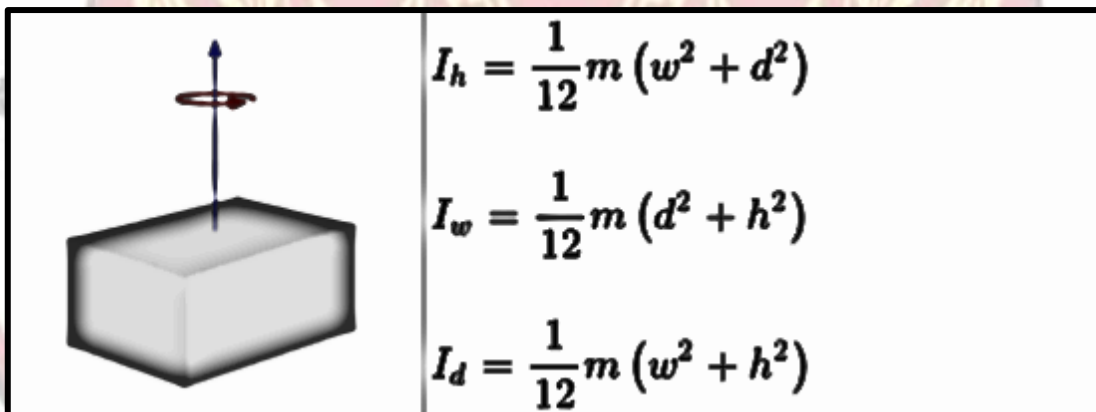
สูตรโมเมนต์ความเฉื่อย



2.5 ทรงสี่เหลี่ยมตัน กว้าง w ยาว d สูง h และมีมวล m สำหรับลูกบาศก์ที่มีความยาวด้าน s จะมีโมเมนต์ความเฉื่อย

รูปทรงวัตถุ

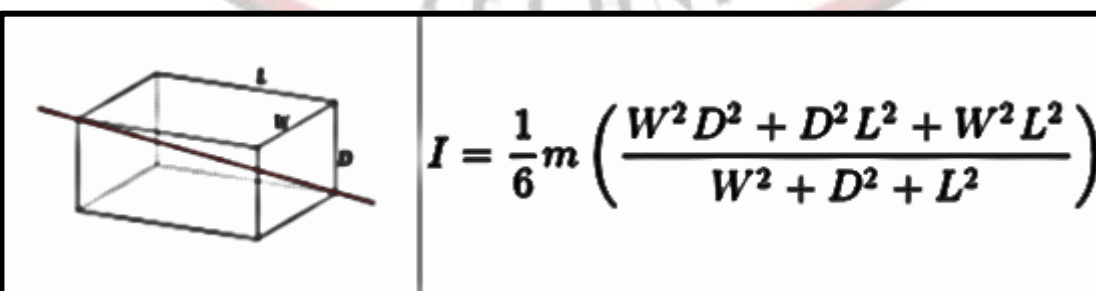
สูตรโมเมนต์ความเฉื่อย



2.6 ทรงสี่เหลี่ยมตัน กว้าง w ยาว d สูง h และมีมวล m หมุนรอบเส้นทแยงมุมที่ยาวที่สุด สำหรับลูกบาศก์ที่มีความยาวด้าน s จะมีโมเมนต์ความเฉื่อย

รูปทรงวัตถุ

สูตรโมเมนต์ความเฉื่อย



3. การหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงใดๆ

การหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงใด ๆ ที่ประกอบด้วยพื้นที่มาตรฐาน อันได้แก่ สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม ครึ่งวงกลม วงรีและครึ่งวงรี มาประกอบกันเป็นรูปทรงใด ๆ สามารถกระทำได้ เช่นเดียวกับการหาจุดศูนย์กลางถ่วงของรูปทรงใด ๆ โดยมีหลักการดังนี้

1. แบ่งพื้นที่ย่อยให้มีพื้นที่ตรงตามรูปแบบมาตรฐานที่กำหนด
2. หาโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ย่อยแต่ละรูป
3. รายการของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ย่อยไปยังแนวแกนหลักที่ตัดกับจุดศูนย์กลางถ่วงของรูปทรงที่พิจารณาซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

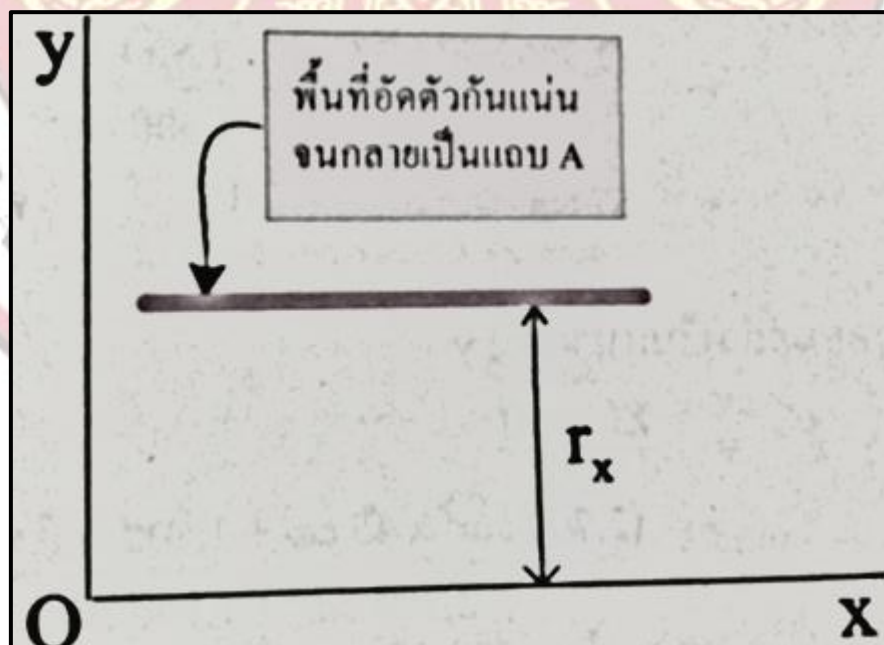
4. รวมผลของโมเมนต์ความเฉื่อยที่ได้ทำการย้ายแกนแล้วตามเครื่องหมายของแต่ละรูป

ในกรณีของหน้าตัดของรูปทรงใด ๆ ที่ไม่เป็นรูปทรงมาตรฐาน เช่น รูปตัว T, I การหา โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแนวแกนสะเทินของหน้าตัดนี้ ต้องอาศัยหลักการย้ายแกนของโมเมนต์ความเฉื่อย ดังนี้

โมเมนต์ความเฉื่อยของรูปตัดของรูปทรงพิจารณารอบแนวแกนใด ๆ ซึ่งขนานกับแนวแกน สะเทิน มีค่าเท่ากับโมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนสะเทินของรูปตัดของรูปพิจารณานั้นบวกกับผลคูณ ของพื้นที่ของรูปตัดกับกำลังสองของระยะทางจากแนวแกนใดๆ จนถึงแนวแกนสะเทิน

4. รัศมีไจเรชั่น

รัศมีไจเรชั่น รัศมีของการหมุน (Radius of Gyration) รัศมีของการหมุน (k) คือ จินตนาการว่าพื้นที่ถูกรวมเป็นแถบบาง ขนานกับแกนใดแกนหนึ่ง โดยมีระยะห่างจากแกนคือ k โดยยังมีค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่เท่าเดิม



รูปที่ 6.2 รัศมีไจเรชั่น

จากรูป จะได้สมการ ดังนี้

$$I_x = A * r_x^2$$

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

เพราะฉะนั้น รัศมีไจเรชั่นในแนวแกน x และ R_x จะเท่ากับ $\sqrt{\frac{I_x}{A}}$

เพราะฉะนั้น รัศมีไจเรชั่นในแนวแกน y และ R_y จะเท่ากับ $\sqrt{\frac{I_y}{A}}$

สรุปเนื้อหา

1. โมเมนต์ความเฉื่อย เป็นคุณสมบัติของวัตถุที่จะกำหนดค่าความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความเร็วเชิงมุมรอบแกนของการหมุนของมัน มันเป็นวิธีการหมุนของวัตถุอันเป็นผลมาจากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน, ซึ่งระบุว่า "วัตถุทุกชนิดจะรักษาสภาพหยุดนิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอเป็นเส้นตรงนอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ" ในบริบทนี้ความเฉื่อยหมายถึงความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง
2. โมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงมาตรฐาน สามารถคำนวณเป็นสูตรของโมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงต่างๆ โดยพิจารณาแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลาง
3. การหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงใด ๆ ที่ประกอบด้วยพื้นที่มาตรฐาน อันได้แก่ สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม ครึ่งวงกลม วงรีและครึ่งวงรี มาประกอบกันเป็นรูปทรงใด ๆ สามารถกระทำได้ เช่นเดียวกับการหาจุดศูนย์กลางของรูปทรงใด ๆ
4. รัศมีไจเรชั่น รัศมีของการหมุน (Radius of Gyration) รัศมีของการหมุน (k) คือ จินตนาการว่าพื้นที่ถูกรวมเป็นแถบบาง ขนานกับแกนใดแกนหนึ่ง โดยมีระยะห่างจากแกนคือ k โดยยังมีค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่เท่าเดิม

- ด้านทักษะ (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4)

ใบงานที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย

- ด้านคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

1. เพื่อให้เห็นคุณค่าของการใช้หน่วยต่างๆ และวิธีการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย และสามารถนำไปใช้ต่อยอดในรายวิชาและการศึกษาในระดับสูงต่อไปได้อย่างถูกต้อง



กิจกรรมการเรียนรู้หรือการสอนหรือการเรียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที) 1. ผู้สอนจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน ใบงาน พร้อมกับแนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย 2. ผู้สอนทำการเช็คชื่อ แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 6 และขอให้ผู้เรียนร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนการสอน 3. ผู้สอนทำการสอบถามผู้เรียนก่อนเข้าสู่เนื้อหา เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย พร้อมให้คำอธิบายเพิ่มเติมจากสิ่งที่ผู้เรียนกล่าวมา 2. ชี้นำให้ความรู้ (240 นาที) 1. ผู้สอนเปิด PowerPoint หน่วยที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย และทำการสอนโดยให้ผู้เรียนทำการจดบันทึกข้อมูลเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้รับฟังจากผู้สอน และสามารถสอบถามข้อมูล ข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลโมเมนต์ความเฉื่อยตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint ในการนำไปใช้ในการคำนวณตามโจทย์ปัญหา โมเมนต์ความเฉื่อย 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (80 นาที) 1. ผู้สอนนำผู้เรียนมาลงมือคำนวณตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint พร้อมแจกใบงานที่ 6 โมเมนต์ความเฉื่อย 2. ผู้สอนให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต	1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที) 1. ผู้เรียนเตรียมอุปกรณ์การเรียน และฟังครูผู้สอนแนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย 2. ผู้เรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 6 และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม 3. ผู้เรียนอธิบายโมเมนต์ความเฉื่อยตามที่เข้าใจ พร้อมให้เหตุผลประกอบ 2. ชี้นำให้ความรู้ (240 นาที) 1. ผู้เรียนทำการศึกษาตาม PowerPoint หน่วยที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย และให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถสอบถามข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลโมเมนต์ความเฉื่อยตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (80 นาที) 1. ผู้เรียนทำใบงานที่ 6 โมเมนต์ความเฉื่อย 2. ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้หรือการเียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
4. ขั้นสรุปและประเมินผล (20 นาที) 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียน ให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้สอนทำการมอบหมายแบบฝึกหัดให้กับผู้เรียน 3. ผู้สอนทำการตรวจใบงานที่ 6 โหมดเมนต์ความเฉื่อยพร้อมกับบันทึกผลคะแนน 4. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4) (รวม 360 นาที หรือ 6 คาบเรียน)	4. ขั้นสรุปและประเมินผล (20 นาที) 1. ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้เรียนนำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายไปทำที่บ้านของตัวผู้เรียน แล้วนำเสนอในคาบเรียนอาทิตย์หน้า 3. ผู้เรียนนำคะแนนจากการทำใบงานที่ 6 มาประเมินเพื่อดูความก้าวหน้าของตนเอง 4. ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4)

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมการวัดผลและประเมินผล

ก่อนเรียน

11. จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนหน่วยที่ 6
12. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยที่ 6 และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในหน่วยที่ 6

ขณะเรียน

6. ทำใบงานที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย

หลังเรียน

11. สรุปเนื้อหา เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย หลังจากที่ได้ทำการสอนเสร็จสิ้นแล้ว
12. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ใบงานที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

สื่อสิ่งพิมพ์

11. เอกสารประกอบการสอนวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1-4)
12. ใบงานที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านทักษะ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1-4)

สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

11. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
12. PowerPoint เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย

สื่อของจริง



แหล่งการเรียนรู้

ในสถานศึกษา

1. ห้องสมุด วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
2. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ศึกษาหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

นอกสถานศึกษา

1. สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้เครื่องมือสื่อสารเฉพาะบุคคล
2. ห้องสมุดสาธารณะในจังหวัดสมุทรสงคราม

การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

11. บูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ช่วงยนต์
12. บูรณาการกับวิชากลศาสตร์เครื่องกล



การประเมินผลการเรียนรู้

● หลักการประเมินผลการเรียนรู้

ก่อนเรียน

6. ความรู้ก่อนเบื้องต้นก่อนการเรียนการสอน

ขณะเรียน

5. ใบงานที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย

หลังเรียน

11. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
12. ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ผลสำเร็จของผู้เรียน

11. ตรวจใบงานที่ 6 เรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย
12. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สมรรถนะที่พึงประสงค์

ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อย

1. สร้างนิสัยในการคิด วิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อย ก่อนการนำไปใช้งาน ในการคำนวณเรื่องอื่นๆ
2. สามารถประยุกต์ในการคำนวณได้อย่างถูกต้อง
3. การประยุกต์ความรู้สู่งานอาชีพในอนาคต

สมรรถนะการปฏิบัติงานอาชีพ

1. นำความรู้ สมการ สูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโมเมนต์ความเฉื่อย ไปใช้คำนวณในรายวิชาและใช้ชีวิตประจำวันได้เบื้องต้น

สมรรถนะการขยายผล

ความสอดคล้อง

จากการเรียนเรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย ให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มเกี่ยวกับวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณเบื้องต้นที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยจุดมุ่งหมายสำคัญในการศึกษาวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม ก็เพื่อให้นักศึกษาสาขาวิชาช่างยนต์ มีความรู้ ความสามารถ และมีความเข้าใจในเรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

รายละเอียดการประเมินผลการเรียนรู้

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1 บอกความหมายของหลักการของโมเมนต์ความเฉื่อยได้อย่างถูกต้อง
 16. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 17. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 18. เกณฑ์การให้คะแนน : บอกความหมายของหลักการของโมเมนต์ความเฉื่อยได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 2 บอกความหมายหลักการของโมเมนต์ความเฉื่อยและนำไปใช้ได้ถูกต้อง
 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 2. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 3. เกณฑ์การให้คะแนน : บอกความหมายหลักการของโมเมนต์ความเฉื่อยและนำไปใช้ได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 3 เปรียบเทียบประเภทของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ในทางวิศวกรรมได้
อย่างถูกต้อง
 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 2. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 3. เกณฑ์การให้คะแนน : เปรียบเทียบประเภทของโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ในทาง
วิศวกรรมได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 4 คำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยได้อย่างถูกต้อง
 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 2. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 3. เกณฑ์การให้คะแนน : คำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน



แผนการสอน/แผนการเรียนรู้ภาคทฤษฎี

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม	สอนสัปดาห์ที่ 14 - 15
	ชื่อหน่วย แรงเสียดทาน	คาบรวม 45
ชื่อเรื่อง แรงเสียดทาน		จำนวนคาบ 6
หัวข้อเรื่อง ด้านความรู้ 1. นิยามและประเภทของแรงเสียดทาน 2. คุณสมบัติของแรงเสียดทาน 3. สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน 4. แรงเสียดทานในเครื่องจักรกล ด้านทักษะ 1. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ 2. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะเปรียบเทียบประเภทของแรงเสียดทานของพื้นที่ในทางวิศวกรรมได้ 3. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณหาค่าแรงเสียดทานได้ ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง 1. ความรับผิดชอบ ความประหยัด ความขยัน ความอดทน การแบ่งปัน 2. ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบรู้ รอบคอบ สาระสำคัญ แรงเสียดทาน (Friction) คือ แรงต้านการเคลื่อนที่บนผิวสัมผัสที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุ หรือแรงที่ต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุไปบนพื้นผิวสัมผัส ซึ่งส่งผลให้วัตถุดังกล่าวเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่งไปในท้ายที่สุด ดังนั้น แรงเสียดทานจึงมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ และมีขนาดขึ้นอยู่กับ ลักษณะของพื้นผิวสัมผัส และ แรงหรือน้ำหนัก ที่กระทำในลักษณะตั้งฉากต่อพื้นผิวดังกล่าว หากแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสมีขนาดมากเท่าใดย่อมส่งผลให้เกิดแรงเสียดทานมากขึ้นเท่านั้น สมรรถนะอาชีพประจำหน่วย ความสำคัญของการเรียนรู้เกี่ยวกับแรงเสียดทาน (Friction) รวมไปถึงการคำนวณหาค่าต่างๆ ตามที่ต้องการ		

เพื่อใช้ในงานอาชีพ

จุดประสงค์การสอน/การเรียนรู้

- จุดประสงค์ทั่วไป / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

19. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมาย ปริมาณของแรงเสียดทาน รวมถึงการหาค่าแรงเสียดทานได้
20. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ โดยมีเหตุผลตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและคุณลักษณะ 3D (คุณธรรม และจริยธรรม)

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม / บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

29. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายของหลักการของแรงเสียดทานได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
30. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายหลักการของแรงเสียดทานและนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
31. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบประเภทของแรงเสียดทานของพื้นที่ในทางวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
32. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่าแรงเสียดทานได้อย่างถูกต้อง (ด้านความรู้และด้านทักษะ)
33. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเตรียมความพร้อม ด้านการเรียนรู้ (ด้านคุณธรรม และจริยธรรม)

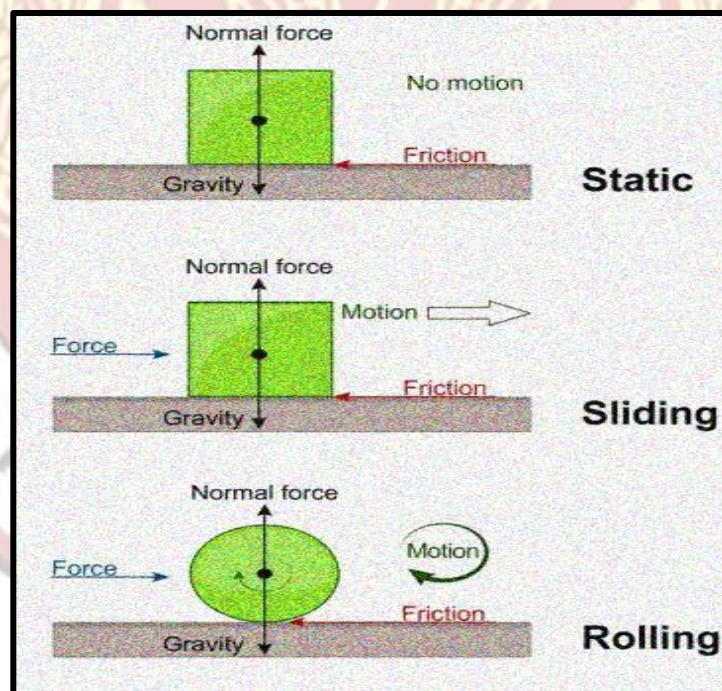
เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (ทฤษฎี)

1. แรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน (Friction) คือแรงต้านการเคลื่อนที่บนผิวสัมผัสที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุ หรือแรงที่ต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุไปบนพื้นผิวสัมผัส ซึ่งส่งผลให้วัตถุดังกล่าวเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่งไปในท้ายที่สุด ดังนั้น แรงเสียดทานจึงมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ และมีขนาดขึ้นอยู่กับ ลักษณะของพื้นผิวสัมผัส และ แรงหรือน้ำหนัก ที่กระทำในลักษณะตั้งฉากต่อพื้นผิวดังกล่าว หากแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสมีขนาดมากเท่าใดย่อมส่งผลให้เกิดแรงเสียดทานมากขึ้นเท่านั้น

แรงเสียดทานจะกระทำในทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าไม่มีแรงเสียดทานวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราคงตัวตลอดการเคลื่อนที่ แต่เมื่อมีแรงเสียดทานวัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลงเรื่อย ๆ จนหยุดนิ่งในที่สุด ขนาดของแรงเสียดทานจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส และน้ำหนักของวัตถุที่กดลงบนอีกพื้นผิวหนึ่งเป็นหลัก หากน้ำหนักของวัตถุมาก แรงที่กดลงบนพื้นผิวอีกพื้นผิวหนึ่งก็จะมาก แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นก็จะมีมาก อีกทั้งหากวัตถุต้องเคลื่อนที่บนพื้นผิวขรุขระมาก ก็จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นมากกว่าตอนเคลื่อนที่อยู่บนพื้นผิวที่ขรุขระน้อย



รูปที่ 7.1 แรงเสียดทานในรูปทรงต่างๆ

ประเภทของแรงเสียดทาน

ประเภทของแรงเสียดทาน แรงเสียดทานจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1 แรงเสียดทานชนิดแห้ง (Dry Friction) คือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสกันของวัตถุที่มีสถานะเป็นของแข็ง โดยแรงเสียดทานชนิดแห้งสามารถจำแนกออกเป็น 2 ชนิดย่อย คือ

- แรงเสียดทานสถิต (Static Friction) คือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสถานะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วหยุดนิ่งอยู่กับที่
- แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic Friction) คือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสถานะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

1.2 แรงเสียดทานในของไหล (Fluid Friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของวัตถุในของไหล (Fluid) หรือการเคลื่อนที่ของวัตถุในสสารที่มีสถานะเป็นของเหลวและก๊าซ เช่น ความต้านทานของอากาศที่กระทำต่อเครื่องบินหรือการต้านทานของน้ำที่กระทำต่อเรือ เป็นต้น

1.3 แรงเสียดทานจากการหมุน (Rolling Friction) คือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลมหรือมีพื้นผิวกลมบนพื้นผิวสัมผัส เช่น การเคลื่อนที่ของลูกบอลหรือล้อรถบนถนน

ประโยชน์ของแรงเสียดทาน

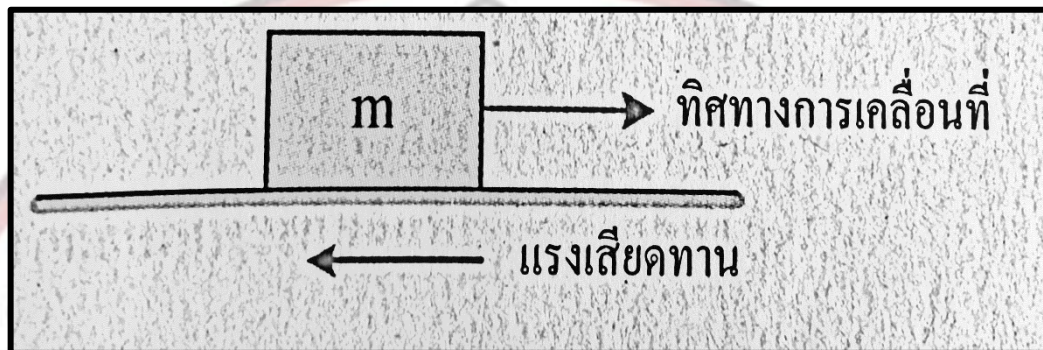
แรงเสียดทานมีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์มายาวนาน ตั้งแต่ยุคสมัยของการริเริ่มจุดไฟ การนำหินมากระทบกัน หรือการนำกิ่งไม้แห้งมาขัดสีเพื่อสร้างประกายไฟ ต่างเป็นผลมาจากการใช้ประโยชน์ของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุ ทำให้พลังงานการเคลื่อนที่บางส่วนถูกแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

ปัจจุบัน แรงเสียดทานยังคงเป็นตัวแปรสำคัญในการประดิษฐ์และสร้างสรรค์สิ่งของมากมายโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์หรือยานพาหนะต่าง ๆ ในอดีต มนุษย์มีการนำท่อนไม้ทรงกลมมาใช้แทนล้อหรือการนำท่อนไม้มาประดิษฐ์เป็นล้อเกวียน จนกระทั่งสามารถประดิษฐ์ล้อรถยนต์ในท้ายที่สุด วัตถุทรงกลมเหล่านี้ถูกนำมาใช้เพื่อลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นผิวและยังใช้แรงเสียดทานให้เป็นประโยชน์ในการหมุนวงล้อไปข้างหน้า เช่นเดียวกับความสามารถในการยึดเกาะบนพื้นผิวสัมผัสที่ทำให้เราบังคับทั้งทิศทางและการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ตามต้องการ

2. คุณสมบัติของแรงเสียดทาน

คุณสมบัติของแรงเสียดทาน (Property of Friction)

1. พื้นผิวของผิวสัมผัสไม่มีอิทธิพลต่อแรงเสียดทาน
2. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อแรงเสียดทานไม่มากเท่าใดนัก
3. แรงเสียดทานจะเป็นปฏิภาคกับแรงปฏิกิริยาที่ตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป
4. แรงเสียดทานจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูป



รูปที่ 7.2 ทิศทางของแรงเสียดทาน

5. วัตถุที่มีการเคลื่อนที่ในอัตราเร็วสูง ค่าของแรงเสียดทานจะมีค่าน้อยลงเมื่อมีความเร็วเพิ่มขึ้น
6. วัตถุที่มีการเคลื่อนที่ในอัตราเร็วต่ำ ค่าของแรงเสียดทานจะไม่ขึ้นอยู่กับอัตราเร็ว

การลดแรงเสียดทาน

1. การใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบี
2. การใช้ระบบลูกปืน
3. การใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ตลับลูกปืน
4. การออกแบบรูปร่างของยานพาหนะให้เพรียวลมทำให้ลดแรงเสียดทาน

การเพิ่มแรงเสียดทาน

1. ยางรถยนต์มีดอกยางเป็นลวดลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน
2. การหยุดรถต้องเพิ่มแรงเสียดทานที่เบรก เพื่อหยุดหรือทำให้รถแล่นช้าลง

3. สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (Coefficient of Friction) คือ ค่าอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทาน F กับแรงปฏิกิริยาที่ผิวสัมผัสกระทำกับวัตถุในแนวตั้งฉาก N ดังนี้

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

เมื่อ μ = สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

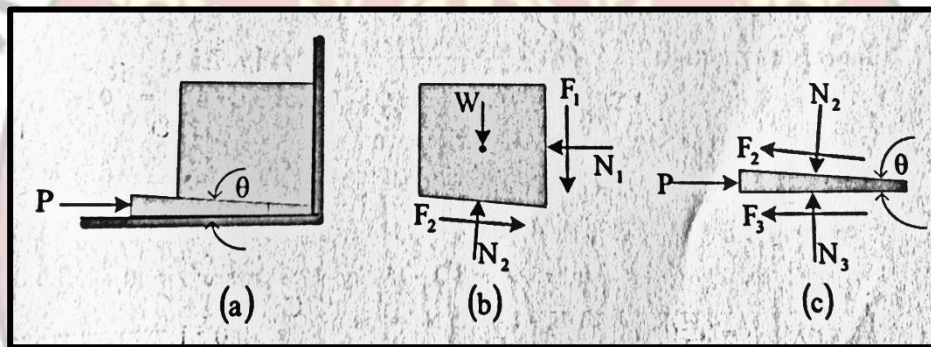
F = แรงเสียดทาน (N)

N = แรงปฏิกิริยาที่ผิวสัมผัสกระทำกับวัตถุในแนวตั้งฉาก

4. แรงเสียดทานในเครื่องจักรกล

แรงเสียดทานในเครื่องจักรกล (Friction in Machines) มีผลเสียต่อการทำงานของเครื่องจักรกล มาก เช่น ทำให้ชิ้นส่วนสึกหรอ เกิดความร้อน สูญเสียพลังงาน มีเสียงดัง ฯลฯ แต่ในทางตรงกันข้าม กลับมีประโยชน์อย่างยิ่ง ในบางระบบ เช่น คลัตช์ เบรก เป็นต้น ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเฉพาะลิ้มและ สกรูเท่านั้น

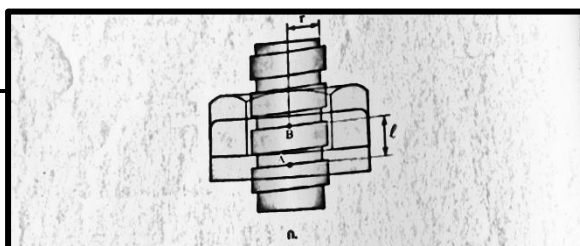
ลิ้ม (Wedges) เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากวัตถุที่มีปลายเป็นมุมลาดเอียงมาอีกด้านหนึ่ง ใช้ในการยกหรือเลื่อน วัตถุที่มีขนาดและน้ำหนักมากกว่า โดยออกแรงน้อยกว่าด้วยการเลื่อนระยะของลิ้ม ทิศทางของแรง ที่ดันลิ้มจะตั้งฉากกับน้ำหนักที่จะยกเสมอ



รูปที่ 7.3 ลิ้ม (Wedges)

สกรู (Screws) เป็นกลไกที่ใช้ยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรกลเพื่อใช้ในการส่งถ่ายกำลังหรือการเคลื่อนที่ โดยมีแรงเสียดทานระหว่างเกลียวเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้สกรูคลายตัว ในที่นี้จะกล่าว เฉพาะสกรูที่มีเกลียวแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square-threaded Screws) สำหรับสกรูที่มีเกลียวเป็นแบบอื่น ก็ใช้หลักการเดียวกัน

พิจารณาสกรูที่มีเกลียวแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังรูป เมื่อหมุนสกรูหนึ่งรอบตำแหน่ง A จะเคลื่อนที่ไปยัง B เป็นระยะทางตามแนวแกน / เรียกว่า ระยะเคลื่อนของเกลียวเมื่อหมุนหนึ่งรอบ B ซึ่งเท่ากับระยะระหว่างเกลียว (Pitch) ส่วนสกรูที่มีเกลียวเดี่ยว (Single threaded Screws) ดังรูป การเคลื่อนที่ของแป้นเกลียวนี้เป็นการเคลื่อนที่ขึ้นตามพื้นเอียงเป็นระยะทาง $2\pi r$ ยกกระดับ สูงตามแนวแกนและ มุมของพื้นเอียง $\theta = \tan^{-1} * (L / (2\pi r))$) เรียกว่า มุมระยะเกลียว (Load Angle)



รูปที่ 7.4 สกรู

สรุปเนื้อหา

1. แรงเสียดทาน (Friction) คือแรงต้านการเคลื่อนที่บนผิวสัมผัสที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุ หรือแรงที่ต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุไปบนพื้นผิวสัมผัส ซึ่งส่งผลให้วัตถุดังกล่าวเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่งไปในท้ายที่สุด ดังนั้น แรงเสียดทานจึงมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ และมีขนาดขึ้นอยู่กับ ลักษณะของพื้นผิวสัมผัส และ แรงหรือน้ำหนัก ที่กระทำในลักษณะตั้งฉากต่อพื้นผิวดังกล่าว หากแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสมีขนาดมากเท่าใดย่อมส่งผลให้เกิดแรงเสียดทานมากขึ้นเท่านั้น

2. คุณสมบัติของแรงเสียดทาน

คุณสมบัติของแรงเสียดทาน (Property of Friction)

1. พื้นผิวสัมผัสไม่มีอิทธิพลต่อแรงเสียดทาน
2. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อแรงเสียดทานไม่มากเท่าใดนัก
3. แรงเสียดทานจะเป็นปฏิกิริยากับแรงปฏิกิริยาที่ตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

ต่อไป

4. แรงเสียดทานจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่
5. วัตถุที่มีการเคลื่อนที่ในอัตราเร็วสูง ค่าของแรงเสียดทานจะมีค่าน้อยลงเมื่อมีความเร็วเพิ่มขึ้น

เพิ่มขึ้น

6. วัตถุที่มีการเคลื่อนที่ในอัตราเร็วต่ำ ค่าของแรงเสียดทานจะไม่ขึ้นอยู่กับอัตราเร็ว

3. สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (Coefficient of Friction) คือ ค่าอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทาน F กับแรงปฏิกิริยาที่ผิวสัมผัสกระทำกับวัตถุในแนวตั้งฉาก N

4. แรงเสียดทานในเครื่องจักรกล (Friction in Machines) มีผลเสียต่อการทำงานของเครื่องจักรกล มาก เช่น ทำให้ชิ้นส่วนสึกหรอ เกิดความร้อน สูญเสียพลังงาน มีเสียงดัง ฯลฯ แต่ในทางตรงกันข้าม กลับมีประโยชน์อย่างยิ่งในบางระบบ เช่น คลัตช์ เบรก เป็นต้น ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเฉพาะลิ้มและ สกรูเท่านั้น

- ด้านทักษะ (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4)

ใบงานที่ 7 เรื่อง แรงเสียดทาน

- ด้านคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

1. เพื่อให้เห็นคุณค่าของการใช้หน่วยต่างๆ และวิธีการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง แรงเสียดทาน และสามารถนำไปใช้ต่อยอดในรายวิชาและการศึกษาในระดับสูงต่อไปได้อย่างถูกต้อง



กิจกรรมการเรียนรู้หรือการสอนหรือการเรียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที) 1. ผู้สอนจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน ใบงาน พร้อมกับแนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน 2. ผู้สอนทำการเช็คชื่อ แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 7 และขอให้ผู้เรียนร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนการสอน 3. ผู้สอนทำการสอบถามผู้เรียนก่อนเข้าสู่เนื้อหา เรื่อง แรงเสียดทาน พร้อมให้คำอธิบายเพิ่มเติมจากสิ่งที่ผู้เรียนกล่าวมา 2. ชี้นำให้ความรู้ (240 นาที) 1. ผู้สอนเปิด PowerPoint หน่วยที่ 7 เรื่อง แรงเสียดทาน และทำการสอนโดยให้ผู้เรียนทำการจดบันทึกข้อมูลเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้รับฟังจากผู้สอน และสามารถสอบถามข้อมูล ข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลแรงเสียดทานตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint ในการนำไปใช้ในการคำนวณตามโจทย์ปัญหา เรื่อง แรงเสียดทาน 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (80 นาที) 1. ผู้สอนนำผู้เรียนมาลงมือคำนวณตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint พร้อมแจกใบงานที่ 7 แรงเสียดทาน 2. ผู้สอนให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต	1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที) 1. ผู้เรียนเตรียมอุปกรณ์การเรียน และฟังครูผู้สอน แนะนำรายวิชา วิธีการให้คะแนนและวิธีการเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน 2. ผู้เรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนที่ 7 และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม 3. ผู้เรียนอธิบายแรงเสียดทานตามที่เข้าใจ พร้อมให้เหตุผลประกอบ 2. ชี้นำให้ความรู้ (240 นาที) 1. ผู้เรียนทำการศึกษาตาม PowerPoint หน่วยที่ 7 เรื่อง แรงเสียดทาน และให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถสอบถามข้อสงสัยระหว่างการเรียนจากผู้สอน 2. ผู้เรียนร่วมกันสังเกตข้อมูลแรงเสียดทานตามที่ได้ศึกษาจาก PowerPoint 3. ชี้นำประยุกต์ใช้ (80 นาที) 1. ผู้เรียนทำใบงานที่ 7 แรงเสียดทาน 2. ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

กิจกรรมการเรียนรู้หรือการเียนรู้	
ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
4. ขั้นสรุปและประเมินผล (20 นาที) 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียน ให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้สอนทำการมอบหมายแบบฝึกหัดให้กับผู้เรียน 3. ผู้สอนทำการตรวจใบงานที่ 7 แรงเสียดทาน พร้อมกับบันทึกผลคะแนน 4. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรจุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4) (รวม 360 นาที หรือ 6 คาบเรียน)	4. ขั้นสรุปและประเมินผล (20 นาที) 1. ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนให้มีความเข้าใจในทิศทางเดียวกัน 2. ผู้เรียนนำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายไปทำที่บ้านของตัวผู้เรียน แล้วนำส่งในคาบเรียนอาทิตย์หน้า 3. ผู้เรียนนำคะแนนจากการทำใบงานที่ 7 มาประเมินเพื่อดูความก้าวหน้าของตนเอง 4. ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียน ด้วย PowerPoint ที่จัดทำขึ้น (บรรจุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1-4)

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมการวัดผลและประเมินผล

ก่อนเรียน

13. จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนหน่วยที่ 7
14. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยที่ 7 และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในหน่วยที่ 7

ขณะเรียน

7. ทำใบงานที่ 7 เรื่อง แรงเสียดทาน

หลังเรียน

13. สรุปเนื้อหา เรื่อง แรงเสียดทาน หลังจากที่ได้ทำการสอนเสร็จสิ้นแล้ว
14. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

ผลงาน/ชิ้นงาน/ความสำเร็จของผู้เรียน

1. ใบงานที่ 7 เรื่อง แรงเสียดทาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

สื่อสิ่งพิมพ์

13. เอกสารประกอบการสอนวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม

(ใช้ประกอบการเรียนการสอนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1-4)

14. ใบงานที่ 7 เรื่อง แรงเสียดทาน

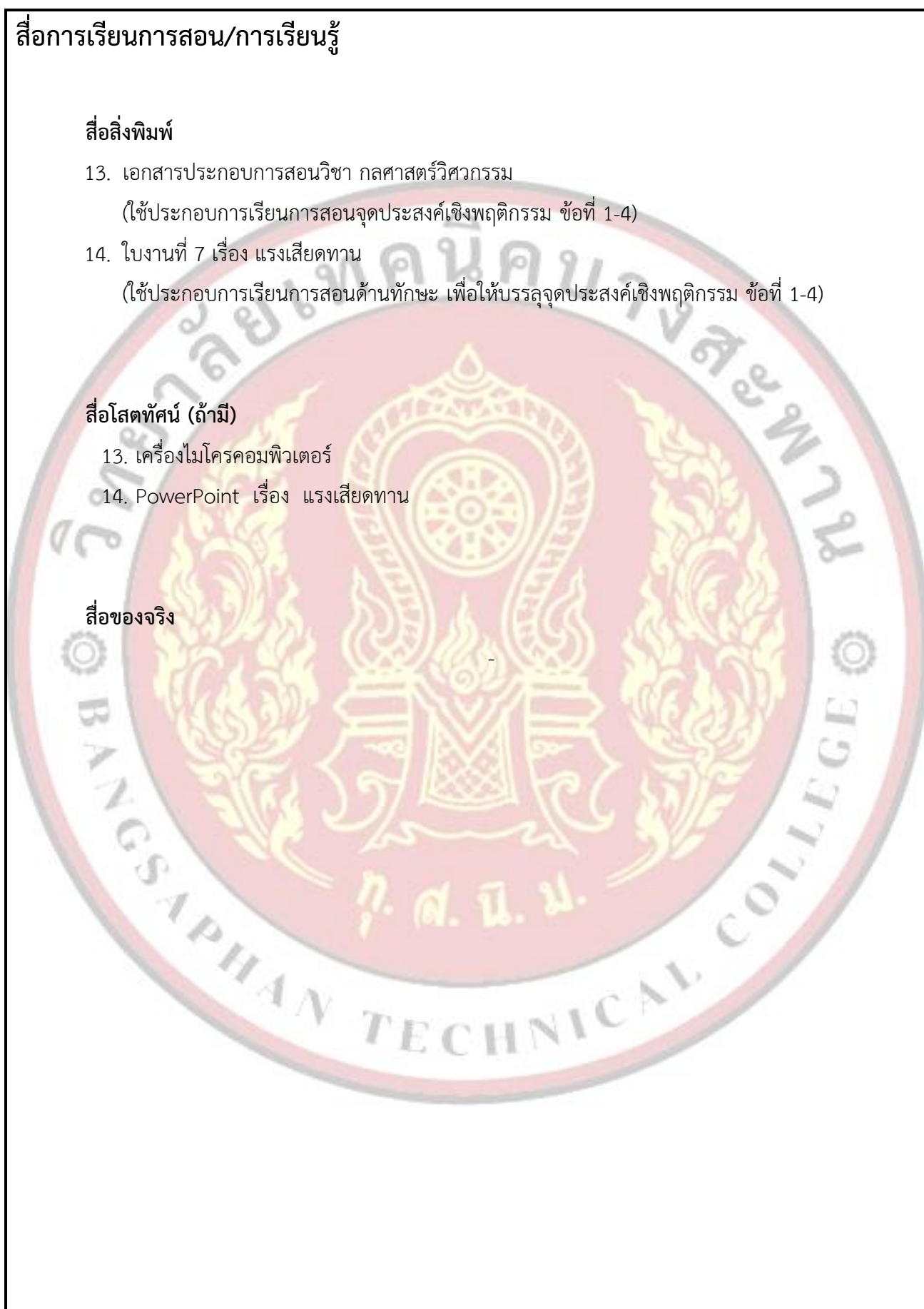
(ใช้ประกอบการเรียนการสอนด้านทักษะ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1-4)

สื่อโสตทัศน (ถ้ามี)

13. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

14. PowerPoint เรื่อง แรงเสียดทาน

สื่อของจริง



แหล่งการเรียนรู้

ในสถานศึกษา

1. ห้องสมุด วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
2. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ศึกษาหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

นอกสถานศึกษา

1. สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้เครื่องมือสื่อสารเฉพาะบุคคล
2. ห้องสมุดสาธารณะในจังหวัดสมุทรสงคราม

การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

13. บูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ช่วงชั้น
14. บูรณาการกับวิชาพลศึกษาเครื่องกล

การประเมินผลการเรียนรู้

- หลักการประเมินผลการเรียนรู้

ก่อนเรียน

7. ความรู้ก่อนเบื้องต้นก่อนการเรียนการสอน

ขณะเรียน

6. ใบงานที่ 7 เรื่อง แรงเสียดทาน

หลังเรียน

13. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
14. ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

ผลงาน/ชิ้นงาน/ผลสำเร็จของผู้เรียน

13. ตรวจใบงานที่ 7 เรื่อง แรงเสียดทาน
14. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สมรรถนะที่พึงประสงค์

ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแรงเสียดทาน

1. สร้างนิสัยในการคิด วิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับแรงเสียดทาน ก่อนการนำไปใช้งานในการคำนวณเรื่องอื่นๆ
2. สามารถประยุกต์ในการคำนวณได้อย่างถูกต้อง
3. การประยุกต์ความรู้สู่งานอาชีพในอนาคต

สมรรถนะการปฏิบัติงานอาชีพ

1. นำความรู้ สมการ สูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงเสียดทาน ไปใช้คำนวณในรายวิชาและใช้ชีวิตประจำวันได้เบื้องต้น

สมรรถนะการขยายผล

ความสอดคล้อง

จากการเรียนเรื่อง แรงเสียดทาน ให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณเบื้องต้นที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยจุดมุ่งหมายสำคัญในการศึกษาวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม ก็เพื่อให้นักศึกษาสาขาวิชาช่างยนต์ มีความรู้ ความสามารถ และมีความเข้าใจในเรื่อง แรงเสียดทาน เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

รายละเอียดการประเมินผลการเรียนรู้

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 1 อธิบายความหมายของหลักการของแรงเสียดทานได้อย่างถูกต้อง
 19. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 20. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 21. เกณฑ์การให้คะแนน : อธิบายความหมายของหลักการของแรงเสียดทานได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 2 อธิบายความหมายหลักการของแรงเสียดทานและนำไปใช้ได้ถูกต้อง
 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 2. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 3. เกณฑ์การให้คะแนน : อธิบายความหมายหลักการของแรงเสียดทานและนำไปใช้ได้
อย่างถูกต้อง จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 3 เปรียบเทียบประเภทของแรงเสียดทานของพื้นที่ในทางวิศวกรรมได้
อย่างถูกต้อง
 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 2. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 3. เกณฑ์การให้คะแนน : เปรียบเทียบประเภทของแรงเสียดทานของพื้นที่ในทางวิศวกรรมได้
จะได้ข้อละ 1 คะแนน
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ 4 คำนวณหาค่าแรงเสียดทานได้อย่างถูกต้อง
 1. วิธีการประเมิน : ทดสอบ
 2. เครื่องมือ : แบบทดสอบ
 3. เกณฑ์การให้คะแนน : คำนวณหาค่าแรงเสียดทานได้ จะได้ข้อละ 1 คะแนน

