ใบงาน
เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย

บัตรภาพการใช้พื้นเอียงในการเคลื่อนย้ายลังส้ม

บัตรภาพการใช้ที่เปิดขวด

บัตรภาพรอก

ใบกิจกรรมที่ 1 เครื่องกลอย่างง่ายทำงานอย่างไร

จุดประสงค์

สังเกตและอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย

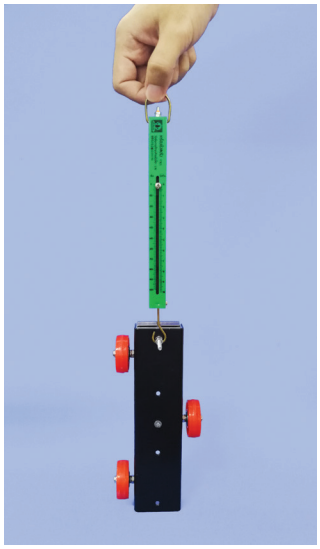
วัสดุและอุปกรณ์

1. แผ่นไม้กระดาน	1	แผ่น
2. ไม้เมตร	1	อัน
3. รอกพลาสติก	1	อัน
4. ขวดพลาสติกขนาด 600 ml	1	ขวด
5. ขวดพลาสติกขนาด 1,500 ml	1	ขวด
6. รถทดลองหรือรถของเล่น	1	อัน
7. ถุงทรายมวล 500 g	1	ถุง
8. เครื่องชั่งสปริง	1	อัน
9. ลวดเหล็กขนาดเล็ก	1	ม้วน
10. แท่งไม้หรือแท่งเหล็กกลมหรือขาตั้ง	1	อัน
11. เชือกไปรษณีย์	1	ม้วน
12. เทปใส	1	ม้วน

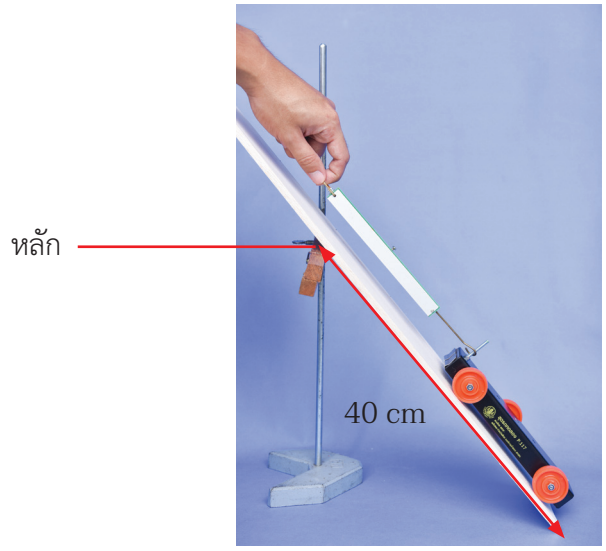
วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1 พื้นเอียง

1. ดึงรถทดลองด้วยเครื่องชั่งสปริงขึ้นในแนวดิ่งให้สูงจากพื้นเป็นระยะทาง 30 เซนติเมตร ด้วยความเร็วคงที่ อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงช่วงที่รถทดลองกำลังเคลื่อนที่ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1



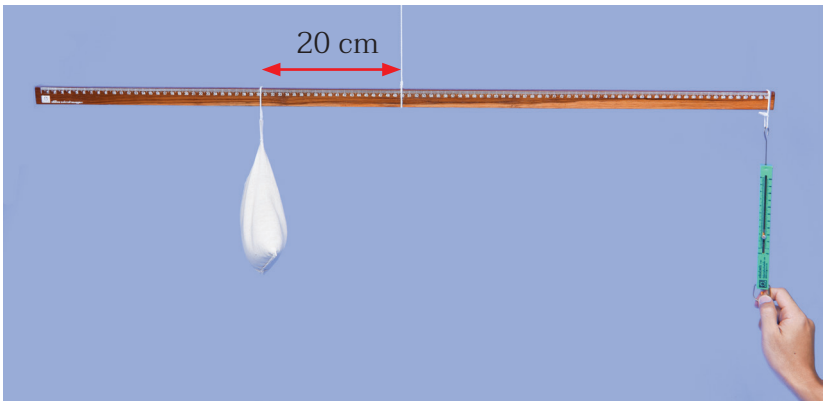
2. ยึดหลักให้อยู่สูงจากพื้น 30 เซนติเมตร และพาดแผ่นไม้กระดานกับหลัก ให้ความยาวของแผ่นไม้กระดานจากพื้นถึงหลักเท่ากับ 40 เซนติเมตร ดังภาพ ใช้เครื่องชั่งสปริงดึงรถทดลองให้เคลื่อนที่ขนานกับแผ่นไม้กระดานด้วยความเร็วคงที่ อ่านค่าของแรงที่ใช้ดึงจากเครื่องชั่งสปริง บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1



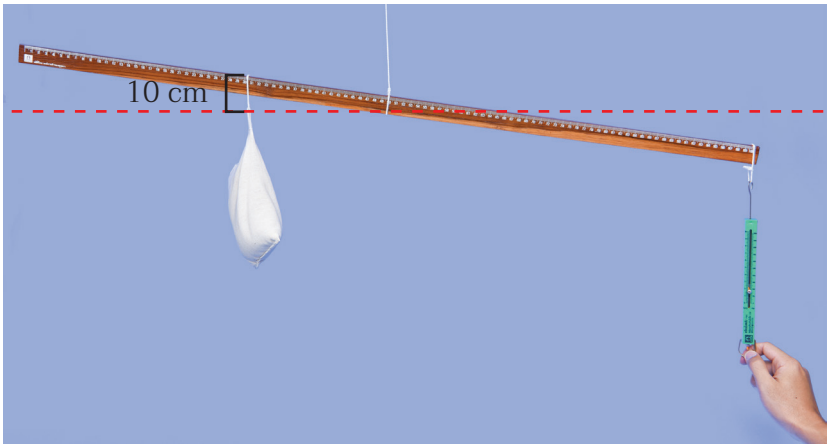
3. ทำซ้ำข้อ 2 โดยเปลี่ยนความยาวของแผ่นไม้กระดานจากพื้นถึงหลักเท่ากับ 80 เซนติเมตร บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1
4. คำนวณและเปรียบเทียบงานเนื่องจากแรงที่ใช้ดึงรถทดลองในข้อ 1 2 และ 3 อภิปรายผล

ตอนที่ 2 คาน

1. ดึงถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริงขึ้นในแนวดิ่งให้สูงจากพื้นเป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร ด้วยความเร็วคงที่ อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงช่วงที่ถุงทรายกำลังเคลื่อนที่ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 2
2. แขวนไม้เมตรที่ตำแหน่งกึ่งกลางด้วยเชือกและจัดให้ไม้เมตรอยู่ในแนวระดับ แขวนถุงทรายไว้ด้านใดด้านหนึ่งของไม้เมตร โดยให้ถุงทรายมีระยะห่างจากจุดแขวนไม้เมตร 20 เซนติเมตร เกี่ยวเครื่องชั่งสปริงกับไม้เมตรด้วยเชือกที่ปลายของไม้เมตรอีกด้านหนึ่ง แล้วดึงเครื่องชั่งสปริงให้ไม้เมตรอยู่ในแนวระดับ ดังภาพ



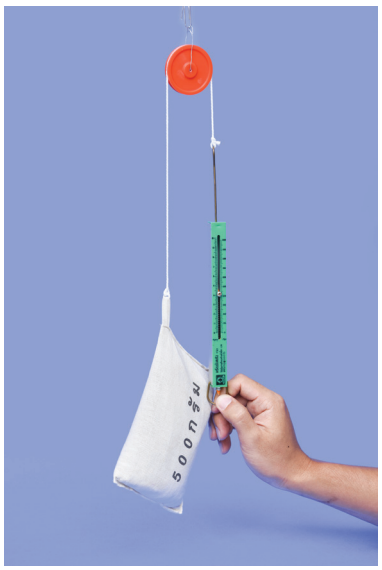
3. ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงเพื่อให้ถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งเป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร ดังภาพ อ่านค่าของแรงที่ใช้ดึงเครื่องชั่งสปริง และวัดระยะที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 2



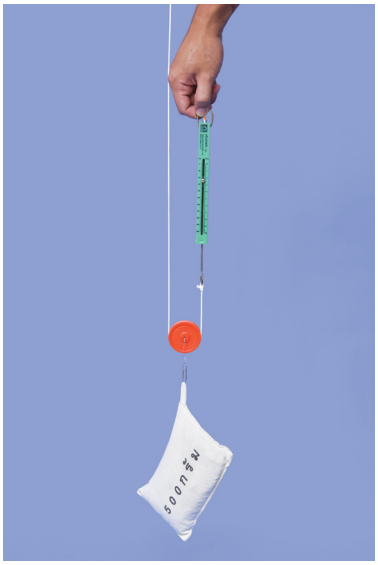
4. ทำซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยนตำแหน่งของเครื่องชั่งสปริงโดยขยับเครื่องสปริงให้มีระยะห่างจากจุดแขวนไม้เมตรน้อยลงอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 2
5. คำนวณและเปรียบเทียบงานเนื่องจากแรงที่ใช้ดึงเครื่องชั่งสปริง ในข้อ 1 3 และ 4 อภิปรายผล

ตอนที่ 3 รอก

1. ดึงถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริงขึ้นในแนวดิ่งให้สูงจากพื้นเป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร ด้วยความเร็วคงที่ อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงช่วงที่ถุงทรายกำลังเคลื่อนที่ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 3
2. จัดรอกแบบที่ 1 โดยนำลวดเหล็กคล้องกับรอกเพื่อเป็นแกนหมุนแล้วนำไปแขวนกับขาตั้ง จากนั้นนำเชือกพาดบนร่องของรอก ให้ปลายเชือกด้านหนึ่งผูกกับถุงทราย ส่วนปลายเชือกอีกด้านหนึ่งผูกกับเครื่องชั่งสปริง ดังภาพ



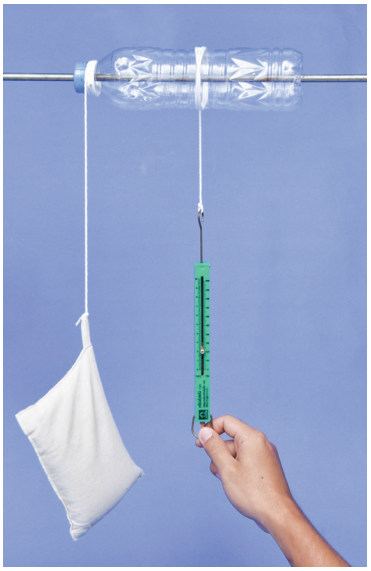
3. ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงเพื่อให้ถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร อ่านค่าของแรงที่ใช้ดึงเครื่องชั่งสปริง และวัดระยะที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 3
4. จัดรอกแบบที่ 2 โดยนำลวดเหล็กคล้องกับรอกเพื่อเป็นแกนหมุนแล้วนำไปผูกกับถุงทราย จากนั้นนำรอกพาดบนเชือก โดยใช้ปลายเชือกด้านหนึ่งผูกกับขาตั้ง ส่วนปลายเชือกอีกด้านหนึ่งผูกกับเครื่องชั่งสปริง ดังภาพ



5. ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงเพื่อให้ถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร อ่านค่าของแรงที่ใช้ดึงเครื่องชั่งสปริง และวัดระยะที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 3
6. คำนวณและเปรียบเทียบงานเนื่องจากแรงที่ใช้ดึงเครื่องชั่งสปริง ในข้อ 1 3 และ 5 อภิปรายผล

ตอนที่ 4 ล้อและเพลา

1. ดึงถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริงขึ้นในแนวดิ่งให้สูงจากพื้นเป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร ด้วยความเร็วคงที่ อ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งสปริงช่วงที่ถุงทรายกำลังเคลื่อนที่ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 4
2. สร้างล้อและเพลาโดยเจาะรูที่ฝาขวดและก้นขวดพลาสติกขนาด 600 มิลลิลิตรให้ตรงกัน แล้วนำแท่งไม้กลมสอดผ่านรูทั้งสองเพื่อเป็นแกนหมุน
3. ใช้เทปใสยึดปลายเชือกเส้นหนึ่งติดกับคอขวด ส่วนอีกเส้นติดกับบริเวณกลางขวด จากนั้นพันเชือกทั้งสองเส้นในทิศทางตรงข้ามกันอย่างน้อย 2-3 รอบ โดยการพันที่คอขวดจะแทนเพลา และการพันที่บริเวณกลางขวดจะแทนล้อ ให้ปลายเชือกที่พันกับเพลาผูกกับถุงทราย ส่วนปลายเชือกที่พันกับล้อผูกกับเครื่องชั่งสปริง ดังภาพ แล้วยึดปลายทั้งสองของแกนหมุนไว้กับจุดตรึง



4. ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้ถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งเป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร อ่านค่าของแรงที่ใช้ดึงและระยะที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 4
5. ทำซ้ำข้อ 2-4 แต่เปลี่ยนเป็นขวดพลาสติกขนาด 1,500 มิลลิลิตร บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 4
6. คำนวณและเปรียบเทียบงานเนื่องจากแรงที่ใช้ดึงเครื่องชั่งสปริง ในข้อ 1 4 และ 5 อภิปรายผล

ใบงานที่ 1 เครื่องกลอย่างง่ายทำงานอย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 1 พื้นเอียง

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง แสดงค่าของแรงที่ใช้ดึงรถทดลอง ระยะทางที่รถทดลองเคลื่อนที่ และงานของแรงที่ใช้ดึงรถทดลองเมื่อดึงรถทดลองด้วยวิธีการต่าง ๆ

วิธีการดึงรถทดลอง	ค่าของแรงที่ใช้ดึงรถทดลอง (N)	ระยะทางที่รถทดลองเคลื่อนที่ (m)	งานของแรงที่ใช้ดึงรถทดลอง (N m)
ดึงในแนวดิ่ง ระยะทาง 0.30 m			
ดึงบนพื้นเอียงยาว 0.40 m			
ดึงบนพื้นเอียงยาว 0.80 m			

คำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเมื่อดึงรถทดลองให้เคลื่อนที่ในแนวดิ่งและเคลื่อนที่บนพื้นเอียงต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2. แรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเมื่อดึงรถทดลองให้เคลื่อนที่บนพื้นเอียงแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3. ระยะทางที่ออกแรงในการดึงรถทดลองแต่ละครั้งสัมพันธ์กับขนาดของแรงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

4. งานเนื่องจากแรงในการดึงรถทดลองแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. ถ้าต้องการออกแรงดึงรถทดลองให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียงมีค่าน้อยลง จะทำได้อย่างไร

.....

.....

6. จากกิจกรรมตอนที่ 1 สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 คาน

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง แสดงค่าของแรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ และงานเมื่อดึงถุงทรายด้วยวิธีการต่าง ๆ

วิธีการดึงถุงทราย	ค่าของแรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง (N)	ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ (m)	งาน (N m)
ดึงในแนวดิ่ง ระยะทาง 0.10 m			
ดึงด้วยคานโดยออกแรงที่ระยะห่างจากจุดแขวน 0.50 m			
ดึงด้วยคานโดยออกแรงที่ระยะห่างจากจุดแขวน			
ดึงด้วยคานโดยออกแรงที่ระยะห่างจากจุดแขวน			
ดึงด้วยคานโดยออกแรงที่ระยะห่างจากจุดแขวน			

คำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเมื่อดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ในแนวดิ่งและดึงด้วยคานแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ในแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. งานเนื่องจากแรงที่ดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. ในการยกถุงทราย ถ้าต้องการออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้มีค่าน้อยลง ทำได้อย่างไร

.....

.....

.....

5. จากกิจกรรมตอนที่ 2 สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 รอก

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง แสดงค่าของแรงที่ใช้ดึงถุงทราย ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ และงานเมื่อดึงถุงทรายด้วยวิธีการต่าง ๆ

วิธีการดึงถุงทราย	ค่าของแรงที่ใช้ดึงถุงทราย (N)	ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ (m)	งาน (N m)
ดึงในแนวดิ่ง ระยะทาง 0.10 m			
ดึงผ่านรอกแบบที่ 1 ระยะทาง 0.1 m			
ดึงผ่านรอกแบบที่ 2 ระยะทาง 0.1 m			

คำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเมื่อดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ในแนวดิ่งและดึงด้วยรอกแต่ละแบบต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ในแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. งานเนื่องจากแรงที่ดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. จากกิจกรรมตอนที่ 3 สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 4 ล้อและเพลา

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง แสดงค่าของแรงที่ใช้ดึงถุงทราย ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ และงานเมื่อดึงถุงทรายด้วยวิธีการต่าง ๆ

วิธีการดึงถุงทราย	ค่าของแรงที่ใช้ดึงถุงทราย (N)	ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ (m)	งาน (N m)
ดึงในแนวดิ่ง ระยะทาง 0.10 m			
ดึงด้วยล้อและเพลาที่ทำจากขวดน้ำพลาสติกขนาด 600 ml ระยะทาง 0.10 m			
ดึงด้วยล้อและเพลาที่ทำจากขวดน้ำพลาสติกขนาด 1,500 ml ระยะทาง 0.10 m			

คำถามท้ายกิจกรรม

1. แรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเมื่อดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ในแนวดิ่งและดึงด้วยล้อและเพลาแต่ละขนาดต่างกันหรือไม่ อย่างไร

2. ระยะทางที่เครื่องชั่งสปริงเคลื่อนที่ในแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

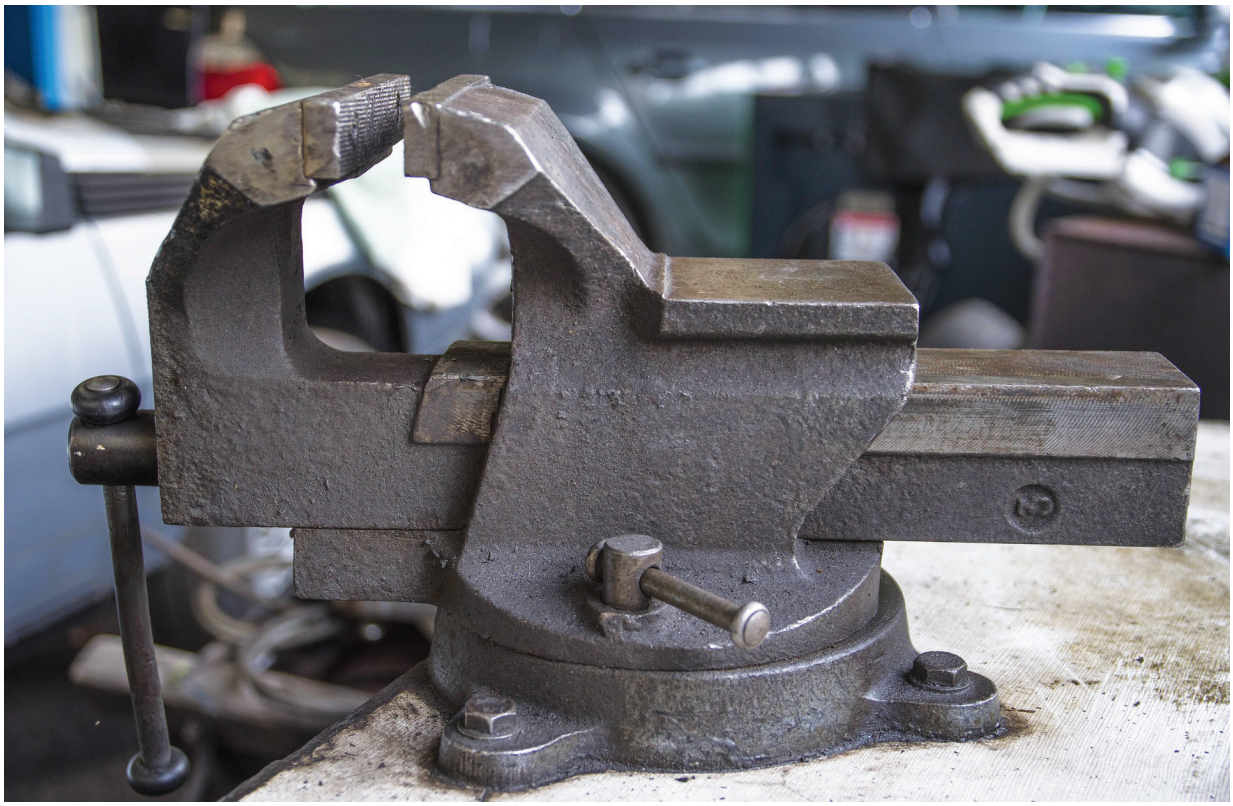
3. งานเนื่องจากแรงที่ดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้งต่างกันหรือไม่ อย่างไร

4. ในการยกถุงทราย ถ้าต้องการออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้มีค่าน้อยลง ทำได้อย่างไร

5. จากกิจกรรมตอนที่ 4 สรุปได้ว่าอย่างไร

6. การทำกิจกรรมทั้ง 4 ตอน สรุปได้ว่าอย่างไร

บัตรภาพปากกาจับชิ้นงานและมีด



ใบความรู้ที่ 1 เครื่องกลอย่างง่าย

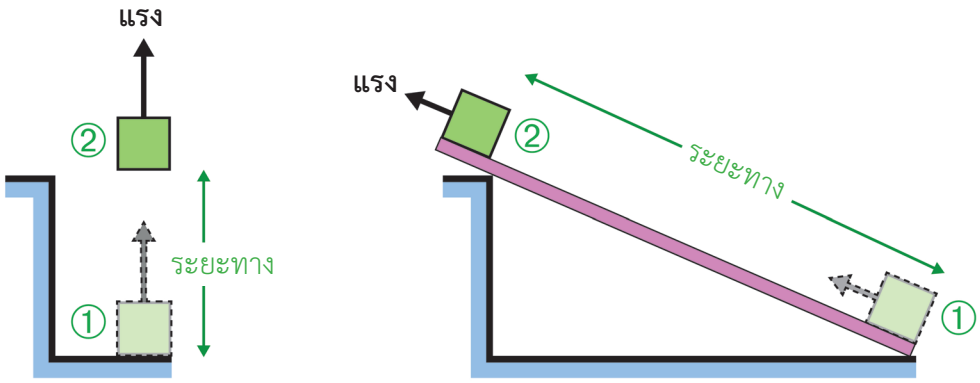
ในการยกวัตถุขึ้นในแนวดิ่งโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย เราต้องออกแรงอย่างน้อยเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ แต่ถ้าเราออกแรงโดยมีอุปกรณ์ช่วยยกให้วัตถุเคลื่อนที่ขึ้น เช่น พื้นเอียง คาน รอก ล้อและเพลา จะพบว่า เราออกแรงน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ ถ้าระยะทางในการออกแรงมากกว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง อุปกรณ์ที่ช่วยให้เราออกแรงน้อยลงจัดเป็นเครื่องกลอย่างง่าย

เครื่องกลอย่างง่าย (simple machine) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน เมื่อออกแรงกระทำต่อเครื่องกลเพื่อให้เกิดงาน โดยงานที่ให้กับเครื่องกลจะมีขนาดเท่ากับผลคูณของแรงกับขนาดของการกระจัดตามแนวแรง ซึ่งขนาดของการกระจัดตามแนวแรงเท่ากับระยะทางที่ออกแรง ในขณะเดียวกันเครื่องกลก็จะออกแรงทำงาน ทำให้ได้งานจากเครื่องกล สำหรับเครื่องกลในอุดมคตินั้น งานที่ให้กับเครื่องกลและงานที่ได้จากเครื่องกลจะมีค่าเท่ากัน

งานที่ให้กับเครื่องกล = งานที่ได้จากเครื่องกล

เครื่องกลอย่างง่ายผ่อนแรงได้เมื่อระยะทางที่เราออกแรงให้กับเครื่องกลมากกว่าระยะทางที่เครื่องกลออกแรงเพื่อทำงานให้เรา ยิ่งระยะทางที่เราออกแรงมาก แรงที่เราใช้ก็จะน้อยลง แต่ในทางปฏิบัตินั้น งานที่ได้จากเครื่องกลอาจไม่เท่ากับงานที่ให้กับเครื่องกล เพราะมีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทาน โดยพลังงานที่สูญเสียอาจเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนหรือพลังงานเสียง ทำให้งานที่ได้จากเครื่องกลมีค่าน้อยกว่างานที่ให้แก่เครื่องกล

พื้นเอียง (inclined plane)



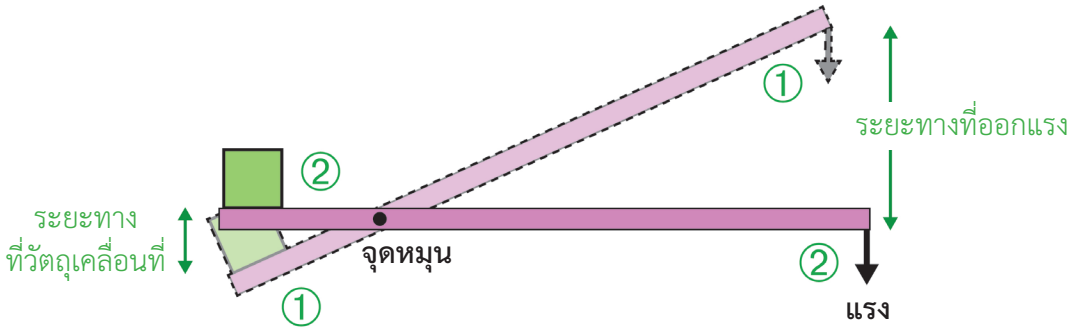
ภาพที่ 1 การผ่อนแรงของพื้นเอียงเมื่อวัตถุเคลื่อนที่จากตำแหน่ง 1 ไป 2

การยกวัตถุขึ้นไปในแนวดิ่งต้องใช้แรงอย่างน้อยเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ แต่ถ้าใช้พื้นเอียงช่วยก็จะออกแรงน้อยกว่า เนื่องจากระยะทางในการออกแรงไปบนพื้นเอียงมากกว่าระยะทางที่ยกวัตถุขึ้นแนวดิ่งโดยตรง ดังนั้น พื้นเอียงจึงเป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรงในการยกวัตถุ โดยงานจะเท่ากันไม่ว่าจะยกวัตถุหรือลากวัตถุบนพื้นเอียงที่ความสูงเท่ากัน

ตัวอย่างการใช้พื้นเอียงที่พบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น ไม้พาดกับรถบรรทุกเพื่อใช้เป็นทางลาดเอียงสำหรับรถเข็น ทางลาดเอียงสำหรับรถเข็น ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 ตัวอย่างการใช้พื้นเอียงที่พบในชีวิตประจำวัน

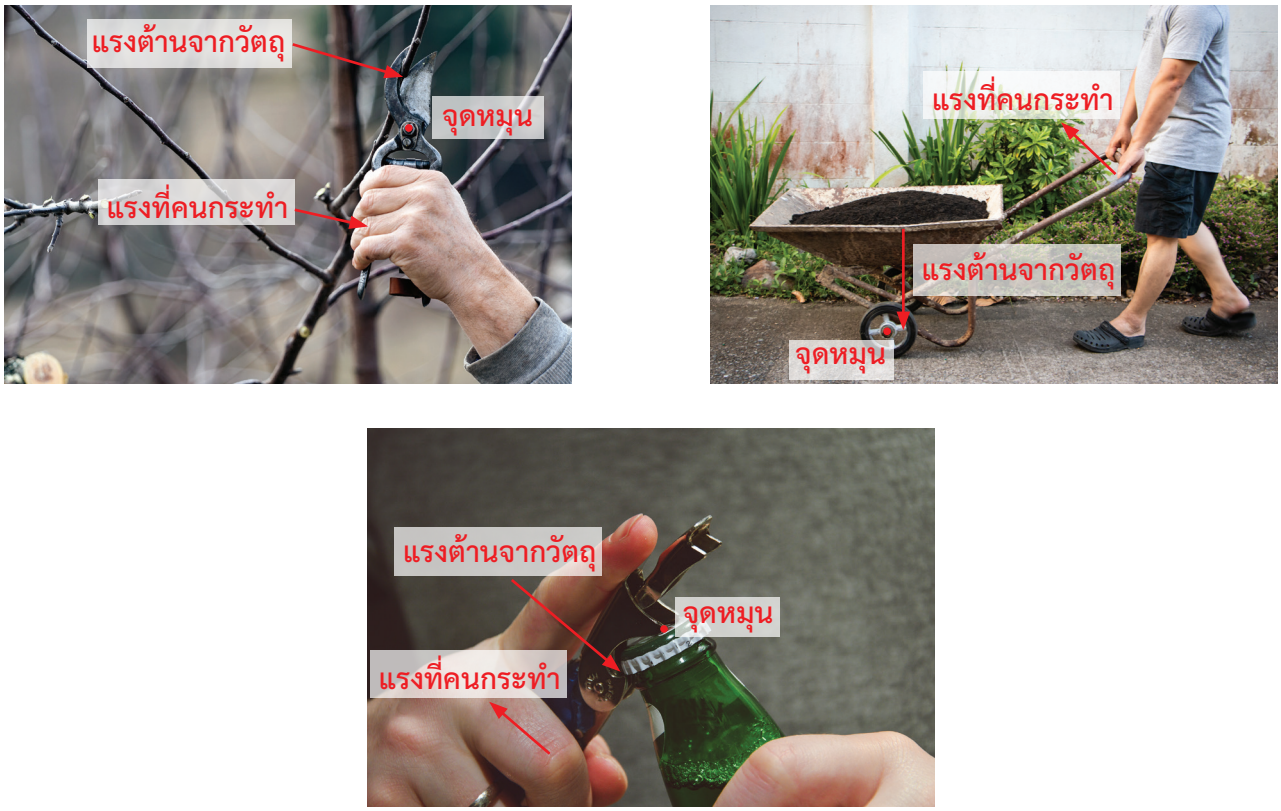
คาน (lever)



ภาพที่ 3 การใช้คานงัดวัตถุให้เคลื่อนที่จากตำแหน่ง 1 ไป 2

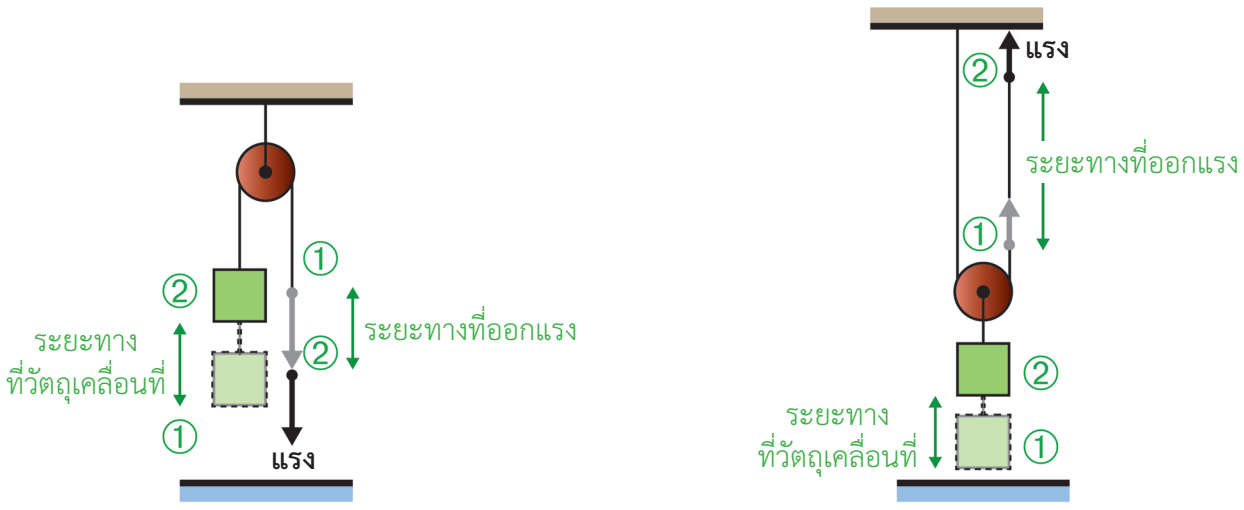
เมื่อออกแรงที่ปลายคานด้านหนึ่งจะทำให้คานด้านตรงข้ามเคลื่อนที่ แรงที่กระทำต่อคานจะน้อยกว่าแรงที่คานกระทำต่อวัตถุเมื่อระยะทางที่ออกแรงมากกว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ โดยงานที่ให้แก่คานตรงด้านที่ออกแรงจะเท่ากับงานที่ได้จากคานด้านที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ คานจึงเป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง

ตัวอย่างอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้หลักการของคานที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น กรรไกรตัดกิ่งไม้ รถเข็นทรายที่เปิดขวด ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้หลักการของคานที่พบในชีวิตประจำวัน

รอก (pulley)



ก. รอกเดี่ยวตายตัว ข. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่

ภาพที่ 5 การใช้รอกยกวัตถุให้เคลื่อนที่จากตำแหน่ง 1 ไป 2

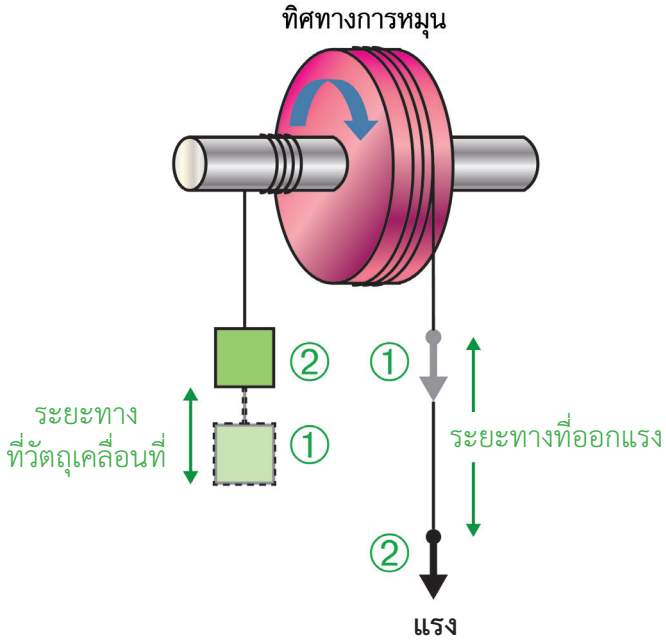
การใช้งานรอกมี 2 แบบ คือ รอกเดี่ยวตายตัว และ รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ลักษณะของรอกเดี่ยวตายตัว รอกจะถูกยึดอยู่กับที่แล้วมีเชือกคล้องผ่านรอก ปลายเชือกด้านหนึ่งผูกกับวัตถุ เมื่อออกแรงดึงเชือกที่ปลายเชือกอีกด้านหนึ่งลงด้วยระยะทางค่าหนึ่งจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ด้วยระยะทางที่เท่ากัน แรงที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ ทำให้รอกเดี่ยวตายตัวไม่ผ่อนแรง แต่ช่วยให้ทำงานได้สะดวกขึ้น

ส่วนลักษณะของรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ รอกจะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับวัตถุที่ผูกติดกับรอก แล้วมีเชือกคล้องผ่านรอก โดยปลายเชือกด้านหนึ่งตรึงอยู่กับที่ เมื่อออกแรงดึงที่ปลายเชือกอีกด้านหนึ่ง รอกและวัตถุจะเคลื่อนที่ ระยะทางที่ออกแรงดึงเชือกจะมากกว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นได้ โดยแรงที่ดึงเชือกจะเป็นครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของวัตถุ รอกเดี่ยวเคลื่อนที่จึงเป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง อย่างไรก็ตาม ทั้งรอกเดี่ยวตายตัวและรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ งานของแรงดึงและงานเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุยังคงมีค่าเท่ากัน

ตัวอย่างการใช้รอกที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น รถเครน เสาธง ดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 ตัวอย่างการใช้รอกที่พบในชีวิตประจำวัน

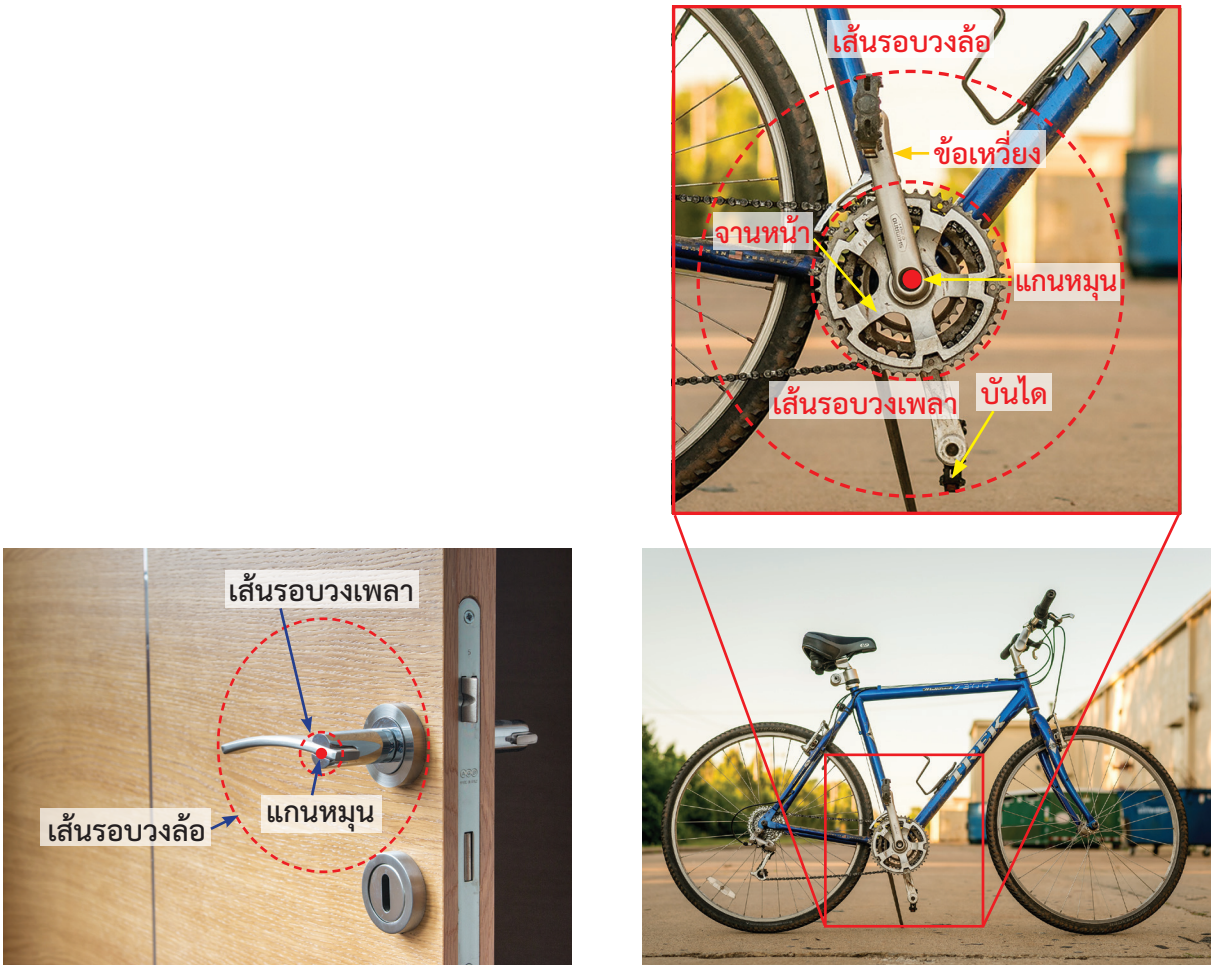
ล้อและเพลา (wheel and axle)



ภาพที่ 7 การใช้ล้อและเพลายกวัตถุให้เคลื่อนที่จากตำแหน่ง 1 ไป 2

ล้อและเพลาประกอบด้วยวงล้อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าเพลา เมื่อออกแรงกระทำกับล้อให้หมุนก็จะทำให้เพลาหมุนไปพร้อมกันและทำให้วัตถุที่ติดกับเพลาเคลื่อนที่ด้วย ซึ่งงานที่ให้แก่เครื่องกลคืองานในการทำให้ล้อหมุน ส่วนงานที่ได้จากเครื่องกลคืองานที่เพลาทำให้วัตถุเคลื่อนที่ ดังนั้น งานที่ให้แก่ล้อจะเท่ากับงานที่ได้จากเพลา เนื่องจากความยาวเส้นรอบวงของล้อมากกว่าเพลา ทำให้ระยะทางที่ออกแรงดึงจะมากกว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ จึงทำให้แรงที่กระทำต่อล้อน้อยกว่าแรงที่ได้จากเพลา เช่น ในการยกวัตถุ แรงที่ใช้ดึงเชือกจะน้อยกว่าแรงที่เพลายกวัตถุ ล้อและเพลาจึงเป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง

ตัวอย่างการใช้ล้อและเพลาที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น ลูกบิดประตู จักรยาน โดยบันไดของจักรยานที่ติดกับข้อเหวี่ยงจะทำหน้าที่เหมือนล้อ ส่วนจานหน้าที่มีโซ่ร้อยอยู่จะทำหน้าที่เหมือนเพลา เมื่อเราออกแรงกระทำต่อบันไดให้หมุนไปก็จะทำให้จานหน้าหมุนด้วย ซึ่งจานหน้านี้จะเป็นตัวขับเคลื่อนทำให้ล้อหลังของจักรยานหมุน การออกแรงที่จานหน้าโดยตรงจะต้องออกแรงมากกว่าออกแรงที่บันได ดังนั้น จักรยานจึงช่วยผ่อนแรง เนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางของแนวการเคลื่อนที่ของบันไดมีขนาดมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของจานหน้า ดังภาพที่ 8

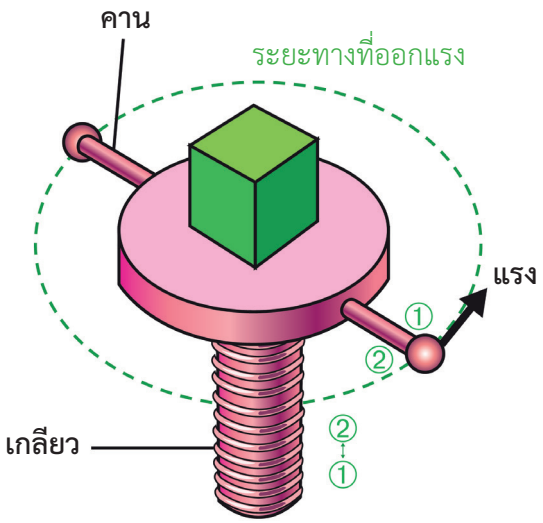


ภาพที่ 8 ตัวอย่างการใช้ล้อและเพลาที่พบในชีวิตประจำวัน

นอกจากนี้ยังมีเครื่องกลอย่างง่ายที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น สกรู และลิ่ม โดยใช้หลักของงานคือ งานที่ให้กับเครื่องกลเท่ากับงานที่ได้จากเครื่องกล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สกรู (screw)

ipst.me/12378



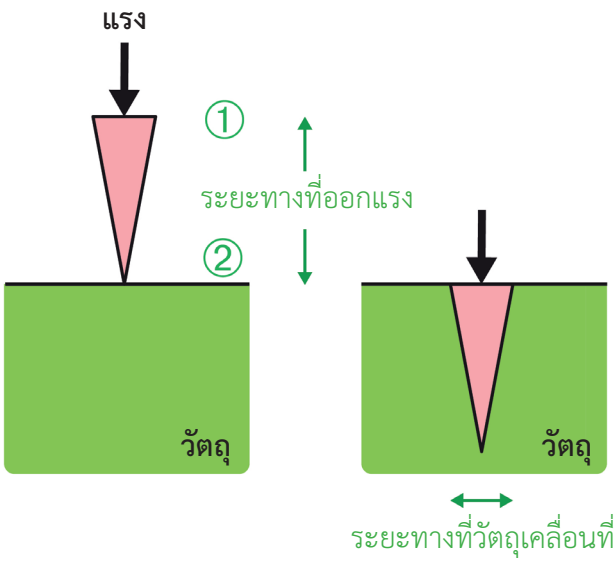
ภาพที่ 9 การใช้สกรูยกวัตถุให้เคลื่อนที่จากตำแหน่ง 1 ไป 2

เมื่อออกแรงที่ปลายคานเพื่อทำให้เกลียวหมุน เมื่อคานหมุนครบ 1 รอบ จะทำให้เกลียวหมุนได้ 1 รอบด้วย และสกรูจะเคลื่อนที่ขึ้นมาด้วยระยะทาง 1 ระยะเกลียว โดยงานที่ให้แก่สกรูคืองานที่ทำให้คานเคลื่อนที่ ส่วนงานที่ได้จากสกรูคืองานที่สกรูทำในการเลื่อนขึ้นลง โดยงานที่ให้แก่สกรูและงานที่ได้จากสกรูมีค่าเท่ากัน แต่เนื่องจากคานมีความยาวมากกว่าระยะเกลียว ดังนั้น แรงที่กระทำต่อคานจึงน้อยกว่าแรงที่ได้จากสกรู สกรูจึงเป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง

ตัวอย่างการใช้สกรูที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น ปากกาจับชิ้นงาน เครื่องทำน้ำแข็งไส ดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 ตัวอย่างการใช้สกรูที่พบในชีวิตประจำวัน

ลิ่ม (wedge)



ipst.me/12379

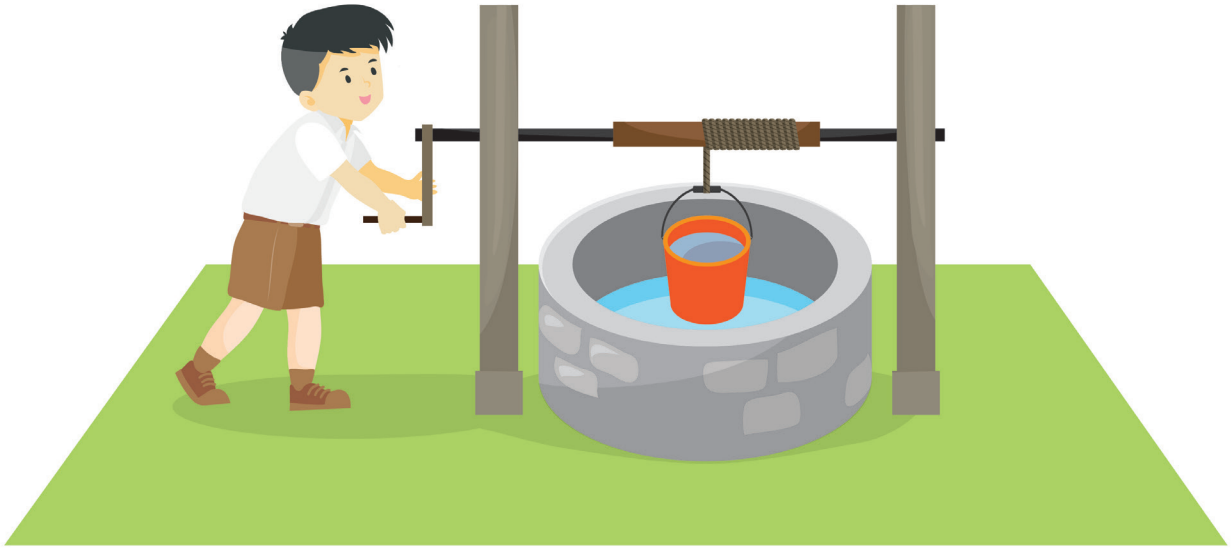
ภาพที่ 11 การใช้ลิ่มแยกวัตถุ โดยลิ่มเคลื่อนที่จากตำแหน่ง 1 ไป 2

ลิ่มมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยม โดยออกแรงที่ฐานสามเหลี่ยมให้ลิ่มเข้าไปในเนื้อวัตถุเพื่อให้วัตถุแยกจากกัน โดยงานที่ให้แก่ลิ่มคืองานในการทำให้ลิ่มเคลื่อนที่เข้าไปในเนื้อวัตถุ ส่วนงานที่ได้จากเครื่องกลคืองานที่ลิ่มแยกเนื้อวัตถุออกจากกัน ยิ่งลิ่มมีความสูงของสามเหลี่ยมมาก ๆ จะทำให้ระยะทางที่ออกแรงมาก ลิ่มจึงเป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรงในการแยกวัตถุ

ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้หลักการของลิ่มที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น มีด ขวาน ตะปู ดังภาพที่ 12

ภาพที่ 12 ตัวอย่างการใช้ลิ่มที่พบในชีวิตประจำวัน

บัตรภาพเครื่องกล : กว้านยกถังน้ำเพื่อตักน้ำในบ่อลึก



บัตรภาพเครื่องกล : กรรไกรตัดหญ้า

บัตรภาพเครื่องกล : ประแจ

บัตรภาพเครื่องกล : เครนยกของ

ใบงานที่ 2 การเคลื่อนที่ของไม้เมตรเป็นอย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนคาดการณ์ว่าจะเกิดอะไรขึ้น ถ้าออกแรงกระทำต่อไม้เมตรที่วางบนพื้นโต๊ะลื่นด้วยดินสอที่ตำแหน่งกึ่งกลางและตำแหน่งปลายด้านใดด้านหนึ่งของไม้เมตรเมื่อใช้นิ้วกดเพื่อยึดจุดกึ่งกลางไว้ สังเกตผลจากการสาธิต แล้วเขียนข้อสรุปเพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น

บันทึกผลการทำกิจกรรม

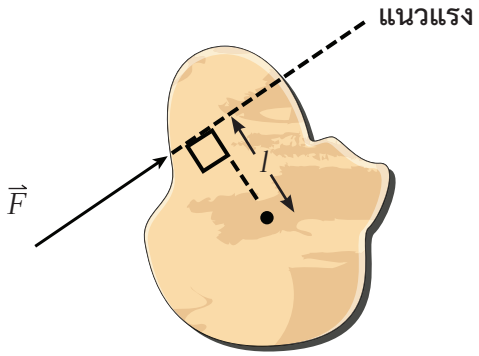
สิ่งที่คาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้น

การเคลื่อนที่ของไม้เมตรที่สังเกตได้

สิ่งที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายได้อย่างไร

ใบความรู้ที่ 2 โมเมนต์ของแรง

เมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยไม่ผ่านจุดหมุน (fulcrum) ทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงซึ่งมีขนาดเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็นนิวตัน เมตร เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

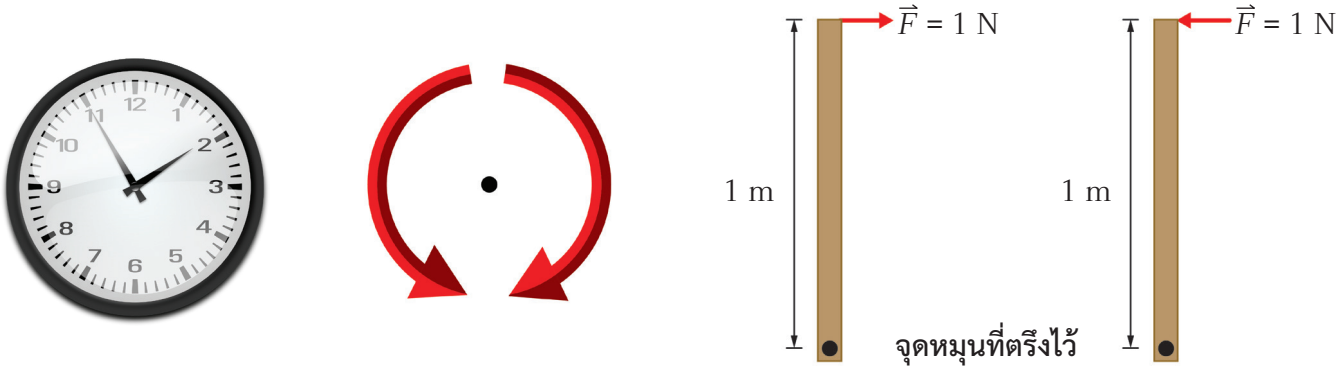


ภาพที่ 1 แรงที่กระทำต่อวัตถุใด ๆ ทำให้เกิดโมเมนต์ของแรง

$$M = Fl$$

กำหนดให้ M แทน โมเมนต์ของแรง มีหน่วยเป็นนิวตัน เมตร (N m)
F แทน แรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
l แทน ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็นเมตร (m)

โมเมนต์ของแรงอาจทำให้วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (clockwise) หรือหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (counter-clockwise) เช่น การออกแรงเพื่อให้วัตถุหนึ่งหมุนที่ตำแหน่งเดียวกันแต่ทิศทางตรงกันข้ามก็จะทำให้วัตถุหมุนในทิศทางตรงข้ามด้วย ดังภาพที่ 2



ก. นาฬิกาแบบเข็ม ข. ทิศทางของการหมุน ค. วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ง. วัตถุหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

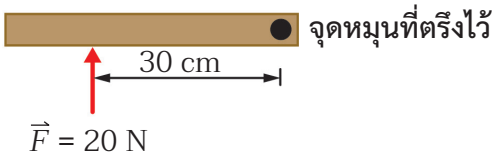
ภาพที่ 2 ทิศทางการหมุนของไม้คานเมื่อถูกแรงกระทำเปรียบเทียบกับทิศทางการเคลื่อนที่ของเข็มนาฬิกา

ตัวอย่างโมเมนต์ของแรงที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น การออกแรงเพื่อผลักประตูหนีไฟให้เปิดออก โดยประตูจะหมุนรอบบานพับซึ่งเป็นจุดหมุนที่อยู่ทางด้านซ้ายมือ ดังภาพที่ 3 ถ้าเราออกแรงเพื่อผลักบานประตูที่ตำแหน่ง A ที่อยู่ใกล้กับบานพับ จะต้องใช้แรงมากในการเปิดประตู แต่ถ้าออกแรงในการผลักที่กลางประตูที่ตำแหน่ง B หรือบริเวณที่อยู่ไกลจากบานพับที่ตำแหน่ง C จะออกแรงน้อยลง เนื่องจากบานประตูจะเปิดออกได้ด้วยขนาดของโมเมนต์ของแรงค่าหนึ่ง ดังนั้น ถ้าเราออกแรงในการผลักประตูที่ตำแหน่งไกลจากจุดหมุนก็จะออกแรงน้อยกว่าการผลักประตูที่ตำแหน่งใกล้จุดหมุน

ภาพที่ 3 ประตูหนีไฟ

เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุหลายแรงพร้อมกัน เราจะหาค่าโมเมนต์ของแรงได้อย่างไร ศึกษาได้จากตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างโจทย์ที่ 1 เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่งที่น้ำหนักน้อยมาก โดยวัตถุนั้นถูกตรึงจุดหมุนไว้ ดังภาพ แรงนั้นจะทำให้วัตถุหมุนในทิศทางใด และเกิดโมเมนต์ของแรงเท่าใด



แนวคิด จากภาพ แรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกา หาโมเมนต์ของแรงได้ดังนี้

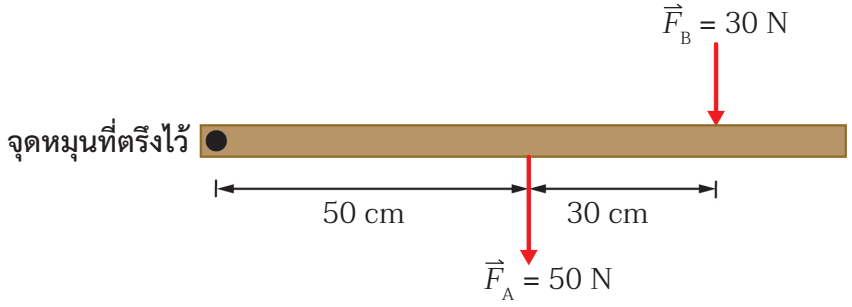
จากความสัมพันธ์ $M = Fl$

$M = 20\ \text{N} \times 0.30\ \text{m}$

$M = 6\ \text{N m}$

ดังนั้น โมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุมีขนาดเท่ากับ 6 นิวตัน เมตร วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ตัวอย่างโจทย์ที่ 2 เมื่อมีแรงกระทำต่อคานที่มีน้ำหนักน้อยมาก โดยคานถูกตรึงจุดหมุนไว้ ดังภาพ แรงนั้นจะทำให้วัตถุหมุนในทิศทางใด และเกิดโมเมนต์ของแรงเท่าใด



แนวคิด จากภาพ มีแรงสองแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถหาได้ดังนี้

จากความสัมพันธ์ $M_{รวม} = M_A + M_B$

$M_{รวม} = (F_A \times l_A) + (F_B \times l_B)$ เมื่อ $l_A = 0.50$ m และ $l_B = 0.80$ m

$M_{รวม} = (50\ \text{N} \times 0.50\ \text{m}) + (30\ \text{N} \times 0.80\ \text{m})$

$M_{รวม} = 25\ \text{N m} + 24\ \text{N m}$

$M_{รวม} = 49\ \text{N m}$

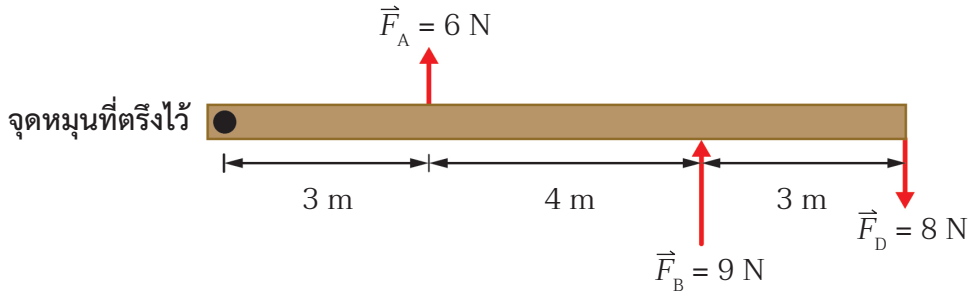
ดังนั้น ผลรวมโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุมีขนาดเท่ากับ 49 นิวตัน เมตร วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ใบงานที่ 3 แบบฝึกหัดเรื่อง โมเมนต์ของแรง

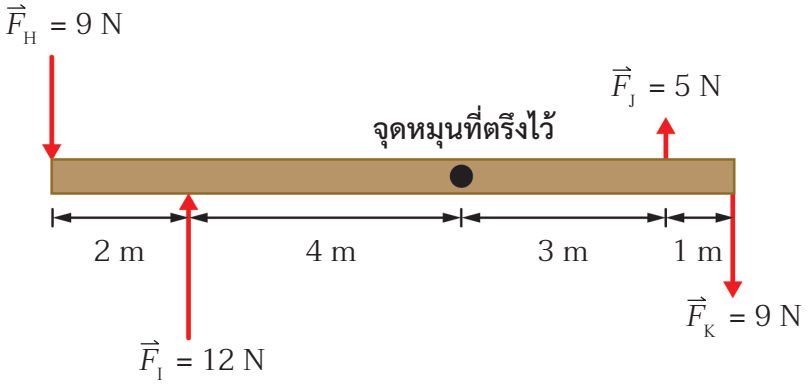
คำชี้แจง

อ่านคำถามและตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ให้นักเรียนคำนวณโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ก. และวัตถุ ข. ดังภาพ



ภาพวัตถุ ก.



ภาพวัตถุ ข.

1.1 โมเมนต์เนื่องจากแรง $\vec{F}_A$ เท่ากับ.....นิวตัน เมตร ในทิศทาง.....

1.2 โมเมนต์เนื่องจากแรง $\vec{F}_B$ เท่ากับ.....นิวตัน เมตร ในทิศทาง.....

1.3 โมเมนต์เนื่องจากแรง $\vec{F}_D$ เท่ากับ.....นิวตัน เมตร ในทิศทาง.....

1.4 โมเมนต์เนื่องจากแรง $\vec{F}_H$ เท่ากับ.....นิวตัน เมตร ในทิศทาง.....

1.5 โมเมนต์เนื่องจากแรง $\vec{F}_I$ เท่ากับ.....นิวตัน เมตร ในทิศทาง.....

1.6 โมเมนต์เนื่องจากแรง $\vec{F}_J$ เท่ากับ.....นิวตัน เมตร ในทิศทาง.....

1.7 โมเมนต์เนื่องจากแรง $\vec{F}_K$ เท่ากับ.....นิวตัน เมตร ในทิศทาง.....

2. ให้นักเรียนหาภาพที่ซ่อนอยู่ในตารางตัวเลขปริศนาด้วยการระบายสีช่องที่มีตัวเลขคำตอบของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ก. และวัตถุ ข. ดังภาพ ดังนี้

- ระบายสีน้ำเงินในช่องตัวเลขคำตอบที่เกิดโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกา
- ระบายสีแดงในช่องตัวเลขคำตอบที่เกิดโมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
- ระบายสีเขียวในช่องตัวเลขคำตอบที่เป็นผลรวมของโมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาของแต่ละวัตถุ
- ระบายสีเหลืองในช่องตัวเลขคำตอบที่เป็นผลรวมของโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามนาฬิกาของวัตถุ ข.

ตารางตัวเลขปริศนา

44	83	19	24	21	51	99	14	11	29	73	92	99	19	91	70	16	39	14	55
46	22	71	88	76	50	53	39	91	14	71	67	10	36	44	37	53	83	66	49
33	82	36	51	49	92	30	32	50	16	13	46	24	65	66	10	33	82	39	19
13	18	14	65	21	63	67	36	70	94	50	20	80	48	80	36	76	67	81	21
36	63	15	44	54	15	14	19	84	84	66	73	48	14	17	44	51	36	69	92
66	54	17	18	16	63	11	67	39	92	24	29	36	48	36	55	50	33	81	11
11	18	19	22	55	54	24	94	84	84	88	30	80	70	24	13	46	16	69	17
92	15	14	13	70	63	53	29	33	16	37	32	48	51	94	44	99	91	81	65
37	99	65	21	73	51	83	50	20	11	53	36	83	82	37	65	73	71	22	39
39	71	32	44	49	94	14	46	76	67	36	49	21	66	32	55	14	49	70	13
36	55	67	82	88	76	99	17	91	51	94	33	92	50	24	53	22	83	29	19

บัตรภาพคนหาบตะกร้า

ใบกิจกรรมที่ 2 ทำอย่างไรให้คานอยู่นิ่งในแนวระดับ

จุดประสงค์

ออกแบบวิธีการที่ทำให้ไม้เมตรวางตัวอยู่นิ่งในแนวระดับ

วัสดุและอุปกรณ์

1.	ไม้เมตร	1 อัน
2.	ถุงทรายมวล 500 g	1 ถุง
3.	ดินน้ำมันมวล 150 g	4 ก้อน
4.	เครื่องชั่งสปริง	1 อัน
5.	เชือกไปรษณีย์	1 ม้วน

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. นำเชือกแขวนไม้เมตรตรงกลาง แล้วจัดให้ไม้เมตรวางตัวอยู่นิ่งในแนวระดับ
2. ชั่งถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริงแล้วนำมาแขวนทางด้านซ้ายของไม้เมตรห่างจากจุดแขวนไม้เมตร ณ ตำแหน่งใด ๆ คำนวณโมเมนต์ของแรงเนื่องจากน้ำหนักของถุงทราย บันทึกผลลงในใบงานที่ 4
3. อภิปรายเพื่อออกแบบให้ไม้เมตรวางตัวในแนวระดับและอยู่นิ่ง โดยแขวนดินน้ำมันอย่างน้อย 3 วิธี
4. ทำกิจกรรมตามวิธีที่ออกแบบไว้ เขียนแผนภาพแสดงแรงเนื่องจากน้ำหนักของถุงทรายและดินน้ำมันที่กระทำต่อไม้เมตร และระยะห่างระหว่างจุดแขวนถุงทรายและดินน้ำมันกับจุดแขวนไม้เมตร ขณะไม้เมตรวางตัวในแนวระดับและไม่หมุน บันทึกผลลงในใบงานที่ 4
5. คำนวณและเปรียบเทียบโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

ใบงานที่ 4 ทำอย่างไรให้คานอยู่นิ่งในแนวระดับ

คำชี้แจง

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานกลุ่ม

1. ระบุภาระงานทั้งหมดในการทำกิจกรรม อาจเขียนบรรยายหรือผังความคิด (mind mapping)

2. บทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ

.....

.....

3. เป้าหมายการทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบคือ

.....

.....

4. การวางแผนการทำงานของกลุ่ม อาจเขียนบรรยายหรือผังงาน (flowchart)

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

- น้ำหนักของถุงทราย ..... นิวตัน
- ระยะห่างจากจุดที่แขวนถุงทรายถึงจุดที่แขวนไม้เมตร ..... เซนติเมตร
- โมเมนต์ของแรงเนื่องจากน้ำหนักของถุงทราย .....นิวตัน เมตร ในทิศทางคือ.....

ตาราง แสดงแนวทางการแขวนดินน้ำมันที่ออกแบบได้และผลการคำนวณโมเมนต์ของแรงขณะทำให้ไม้เมตรอยู่นิ่งในแนวระดับ

วิธีที่	การดำเนินการ	ภาพแรงที่กระทำต่อไม้เมตร และระยะห่างจากจุดหมุน	โมเมนต์ของแรง ในทิศทาง ตามเข็ม นาฬิกา (N m)	โมเมนต์ของแรง ในทิศทาง ทวนเข็ม นาฬิกา (N m)
1	....			
2	....			
3	....			

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ดินน้ำมันที่แขวนเพื่อให้ไม้เมตรอยู่นิ่งในแนวระดับมีน้ำหนักเท่ากับหรือไม่เท่ากับน้ำหนักของถุงทรายที่แขวนไว้อย่างไร

.....

.....

2. เมื่อไม้เมตรอยู่นิ่งในแนวระดับ ค่าของโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเป็นอย่างไร

.....

3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 ให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของกลุ่ม

1. ระบุความสำเร็จในการทำงาน จุดเด่น จุดด้อยหรือปัญหาในการทำงาน หรือจุดที่ต้องการพัฒนาการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ระบุข้อเสนอแนะของการทำงานในบทบาทหน้าที่ที่ได้รับผิดชอบของตนเอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

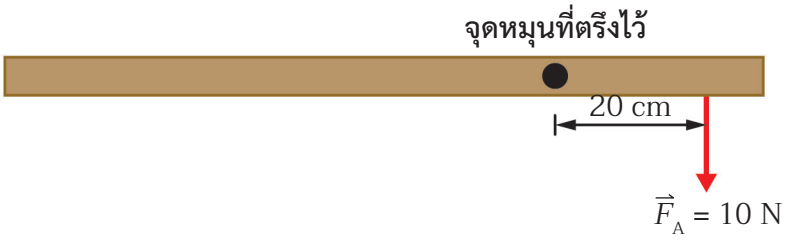
.....

ใบความรู้ที่ 3 โมเมนต์ของแรงที่วัตถุสมดุลต่อการหมุน

เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้เกิดโมเมนต์ของแรง โดยมีทั้งโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ถ้าผลรวมของโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา วัตถุจะไม่หมุนอาจกล่าวได้ว่าวัตถุนั้นอยู่ใน**สภาพสมดุลต่อการหมุน (rotational equilibrium)**

โมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

ตัวอย่างโจทย์ที่ 1 วัตถุที่มีน้ำหนักน้อยมากถูกแรงกระทำ ดังภาพ ต้องแขวนมวลที่หนัก 5 นิวตัน ที่ตำแหน่งห่างจากจุดหมุนที่ตรึงไว้เท่าใดจึงจะทำให้วัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน



แนวคิด จากภาพ แรง $\vec{F}_A$ กระทำต่อวัตถุทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ถ้าวัตถุนี้จะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน โมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจะต้องมีขนาดเท่ากับโมเมนต์ของแรงในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ดังนั้นต้องแขวนมวลที่หนัก 5 นิวตัน ไว้ที่ด้านซ้ายของจุดหมุนเพื่อให้เกิดโมเมนต์ของแรงในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา หาตำแหน่งห่างจากจุดหมุน ดังนี้

จากความสัมพันธ์

$$M_{\text{ตาม}} = M_{\text{ทวน}}$$

$$F_A \times l_A = F_B \times l_B \qquad \text{เมื่อ } l_A = 0.20 \text{ m}$$

$$10 \text{ N} \times 0.20 \text{ m} = 5 \text{ N} \times l_B$$

$$2 \text{ N m} = 5 \text{ N} \times l_B$$

$$l_B = 0.4 \text{ m}$$

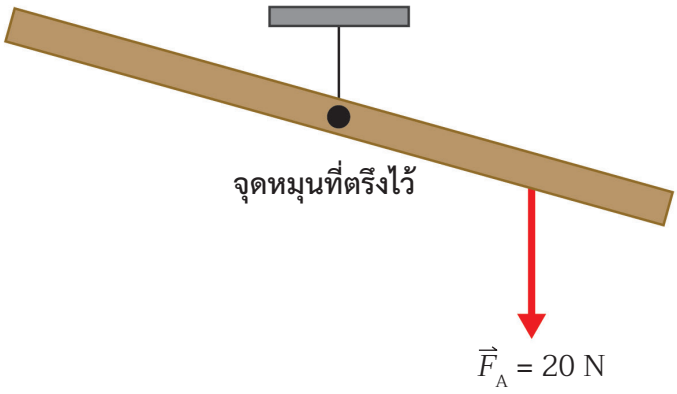
ดังนั้น ต้องแขวนมวลที่หนัก 5 นิวตัน ไว้ที่ด้านซ้ายของจุดหมุน ห่างจากจุดหมุน 40 เซนติเมตร

เฉลยใบงานที่ 5 แบบฝึกหัดเรื่อง สภาพสมดุลต่อการหมุน

คำชี้แจง

อ่านคำถามและตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

อาทิจใช้เชือกแขวนไม้กับเพดานตรงกลางของไม้ เพื่อใช้เป็นราวแขวนตัวอย่างสินค้า โดยไม้ยาว 1 เมตร และมีน้ำหนักน้อยมาก พบว่าไม้วางตัวอยู่ในแนวระดับ จากนั้นเขาแขวนสินค้าที่หนัก 20 นิวตัน ห่างจากจุดหมุน 30 เซนติเมตร ดังภาพ พบว่าไม้เอียง



เขาจะต้องแขวนสินค้าที่หนัก 15 นิวตัน ที่ตำแหน่งใดจึงจะทำให้ไม้อยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน