

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13

ภาคเรียนที่ 1/2551

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว33101)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นิสิตฝึกสอน นางสาวประภาวดี คำดอนหัน

เรื่อง โมเมนต์ของแรง

เวลา 2 คาบ

สัปดาห์ที่ 9 วันที่ 6-8 ส.ค. 51

ห้อง 3/3, 3/4

อาจารย์นิเทศ อาจารย์เกริก ศักดิ์สุภาพ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

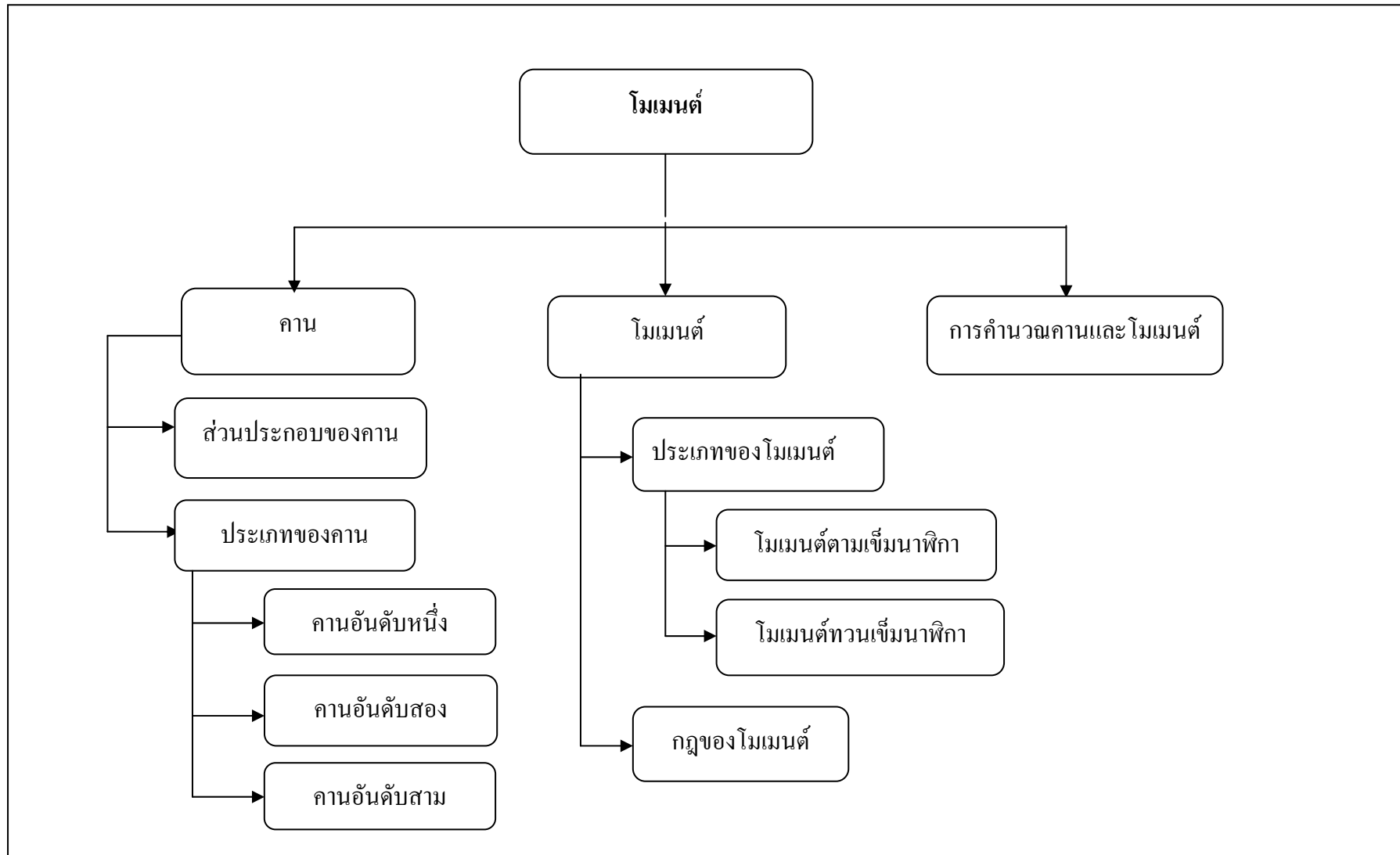
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1. เพื่อผลิตและพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยใช้กระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์
3. ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้สอนคิดค้นวิจัย เพื่อพัฒนาคุณภาพทางการศึกษาและเผยแพร่องค์ความรู้ให้กับสถาบันการศึกษาอื่นๆ

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของโรงเรียน

1. นักเรียนมีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหาการจัดการอย่างเป็นระบบรู้วิธีการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมจากสื่อ และแหล่งการศึกษาต่างๆ
2. นักเรียนมีความรู้ และมีทักษะพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพียงพอต่อการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง หรือศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษารวมทั้งรู้จักเลือกใช้ชีวิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันอย่างเหมาะสม และตระหนักถึงความสำคัญของการรักษาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ผังความคิด เรื่อง แรงที่กระทำต่อวัตถุ (โมเมนต์ของแรง)



สาระพื้นฐาน

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

ทดลองและอธิบายหลักการของโมเมนต์และวิเคราะห์โมเมนต์ในสถานการณ์ต่างๆรวมทั้งคำนวณ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

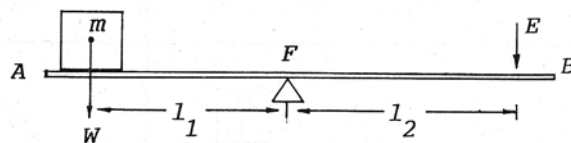
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1) อธิบายความหมายของโมเมนต์ได้
- 2) วิเคราะห์และคำนวณ โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่างๆ
- 3) ทดลองและอธิบายหลักการของโมเมนต์ของแรงในเชิงปริมาณ

สาระการเรียนรู้

คาน (Lever)

คาน คือ เครื่องกลชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นแท่งยาวแข็ง หมุนได้รอบจุดหมุนหรือจุดพิลครัม ใช้เพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการทำงาน เช่น ช่วยผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน



ภาพประกอบที่ 1 แสดงส่วนประกอบของคาน

W คือ น้ำหนักหรือแรงต้านทานที่กระทำกับคาน หน่วย นิวตัน

E คือ แรงที่ใช้หรือแรงพยายามที่ใช้ในการทำงาน หน่วย นิวตัน

F คือ จุดหมุนหรือจุดพิลครัม เมื่อมีแรงกระทำกับคาน โดยแนวแรงจะหมุนรอบจุดนี้

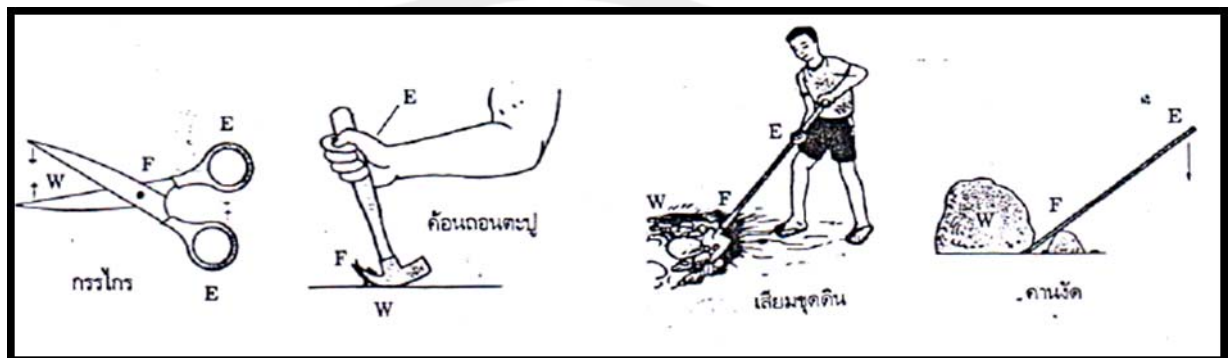
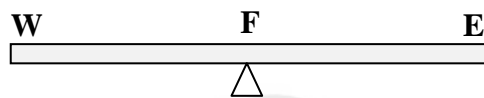
l_1 คือ ระยะทางตั้งฉากจากแนวแรง W ถึงจุด F เรียกแขนของแรงต้านทาน หน่วย m หรือ cm

l_2 คือ ระยะทางตั้งฉากจากแนวแรง E ถึงจุด F เรียกแขนของแรงพยายาม หน่วย m หรือ cm

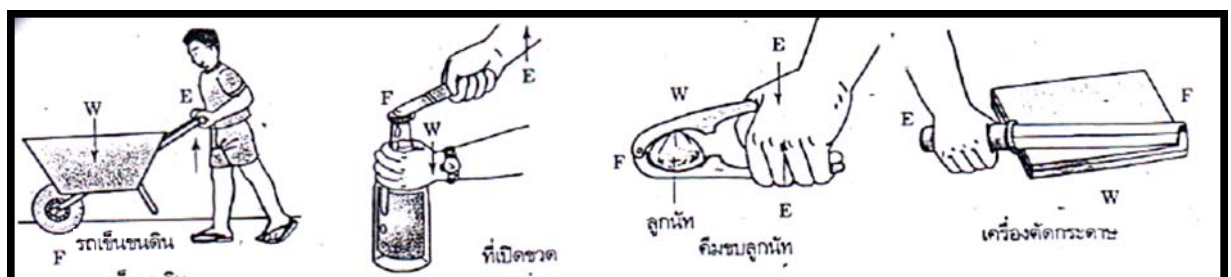
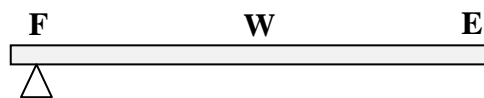
จากรูป คาน AB ขนาดสม่ำเสมอวางบนจุดรองรับ F ซึ่งอยู่ตรงจุดกึ่งกลางคาน น้ำหนักของคานตกผ่านจุด F ทำให้คานวางตัวนิ่งในแนวราบ อยู่ในสภาพที่เรียกว่า สภาวะสมดุล คือ คานจะไม่เคลื่อนที่และไม่หมุน

คานอาจจำแนกออกเป็น 3 ประเภท หรือ 3 อันดับ คือ

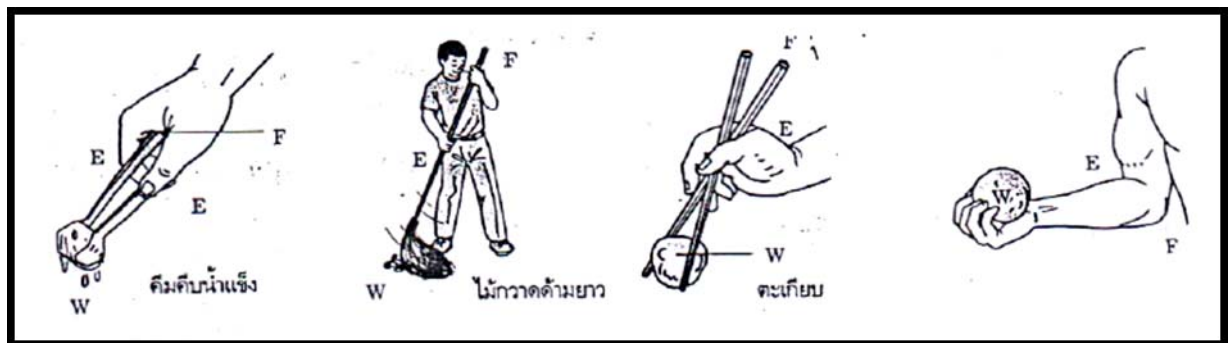
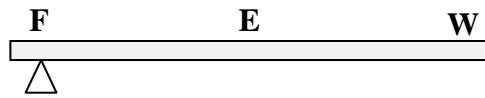
1. **คานอันดับหนึ่ง (First-class Lever)** เป็นคานที่มีจุดหมุนอยู่ระหว่างแรงพยายามกับแรงต้านทาน ได้แก่ ฆะแลง กรรไกรตัดผ้า ตาชั่งจีน คีมตัดลวด กรรเขียงเรือ ค้อนถอนตะปู เครื่องกลที่จัดเป็นคานอันดับหนึ่ง ส่วนใหญ่จะช่วยผ่อนแรง(ได้เปรียบเชิงกล)ถ้าแขนของแรงพยายามมากกว่าแขนของแรงต้านทาน



2. **คานอันดับสอง (Second-class Lever)** เป็นคานที่มีแรงต้านทานอยู่ระหว่างจุดหมุนกับแรงพยายาม ได้แก่ รถเข็นทราย ที่เปิดขวดน้ำอัดลม เครื่องตัดกระดาษ กรรไกรหนีบหมวก ที่หนีบก๊วย ที่เปิดกระป๋องนม เครื่องกลที่จัดเป็นคานอันดับสอง โดยทั่วไปจะช่วยผ่อนแรง(ได้เปรียบเชิงกล) เพราะแขนของแรงพยายามยาวกว่าแขนของแรงต้านทาน



3. กานอันดับสาม (Third-class Lever) เป็นกานที่มีแรงพยายามอยู่ระหว่างจุดหมุนกับแรงต้านทาน ได้แก่ คีมคิบน้ำแข็ง คีมคีบถ่าน แหนบ ไม้กวาด พลั่วตักดิน ตะเกียบ เครื่องกลที่จัดเป็นกานอันดับสามจะไม่ช่วยผ่อนแรง แต่จะให้ความสะดวกในการทำงาน



โมเมนต์ของแรง (Moment of a Force : M)

โมเมนต์ของแรง หรืออาจเรียกสั้นๆ ว่า โมเมนต์ (Moment) หรือทอร์ค (Torque) หมายถึงผลของแรงซึ่งกระทำต่อวัตถุ เพื่อให้วัตถุนั้นหมุนรอบจุดหมุนหรือจุดที่ลครัม มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแรงกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง

$$\text{โมเมนต์} = \text{แรง} \times \text{ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง}$$

$$\vec{M} = \vec{F} \times \vec{l}$$

หรือ ขนาดของโมเมนต์

$$M = F \times l$$

- เมื่อ \vec{M} = โมเมนต์ของแรง
- \vec{F} = แรงที่กระทำให้เกิดการหมุน
- \vec{l} = ระยะตั้งฉากจากจุดหมุนไปยังแนวแรง

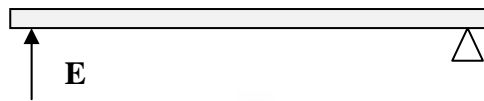
โมเมนต์ เป็นปริมาณเวกเตอร์ (มีทั้งขนาดและทิศทาง) หน่วยของแรงเป็นนิวตัน (N) และหน่วยของระยะทางเป็นเมตร (m) ดังนั้นหน่วยของโมเมนต์จึงเป็น นิวตัน·เมตร (Nm)

โมเมนต์มีค่าเป็นศูนย์ เมื่อ

1. แรงมีค่าเป็นศูนย์
2. แนวแรงผ่านจุดหมุน

โมเมนต์ของแรง สามารถแบ่งตามทิศของการหมุนได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา เกิดแรงพยายามทำให้คานหมุนรอบจุดหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกา

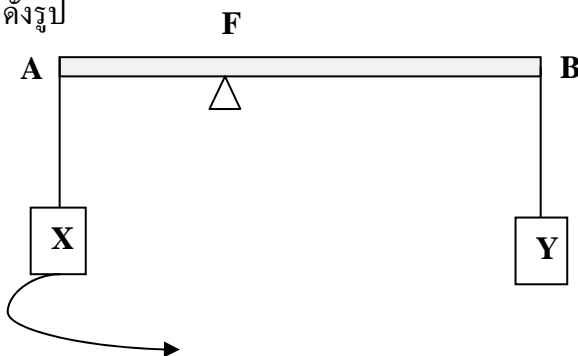


2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา เกิดแรงพยายามที่ทำให้คานหมุนรอบจุดหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา

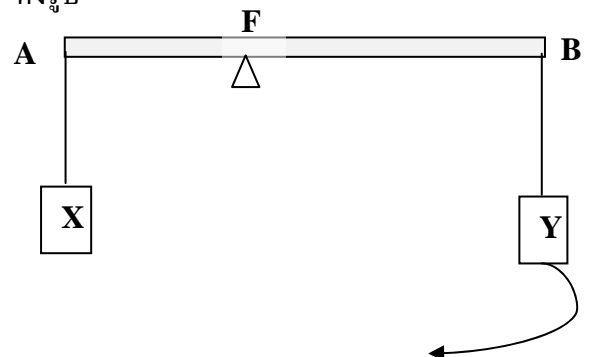


ในการพิจารณาว่าจะ เป็น โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา หรือ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา ให้พิจารณาจุดหมุนเป็นหลักดังนี้

เมื่อคิดแนวแรง X นิวตัน จะเห็นได้ว่า ก่อนน้ำหนัก X จะดึงคานลงมาให้หมุนรอบจุดหมุน ดังนั้น จึงจัดเป็น โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา ดังรูป



เมื่อคิดแนวแรง Y นิวตัน จะเห็นได้ว่า ก่อนน้ำหนัก Y จะดึงคานลงมาให้หมุนรอบจุดหมุน ดังนั้น จึงจัดเป็น โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา ดังรูป



กฎของโมเมนต์

กล่าวว่า “เมื่อมีแรงมากระทำให้เกิดโมเมนต์ขึ้นรอบจุดใดจุดหนึ่งตั้งแต่สองแรงขึ้นไปแล้ว ทำให้วัตถุอยู่ในสมดุล (อยู่นิ่ง) ก็ต่อเมื่อผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา”

เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน

ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

$$\Sigma \vec{M}_{\text{ตาม}} = \Sigma \vec{M}_{\text{ทวน}}$$

$$F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$$

การคำนวณเรื่องคาน มีหลักดังนี้

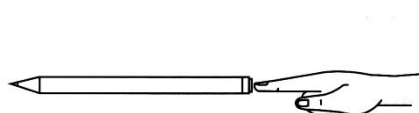
- 1) ถ้าโจทย์ไม่บอกน้ำหนักของคานมาให้ ในการคำนวณเราไม่ต้องคำนวณน้ำหนักของคาน โดยถือว่าคานนั้นเบามาก เว้นเสียแต่ว่าโจทย์สั่งให้หาน้ำหนักของคานเท่านั้น
- 2) การคำนวณให้ถือว่าคานมีลักษณะเป็นเอกรูป คือมีขนาดสม่ำเสมอตั้งแต่หัวจรดท้าย
- 3) ถ้าโจทย์บอกน้ำหนักของคานมาให้ ต้องคำนวณน้ำหนักของคานด้วย โดยถือว่าน้ำหนักของคานจะตกตรงจุดกึ่งกลางคานเสมอ (หรือจุดศูนย์กลาง เพราะเป็นคานเอกรูป)
- 4) เมื่อคานอยู่ในสมดุล โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาย่อมเท่ากับโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาและแรงขึ้นเท่ากับแรงลง(กระทำต่อคาน)
- 5) โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับผลบวกของโมเมนต์ย่อยของแต่ละชนิด
- 6) เมื่อมีแรงมากระทำที่จุดหมุน ค่าของโมเมนต์ที่เกิดจากแรงนั้นย่อมมีค่าเท่ากับศูนย์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

รูปแบบการเรียนรู้การสอน : รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนแบบ 5Es

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

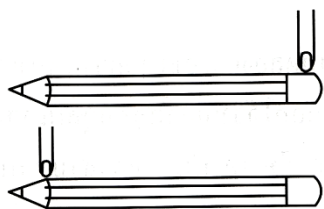
- 1) ครูกล่าวทักทายและทบทวนบทเรียนเรื่องงานและกำลัง
- 2) ครูทำการสาธิตการเกิดโมเมนต์ของแรงโดยนำดินสอวางบนโต๊ะ จากนั้นครูออกแรงกระทำต่อดินสอในแนวขนานกับด้ามดินสอ ดังรูป โดยครูถามนักเรียนว่าดินสอจะหมุนหรือไม่



- 3) ครูตั้งประเด็นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายว่านักเรียนต้องออกแรงกระทำดินสออย่างไร จึงจะทำให้ดินสอหมุน ซึ่งนักเรียนควรได้ข้อสรุปดังนี้

“เมื่อออกแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับดินสอ หรือออกแรงทำในมุมใดๆ กับดินสอ โดยแรงนั้นจะต้องไม่ขนานกับดินสอ จึงจะทำให้ดินสอหมุนได้”

- 4) ครูให้ความหมายแก่นักเรียนว่า การที่มีแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุหมุน เรียกว่า การเกิดโมเมนต์ของแรงนั้น จากนั้นครูให้นักเรียนอภิปรายว่าถ้าออกแรงกระทำต่อดินสอ ณ ตำแหน่งต่างๆ กัน ดินสอจะหมุนเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร



- 5) จากการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนและครู ควรได้ข้อสรุปว่า

“การหมุนของดินสอมี 2 แบบ คือ หมุนตามเข็มนาฬิกาและหมุนทวนเข็มนาฬิกา”

- 6) ครูตั้งประเด็นต่อไปว่า เราสามารถหาค่าโมเมนต์ของแรงต่างๆ ได้อย่างไร เพื่อนำเข้า

สู่กิจกรรมที่ 13 สมดุลของคาน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 1) ครูแจกใบความรู้ 13 เรื่อง โมเมนต์ของแรง
- 2) ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 13 สมดุลของโมเมนต์

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม 13 ซึ่งควรได้ข้อสรุปดังนี้
“ผลคูณของแรงกับระยะทางจากแนวแรงไปยังจุดที่แขวนจะเท่ากับผลคูณระหว่างน้ำหนักของตุลทรายกับระยะทางจากจุดแขวนตุลทรายไปยังจุดที่แขวนคาน”

2) ครูอธิบายเรื่องคานและโมเมนต์เพิ่มเติม

3) ครูตั้งประเด็นคำถามต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1) โมเมนต์ของแรงทางด้านซ้ายและขวาของจุดหมุน จะทำให้เกิดการหมุนในทิศทางใด และขณะที่คานอยู่ในแนวระดับจะสรุปได้ว่าอย่างไร ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า

“เมื่อคานอยู่ในแนวระดับ โมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกาจะเท่ากับโมเมนต์ของแรงที่ทวนเข็มนาฬิกา”

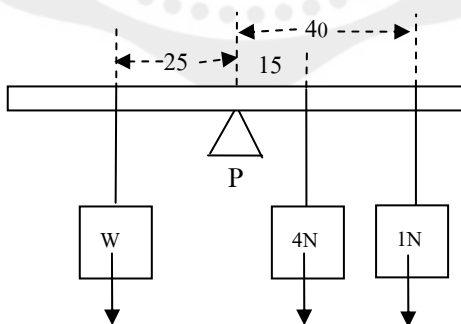
3.2) กรณีที่มีแรงหลายๆ แรงมากกระทำต่อคาน ถ้าคานอยู่ในแนวระดับ โมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกาของแต่ละแรงจะเท่ากับโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาหรือไม่ โดยครูอธิบายเพิ่มเติมจากการทำกิจกรรมว่าถ้าเราเพิ่มตุลทรายเป็น 2 ตุล แขวนไว้ที่ระยะต่างกัน ใช้เครื่องชั่งสปริง 2 อัน แขวนที่ระยะต่างๆ กัน ซึ่งนักเรียนควรได้ข้อสรุปว่า

“เมื่อมีแรงหลายๆ แรงกระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุอยู่ในสมดุล จะได้ว่าผลรวมของโมเมนต์ที่ตามเข็มนาฬิกาจะเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ที่ทวนเข็มนาฬิกา”

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

1) ครูยกตัวอย่างโจทย์การคำนวณ

ตัวอย่างโจทย์ ถ้าไม้บรรทัดในแผนภาพสมดุล น้ำหนัก W เป็นเท่าไร



แนวคำตอบ ในสภาพสมดุล

โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

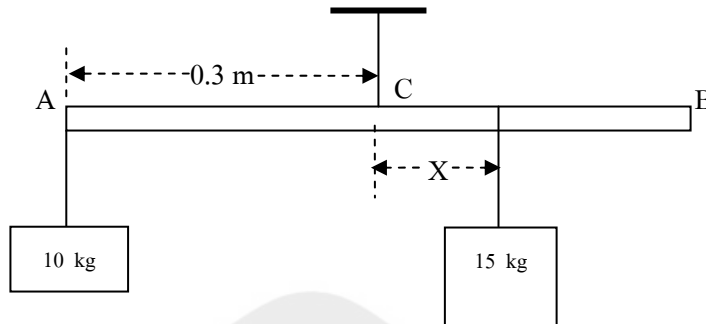
$$W \times 25 \text{ m} = (4 \text{ N} \times 15 \text{ m}) + (1 \text{ N} \times 40 \text{ m})$$

$$W \times 25 \text{ m} = 100 \text{ N m}$$

$$W = 4 \text{ N}$$

ดังนั้น น้ำหนัก W เท่ากับ 4 นิวตัน

ตัวอย่างโจทย์ กำหนดให้คานเบาสม่ำเสมอ ยาว 0.6 เมตร มีเชือกแขวนอยู่ที่กึ่งกลางคาน ปลาย A มีมวล 10 กิโลกรัมแขวนอยู่ จะต้องแขวนมวล 15 กิโลกรัมที่ปลายอีกด้านหนึ่งห่างจากจุดหมุนเท่าไร คานจึงจะสมดุลในแนวระดับ



แนวคำตอบ เมื่อคานสมดุล คัดโมเมนต์ที่จุด C

โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

$$100 \text{ N} \times 0.3 \text{ m} = 150 \text{ N} \times X$$

$$X = 0.2 \text{ m}$$

ดังนั้น จะต้องแขวนมวล 15 กิโลกรัมที่ปลายอีกด้านหนึ่งห่างจากจุดหมุน

0.2 เมตร คานจึงจะสมดุลในแนวระดับ

2) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มถ่ายภาพเครื่องมือที่ช่วยผ่อนแรงหรือให้ความสะดวกในการทำงานทั้งสามอันดับมาอย่างละ 5 ภาพ นอกเหนือจากที่ครูได้ยกตัวอย่างพร้อมทั้งอธิบายประกอบภาพด้วยว่าจุดใดเป็นจุดหมุน จุดใดเป็นแรงพยายามและจุดใดเป็นแรงต้านทาน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

- 1) ครูให้นักเรียนทุกคนส่งใบกิจกรรมที่ 13 สมดุลของคาน
- 2) ครูให้นักเรียนทุกคนส่งใบงานที่ 13
- 3) ครูให้นักเรียนส่งสมุดบันทึก
- 4) ส่งรายงานภาพเครื่องกล
- 5) ครูสังเกตการให้ความร่วมมือของนักเรียนในการทำกิจกรรม
- 6) ครูสังเกตความสนใจของนักเรียน โดยการตอบคำถามและการแสดงความคิดเห็น

สื่อการเรียนการสอน

- 1) หนังสือแบบเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 2) ใบความรู้ 13 เรื่อง โมเมนต์ของแรง
- 3) กิจกรรมที่ 13 สมดุลของคาน
- 4) ใบงานที่ 13

การวัดผลและประเมินผล

- 1) สังเกตการณ์ปฏิบัติกิจกรรมและการอภิปราย ซึ่งจะประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะทำการทดลอง และกระบวนการทำงานกลุ่ม
- 2) คะแนนจากใบกิจกรรมที่ 13 เรื่อง สมดุลของคาน ใบงานที่ 13 และสมุดจดบันทึก ประเมินการเรียนรู้
- 3) ประเมินความรับผิดชอบ ความกระตือรือร้น ความเพียรพยายาม ความมีน้ำใจ ความซื่อสัตย์ ความสนใจในการตอบคำถาม และการตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน

บรรณานุกรม

ธนัช อุดมพันธุ์. วิทยาศาสตร์ ม.1 เล่ม 2. สำนักพิมพ์ Science Center. กรุงเทพฯ :
หน้า 201- 226.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.(2548).

หนังสือเรียน สาระการเรียนรู้พื้นฐาน แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน. ครูสภา
ลาดพร้าว.หน้า 28 – 32.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.(2548).

คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน. ครูสภา
ลาดพร้าว.หน้า 87 – 90.

<http://www.phohuk.rbr2.net/mywebphohuk/sic31101/force.htm>

http://school.phutti.net/force/moment/sub_moment_kind.html

http://www.jv.ac.th/webteacher/Teacher_R/N_2.html

