



แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
รายวิชาพื้นฐาน ว 22101
เวลาเรียน 3 คาบ/สัปดาห์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่และแรง
เรื่อง แรงเสียดทาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563
จำนวน 1.5 หน่วยกิต
จำนวน 2 คาบ (100 นาที)
ผู้สอน นางสาวกรรรม สอนดี

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.2/6 อธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์จากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.2 ม.2/7 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน

ว 2.2 ม.2/8 เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุ

ว 2.2 ม.2/9 ตระหนักถึงประโยชน์องค์ความรู้เรื่องแรงเสียดทาน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการลดหรือเพิ่มแรงเสียดทานที่เป็นประโยชน์ต่อการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. สาระสำคัญ

แรงเสียดทาน เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่นิ่งบนพื้นผิวให้เคลื่อนที่ แรงเสียดทานก็จะต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่ เรียก แรงเสียดทานสถิต แต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง เรียก แรงเสียดทานจลน์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากที่นักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

3.1 อธิบายความหมายของแรงเสียดทานสถิตกับแรงเสียดทานจลน์ ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ (K)

3.2 ทดลองเพื่ออธิบายลักษณะของแรงเสียดทานสถิตกับแรงเสียดทานจลน์ และปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานได้ (P)

3.3 มีความรับผิดชอบและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน (A)

4. สาระการเรียนรู้

แรงเสียดทาน (Friction) คือ เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ นั้น ซึ่งแรงเสียดทานจะมีทิศตรงข้ามกับแรงที่มากระทำเสมอ มีผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้า หรือขัดขวางการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. **แรงเสียดทานสถิต (static friction : f_s)** คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่ เช่น แรงเสียดทานระหว่างหนังสือกับโต๊ะขณะที่ออกแรงดันหนังสือ แต่หนังสือยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตจะมีค่าไม่คงที่ โดยมีขนาดเท่ากับแรงที่มากระทำต่อวัตถุ และจะมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่

2. **แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction : f_k)** คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ เช่น การออกแรงดันหนังสือแล้วหนังสือแล้วหนังสือเกิดการเคลื่อนที่ ดังนั้น ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่บนพื้นผิวชนิดเดียวกัน

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

- น้ำหนักของวัตถุ เป็นแรงในแนวตั้งฉากที่กดลงบนผิวของวัตถุส่วนที่สัมผัสกัน ซึ่งวัตถุที่มีน้ำหนักกดทับลงบนพื้นผิวมาก จะมีแรงเสียดทานมากกว่าวัตถุที่มีน้ำหนักกดทับลงบนพื้นผิวน้อย
- รูปร่างของวัตถุ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ผ่านไปใของไหลหรืออากาศจะเกิดแรงเสียดทานระหว่างผิวของวัตถุกับของไหลหรืออากาศ ซึ่งในกรณีนี้วัตถุที่มีรูปร่างเพรียวจะมีแรงเสียดทานน้อยกว่าวัตถุที่มีรูปบ้าน
- ลักษณะพื้นผิวสัมผัส ผิวสัมผัสที่เรียบจะเกิดแรงเสียดทานน้อยกว่าผิวสัมผัสที่ขรุขระ

การคำนวณหาแรงเสียดทาน สามารถคำนวณได้จาก ผลคูณระหว่างสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานกับแรงที่กดทับลงบนผิวสัมผัส ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$f = \mu N$$

เมื่อ f แทนแรงเสียดทาน มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

μ แทนสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน ไม่มีหน่วย

N แทนน้ำหนักของวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

การลดแรงเสียดทาน เช่น

- ลดพื้นที่ผิวสัมผัส โดยการออกแบบยานพาหนะให้สัมผัสพื้นน้ำหรืออากาศให้น้อยที่สุด
- เพิ่มความลื่นของผิวสัมผัส โดยใช้ไขมันหล่อลื่น หรือใช้ตัลบลูกปืนช่วย
- ใช้ล้อ โดยวัตถุที่นำมาทำล้อควรมีผิวเรียบ กลม

การเพิ่มแรงเสียดทาน เช่น

ในกรณีที่แรงเสียดทานมีประโยชน์ เช่น ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ ทางรถยนต์ และป้องกันการหกหล่นจากรองเท้า ทำได้ดังนี้

1. เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส โดยออกแบบล้อรถยนต์ให้มีหน้ากว้างพอเหมาะจะทำให้เกาะถนนได้ดี ถ้าเพิ่มพื้นที่มากเกินไปก็อาจทำให้เกิดผลเสีย

2. ลดความลื่นของผิวสัมผัส โดยทำให้บริเวณผิวสัมผัสมีความฝืดขึ้น เช่น เพิ่มดอกของยางรถยนต์สำหรับพื้นรองเท้าควรใช้พื้นยาง หรือพื้นที่ไม่เรียบจะเกิดความปลอดภัยสูงขณะใช้เคลื่อนที่

การใช้ประโยชน์จากการลดแรงเสียดทาน

1. ข้อต่อกระดูกของคนเรา จะเสียดสีกันตลอดเวลาขณะเราทำงาน การลดการเสียดสีของร่างกาย คือ มีสารหล่อลื่นได้แก่ น้ำหล่อสมองไขมันสันหลัง หรือน้ำหล่อลื่นระหว่างข้อต่อกระดูก
2. ลูกสูบของกระบอกสูบในเครื่องยนต์ จะเสียดสีกันตลอดเวลาจึงต้องใช้สารที่ทำหน้าที่ช่วยลดการเสียดสี เช่นน้ำมันเครื่อง แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้จะใสสารหล่อลื่นก็ยังมี การสูญเสียพลังงานไปกับแรงเสียดทานประมาณ 25 %
3. การผลิตสารเคลือบ หรือฉาบบนภาชนะเพื่อให้เกิดความลื่นสารนี้คือ PTFE (Poly Tetrafluoro Ethylene) มีชื่อทางการค้าว่า เทฟลอน ใช้กับกระทะ ถาดอบ หม้อหุงข้าว ปัจจุบันมีการนำไปใช้กับเครื่องยนต์ ยานพาหนะที่ไม่ต้องการอัดฉีดด้วยสารหล่อลื่น

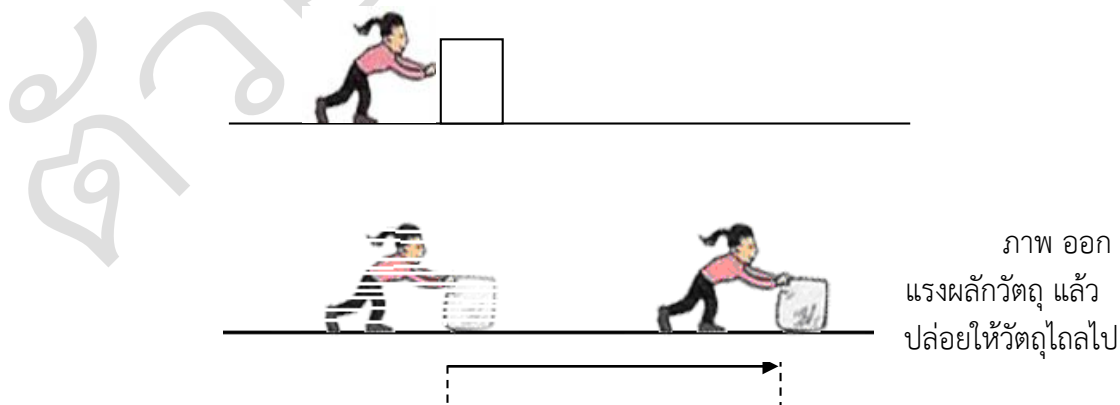
การใช้ประโยชน์จากการเพิ่มแรงเสียดทาน

1. การผลิตน็อตหรือตะปูเกลียว เพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน ทำให้มีแรงยึดเหนี่ยวได้ดี
2. ยางรถยนต์จะมีลวดลาย หรือเราเรียกว่า ดอกยาง เป็นร่องแคบๆ หรือหยักไปมาคล้ายฟันปลา เพื่อช่วยให้เกาะถนนได้ดีขึ้น ขณะรถแล่นไปบนพื้นถนนที่เปียก แต่ถ้าเราต้องการให้รถวิ่งได้เร็วขึ้นในถนนที่แห้งสนิท ยางรถยนต์ชนิดนี้ก็ไม่ต้องมีลวดลายหรือดอกยาง
3. การทำให้พื้นมีความขรุขระ เพราะจะทำให้การเดินและการทรงตัวดีกว่าพื้นเรียบและขัดมัน ซึ่งถ้าพื้นไม่มีแรงเสียดทานเลย เราจะเดินไม่ได้
4. พื้นรองเท้าผลิตโดยใช้วัสดุ ที่เพิ่มแรงเสียดทาน ระหว่างพื้นกับรองเท้า เพื่อการทรงตัวและเคลื่อนไหวได้สะดวกขึ้น

5. กิจกรรมการเรียนรู้: ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle: 5Es)

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) : 5 นาที (R1, C1, C3, Skills 1, 5-7)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการยกสถานการณ์ว่า เมื่อออกแรงผลักวัตถุ แล้วปล่อยให้วัตถุไถลไปตามพื้นราบในแนวระดับ ดังภาพ



2. ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ดังต่อไปนี้

- จากภาพนักเรียนเห็นอะไร

(แนวคำตอบ คนกำลังผลักวัตถุ หรือตามความคิดเห็นของนักเรียน)

- เมื่อนักเรียนผลักวัตถุจะเคลื่อนที่ใหม่
(แนวคำตอบ เคลื่อนที่ หรือตามความคิดเห็นของนักเรียน)
- เมื่อนักเรียนผลักวัตถุจะเคลื่อนที่ไประยะหนึ่งแล้วหยุด นักเรียนคิดว่า ทำไมวัตถุจึงหยุดการเคลื่อนที่

(แนวคำตอบ มีแรงต้านการเคลื่อนที่กระทำระหว่างผิววัตถุกับพื้น หรือตามความคิดเห็นของนักเรียน)

- แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่าอะไร

(แนวคำตอบ แรงเสียดทาน หรือตามความคิดเห็นของนักเรียน)

3. ครูชี้แจงกับนักเรียนว่า “วันนี้ นักเรียนจะได้ทำการศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ แรงเสียดทาน เพื่อศึกษาทิศทางของแรงเสียดทานและปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทานภายใต้กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง “แรงเสียดทาน”

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) : 40 นาที (R1-3, C1-4, Skills 1-2, 5-7)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูถาม ดังต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าขนาดของแรงต้านการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยใด และมีทิศทางอย่างไร

(แนวคำตอบ น้ำหนักวัตถุ รูปร่างวัตถุ และพื้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุ และมีทิศทางตรงข้ามกับแรงผลัก หรือตามความคิดเห็นของนักเรียน)

2. ให้นักเรียนทำการศึกษากิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูจึงชี้แจงรายละเอียดให้แก่ นักเรียนก่อนลงมือทำการทดลอง ดังต่อไปนี้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

- เพื่อศึกษาลักษณะของแรงเสียดทานและปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
1. ถูทราย	3 ถู
2. เครื่องชั่งสปริง	1 เครื่อง
3. ถูพลาสติก	1 ถู

*ครูควรตรวจอุปกรณ์ทุกชนิดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

อภิปรายก่อนกิจกรรม

ครูนำอภิปรายก่อนทำกิจกรรมดังนี้

1. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการใช้เครื่องชั่งสปริง

2. ครูเน้นให้นักเรียนวางถูทรายในตำแหน่งเดียวกัน

3. ครูอธิบายวิธีการทดลองตามที่ระบุในกิจกรรม เรื่อง แรงเสียดทาน และให้นักเรียนพยายามค้นหา

คำตอบที่ตั้งไว้ในจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม เช่น แนะนำวิธีสังเกตว่าถูทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว โดยพิจารณาจากขนาดของแรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงมีค่าคงตัวตลอดการเคลื่อนที่

4. หลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ให้นักเรียนทุกกลุ่มออกแบบตารางบันทึกผลและเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม พร้อมตอบคำถามท้ายการทดลอง แล้วนำไปติดไว้ที่กระดานและให้นักเรียนพิจารณาผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของกลุ่มของตนเอง

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (Explain) : 20 นาที (R1-3, C1-4, Skills 1, 5-7)

1. หลังจากนักเรียนทุกคนได้ดูผลการทำกิจกรรมของทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้แนวคำถามตามคำถามท้ายการทดลองดังต่อไปนี้

- ขณะถูทรายวางนึ่งบนพื้นโต๊ะ โดยที่ยังไม่ออกแรงดึงถูทราย มีแรงใดกระทำต่อถูทรายบ้าง
(แนวคำตอบ แรงโน้มถ่วงของโลก แรงที่พื้นกระทำต่อถูทราย)
- แรงเสียดทานเกิดขึ้นตรงส่วนใดของถูทรายและมีทิศทางอย่างไร
(แนวคำตอบ ระหว่างผิวถูทรายกับพื้น และมีทิศทางตรงข้ามกับแรงดึง)
- ขนาดของแรงที่ใช้ดึงถูทรายมีค่าสูงสุดเท่าใด ขณะนั้นถูทรายเคลื่อนที่หรือไม่ อย่างไร
(แนวคำตอบ (ดูจากผลการทดลอง) ขณะนั้นถูทรายยังไม่เคลื่อนที่ แต่กำลังจะเคลื่อนที่)
- ขณะที่แรงดึงถูทรายมีค่าสูงสุด แรงเสียดทานที่กระทำต่อถูทรายมีค่าเท่าใด ทราบได้อย่างไร
(แนวคำตอบ ขณะที่ยังออกแรงดึงถูทราย แรงเสียดทานมีค่ามากที่สุด (... นิวตัน ดูผลการทดลอง) ทราบได้จากค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง)
- การเพิ่มจำนวนถูทราย มีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ อย่างไร
(แนวคำตอบ การเพิ่มจำนวนถูทรายมีผลทำให้แรงเสียดทานมีค่ามากขึ้น เนื่องจากเมื่อเพิ่มจำนวนถูทราย จะทำให้แรงกดบนพื้นมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันแรงที่พื้นกระทำต่อถูทรายจะมีค่ามากขึ้น ดังนั้นขนาดของแรงเสียดทานจึงมีค่าเพิ่มขึ้น)
- การหุ้มถูทรายด้วยถุงพลาสติกมีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ อย่างไร
(แนวคำตอบ การหุ้มถูทรายด้วยถุงพลาสติก จะทำให้ผิวสัมผัสเรียบและลื่นมากขึ้น จึงส่งผลให้แรงเสียดทานมีขนาดลดลง)

- สรุปผลการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ตามจุดประสงค์การทดลองที่ตั้งไว้ ซึ่งควรสรุปได้ดังนี้

1. แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่ผิวสัมผัสเคลื่อนที่

2. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่มีแรงกระทำแต่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่เรียกว่า **แรงเสียดทานสถิต** ขนาดของแรงเสียดทานสถิตขึ้นกับขนาดแรงภายนอกที่มากกระทำ ลักษณะผิวสัมผัส และขนาดของแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส และขนาดของแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส

3. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ เรียกว่า **แรงเสียดทานจลน์** ขนาดของแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัส และขนาดของแรงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส

โดยแรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้

1. **น้ำหนักของวัตถุ** เป็นแรงในแนวตั้งฉากที่กดลงบนผิวของวัตถุส่วนที่สัมผัสกัน ซึ่งวัตถุที่มีน้ำหนักกดทับลงบนพื้นผิวมาก จะมีแรงเสียดทานมากกว่าวัตถุที่มีน้ำหนักกดทับลงบนพื้นผิวน้อย

2. **รูปร่างของวัตถุ** เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ผ่านไปบนของไหลหรืออากาศจะเกิดแรงเสียดทานระหว่างผิวของวัตถุกับของไหลหรืออากาศ ซึ่งในกรณีนี้วัตถุที่มีรูปร่างเพรียวจะมีแรงเสียดทานน้อยกว่าวัตถุที่มีรูปป้าน

3. **ลักษณะพื้นผิวสัมผัส** ผิวสัมผัสที่เรียบจะเกิดแรงเสียดทานน้อยกว่าผิวสัมผัสที่ขรุขระ

5.4 ขยายความรู้ (Elaborate) : 25 นาที (R1-3, C1-3, Skills 1-2, 5-7)

1. ครูอธิบายการคำนวณหาแรงเสียดทาน ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก ผลคูณระหว่างสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานกับแรงที่กดทับลงบนผิวสัมผัส ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$f = \mu N$$

เมื่อ f แทน แรงเสียดทาน มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

μ แทน สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน ไม่มีหน่วย

N แทน น้ำหนักของวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

2. ครูยกตัวอย่างการคำนวณหาแรงเสียดทาน พร้อมอภิปรายคำตอบร่วมกับนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 ออกแรง 20 นิวตัน ลากวัตถุไปตามพื้นราบ ถ้าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน 0.2 จงคำนวณหาน้ำหนักของวัตถุ

แนวคำตอบ จาก $f = \mu N$

จะได้ $N = \frac{f}{\mu}$

$$N = \frac{20}{0.2} = 100 \text{ นิวตัน}$$

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุ ก มีแรงกดลงบนพื้นโต๊ะ 30 นิวตัน ต้องออกแรงฉุดในแนวขนาน 3 นิวตัน สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานมีค่าเท่าไร

แนวคำตอบ จาก $f = \mu N$

จะได้ $\mu = \frac{f}{N}$

$$\mu = \frac{3}{30} = 0.1$$

ตัวอย่างที่ 3 วัตถุมวล 40 กิโลกรัม วางบนพื้นราบถ้าต้องการให้วัตถุเคลื่อนที่ต้องออกแรงผลักอย่างน้อย 150 นิวตัน ตามแนวราบ สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานมีค่าเท่าไร (กำหนดให้ค่า $g = 10 \text{ m/s}^2$)

แนวคำตอบ จาก $f = \mu N$ เมื่อ $N = mg$

จะได้ $\mu = \frac{f}{N} = \frac{f}{mg}$

$$\mu = \frac{150}{40 \times 10} = 0.375 \approx 0.4$$

3. ครูร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับ การลด-การเพิ่มแรงเสียดทาน และการใช้ประโยชน์ โดยใช้ประเด็นคำถาม “นักเรียนมีวิธีการนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง”

ขอบข่ายเนื้อหาในการอภิปราย

การลดแรงเสียดทาน เช่น

1. ลดพื้นที่ผิวสัมผัส โดยการออกแบบยานพาหนะให้สัมผัสพื้นน้ำหรืออากาศให้น้อยที่สุด
2. เพิ่มความลื่นของผิวสัมผัส โดยใช้ไขมันหล่อลื่น หรือใช้ตัลบลูกปืนช่วย
3. ใช้ล้อ โดยวัสดุที่นำมาทำล้อควรมีผิวเรียบ กลม

การเพิ่มแรงเสียดทาน เช่น

ในกรณีที่แรงเสียดทานมีประโยชน์ เช่น ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ ทางรถยนต์ และป้องกันการหกล้มจากรองเท้า ทำได้ดังนี้

1. เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส โดยออกแบบล้อรถยนต์ให้มีหน้ากว้างพอเหมาะจะทำให้เกาะถนนได้ดี ถ้าเพิ่มพื้นที่มากเกินไปก็อาจทำให้เกิดผลเสีย
2. ลดความลื่นของผิวสัมผัส โดยทำให้บริเวณผิวสัมผัสมีความผิดขึ้น เช่น เพิ่มดอกของยางรถยนต์สำหรับพื้นรองเท้าควรใช้พื้นยาง หรือพื้นที่ไม่เรียบจะเกิดความปลอดภัยสูงขณะใช้เคลื่อนที่

การใช้ประโยชน์จากการลดแรงเสียดทาน

1. ข้อต่อกระดูกของเรา จะเสียดสีกันตลอดเวลาขณะเราทำงาน การลดการเสียดสีของร่างกาย คือ มีสารหล่อลื่นได้แก่ น้ำหล่อสมองไขมันสันหลัง หรือน้ำหล่อลื่นระหว่างข้อต่อกระดูก
2. ลูกสูบของกระบอกสูบในเครื่องยนต์ จะเสียดสีกันตลอดเวลาจึงต้องใช้สารที่ทำหน้าที่ช่วยลดการเสียดสี เช่นน้ำมันเครื่อง แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้จะไร้สารหล่อลื่นก็ยังมี การสูญเสียพลังงานไปกับแรงเสียดทานประมาณ 25 %
3. การผลิตสารเคลือบ หรือฉาบบนภาชนะเพื่อให้เกิดความลื่นสารนี้คือ PTFE (Poly Tetrafluoro Ethylene) มีชื่อทางการค้าว่า เทฟลอน ใช้กับกระทะ ถาดอบ หม้อหุงข้าว ปัจจุบันมีการนำไปใช้กับเครื่องยนต์ ยานพาหนะที่ไม่ต้องทำการอัดฉีดด้วยสารหล่อลื่น

การใช้ประโยชน์จากการเพิ่มแรงเสียดทาน

1. การผลิตน็อตหรือตะปูเกลียว เพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน ทำให้มีแรงยึดเหนี่ยวได้ดี
2. ยางรถยนต์จะมีลวดลาย หรือเราเรียกว่า ดอกยาง เป็นร่องแคบๆ หรือหยักไปมาคล้ายฟันปลา เพื่อช่วยให้เกาะถนนได้ดีขึ้น ขณะรถแล่นไปบนพื้นถนนที่เปียก แต่ถ้าเราต้องการให้รถวิ่งได้เร็วขึ้นในถนนที่แห้งสนิท ยางรถยนต์ชนิดนี้ก็ไม่ต้องมีลวดลายหรือดอกยาง
3. การทำให้พื้นมีความขรุขระ เพราะจะทำให้การเดินและการทรงตัวดีกว่าพื้นเรียบและขัดมัน ซึ่งถ้าพื้นไม่มีแรงเสียดทานเลย เราจะเดินไม่ได้
4. พื้นรองเท้าผลิตโดยใช้วัสดุ ที่เพิ่มแรงเสียดทาน ระหว่างพื้นกับรองเท้า เพื่อการทรงตัวและเคลื่อนไหวได้สะดวกขึ้น

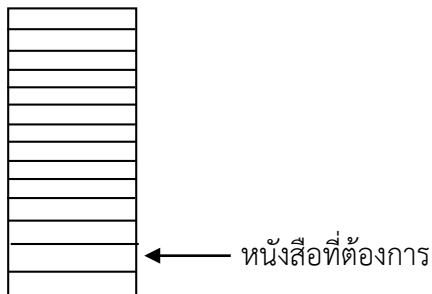
5.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) : 10 นาที (R1-3, C1-3, Skills 1-2, 4-7)

1. ครูใช้ประเด็นคำถามแก่นักเรียนเพื่อประเมินความเข้าใจ ดังนี้
 - การเพิ่มมวลของวัตถุ มีผลต่อแรงเสียดทานที่พื้นการทำต่อวัตถุอย่างไรบ้าง

(แนวคำตอบ การเพิ่มมวลของวัตถุจะทำให้เกิดแรงกดบนพื้นมากขึ้น แรงปฏิกิริยาตั้งฉากที่พื้นกระทำโต้ตอบลงทรายซึ่งเป็นแรงคู่ปฏิกิริยาของแรงที่ถูงทรายกดลงบนพื้นมีขนาดมากขึ้น แรงเสียดทานจึงมีขนาดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ขนาดของแรงเสียดทานไม่ขึ้นกับขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัส)

นอกจากนี้ลักษณะของผิวสัมผัส จะมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน ถ้าผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระมาก แรงเสียดทานจะมีค่ามาก แต่ถ้าผิวสัมผัสเรียบหรือลื่น แรงเสียดทานจะมีค่าน้อย

- เพราะเหตุใด เวลาที่นักเรียนดึงหนังสือที่อยู่ด้านล่าง ออกจากกองหนังสือซึ่งวางซ้อนกันอยู่จำนวนมาก ดังภาพ จึงดึงออกได้ยาก



(แนวคำตอบ เพราะน้ำหนักของหนังสือด้านบนกดทับบนหนังสือที่ต้องการมาก จึงเกิดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของหนังสือด้านบนและด้านล่าง จึงทำให้ดึงหนังสือออกได้ยาก)

- จากคำถามที่ผ่านมา นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรจึงจะหยิบหนังสือเล่มที่ต้องการออกมาได้ง่ายโดยที่กองหนังสือไม่ล้ม

(แนวคำตอบ ลดน้ำหนักที่กดทับหนังสือที่ต้องการ โดยการยกหนังสือส่วนบนที่ไม่ต้องการออกเพื่อลดขนาดของแรงเสียดทาน)

2. นักเรียนทำใบกิจกรรมเรื่อง แรงเสียดทาน เพื่อประเมินความเข้าใจของตนเองและส่งงานตามที่ครูผู้สอนกำหนด

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. อุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ เครื่องชั่งสปริง ถูทราย ถูพลาสติก
3. ใบกิจกรรมเรื่อง แรงเสียดทาน
4. ภาพแสดงการออกแรงผลักวัตถุในชั้นสร้างความสนใจ

7. การประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์ในการประเมิน
1. อธิบายความหมายของแรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานจลน์ ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ (K)	สังเกตจาก - การตอบคำถาม - การอภิปราย - ใบกิจกรรมเรื่อง แรงเสียดทาน	- คำถาม - กิจกรรมการทดลองเรื่อง แรงเสียดทาน - ใบกิจกรรมเรื่อง แรงเสียดทาน	- นักเรียนตอบคำถามและทำใบงานถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์ในการประเมิน
2. ทดลองเพื่ออธิบายคุณลักษณะของแรงเสียดทาน สลัดกับแรงเสียดทานจลน์ และปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานได้ (P)	สังเกตจาก - การตอบคำถาม - การอภิปราย - ใบกิจกรรมเรื่อง แรงเสียดทาน	- คำถาม - การตอบคำถาม - กิจกรรมการทดลองเรื่อง แรงเสียดทาน - ใบกิจกรรมเรื่อง แรงเสียดทาน	- นักเรียนตอบคำถามและทำใบงานถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด
3. มีความรับผิดชอบและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน (A)	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - การมีส่วนร่วม ในการทำงานกลุ่ม	- แบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้	- ส่งงานทันเวลาและถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด - ผลการประเมินในระดับ 2 ขึ้นไป

8. แนวทางการพัฒนาผู้เรียนที่สอดคล้องตามรูปแบบ SATITRAM Model โดยมุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถและทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (3Rs x 4Cs x 7Skills)

รูปแบบการพัฒนา	ทักษะที่มุ่งเน้น	ร่องรอย/หลักฐาน/วิธีการ/ชิ้นของการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ (โปรดระบุตามทักษะที่สอดคล้อง)
3Rs	<input checked="" type="checkbox"/> R1 – (R)eading (อ่านออก) หมายถึง มีความรู้และทักษะที่จะเข้าใจเรื่องราวและสาระของสิ่งที่ได้อ่าน ตีความหรือแปลความหมายของข้อความที่ได้อ่าน และประเมิน คติวิเคราะห์ย้อนกลับไปถึงจุดมุ่งหมายของเรื่องได้อ่านได้ว่าต้องการส่งสารหรือสารอะไรให้ผู้อ่าน	- ขั้นสร้างความสนใจ - ขั้นสำรวจและค้นหา - ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป - ขั้นขยายความรู้ - ขั้นประเมินผล
	<input checked="" type="checkbox"/> R2 – (W)riting (เขียนได้) หมายถึง สามารถในการนำเสนอใจความจากเรื่องทีอ่านออกมาในรูปแบบของการเขียน การอธิบาย การอภิปราย หรือการสร้างชิ้นงาน เพื่อประเมินถึงคุณค่าของสิ่งที่ได้อ่าน	- ขั้นสำรวจและค้นหา - ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป - ขั้นขยายความรู้ - ขั้นประเมินผล
	<input checked="" type="checkbox"/> R3 – A(R)ithmetics (คิดเลขเป็น) หมายถึง ไม่เพียงแต่คิดเลขเป็น แต่ต้องมีความสามารถในการเข้าใจและบอกความหมายจากเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในเรื่องที่อ่าน เช่น เลข	- ขั้นสำรวจและค้นหา - ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป - ขั้นขยายความรู้ - ขั้นประเมินผล

รูปแบบ การ พัฒนา	ทักษะที่มุ่งเน้น	ร่องรอย/หลักฐาน/วิธีการ/ขั้นของการ จัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ (โปรดระบุตามทักษะที่สอดคล้อง)
	คณิต, พีชคณิต, เรขาคณิต, ทรีโกณมิติ, กราฟ ฯลฯ ได้ อย่างถูกต้อง	
4Cs	<input checked="" type="checkbox"/> C1 – Communication (ทักษะการสื่อสาร) มีความสามารถใช้ศัพท์ใช้ภาษา, ใช้ ICT และใช้ จิตวิทยาเพื่อสื่อสารกับผู้อื่นให้ประสบความสำเร็จได้	<ul style="list-style-type: none"> - ชั้นสร้างความสนใจ - ชั้นสำรวจและค้นหา - ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป - ชั้นขยายความรู้ - ชั้นประเมินผล
	<input checked="" type="checkbox"/> C2 – Creativity (ทักษะการคิดสร้างสรรค์) มีความสามารถในการคิดที่มีความแปลกใหม่และ หลากหลาย หรือมีกระบวนการคิดในการพัฒนาต่อยอด หรือการแก้ไขปัญหา ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของหลักการ ทฤษฎีและกฎ	<ul style="list-style-type: none"> - ชั้นสำรวจและค้นหา - ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป - ชั้นขยายความรู้ - ชั้นประเมินผล
	<input checked="" type="checkbox"/> C3 – Critical thinking (ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ) มีความสามารถในการคิดอย่างรอบด้านโดย คำนึงถึงองค์ประกอบทุกส่วน มีการวิเคราะห์ความเป็น เหตุเป็นผลและรวบรวมข้อมูลมาสนับสนุนการอภิปราย โต้แย้งให้เกิดแนวคิดที่น่าเชื่อถือและมีความหลากหลาย แล้วนำมาตรวจสอบและประเมินค่าจนนำไปสู่ผลลัพธ์ใน การแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - ชั้นสร้างความสนใจ - ชั้นสำรวจและค้นหา - ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป - ชั้นขยายความรู้ - ชั้นประเมินผล
	<input checked="" type="checkbox"/> C4 – Collaboration (ทักษะการทำงานร่วมกัน) มีความสามารถในการคิด/ปฏิบัติ ร่วมกันของ ผู้เรียนซึ่งเกิดจากกระบวนการแลกเปลี่ยนแนวความคิด/ องค์ความรู้ร่วมกับผู้อื่น แล้วนำมาวิเคราะห์/อภิปราย และตกผลึกเป็นตัวแทนความรู้ความเข้าใจเพื่อสร้างองค์ ความรู้ร่วม	<ul style="list-style-type: none"> - ชั้นสำรวจและค้นหา - ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป
7Skills	<input checked="" type="checkbox"/> Skill 1 – Analytical thinking skills (ทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์)	<ul style="list-style-type: none"> - ชั้นสร้างความสนใจ - ชั้นสำรวจและค้นหา - ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

รูปแบบ การ พัฒนา	ทักษะที่มุ่งเน้น	ร่องรอย/หลักฐาน/วิธีการ/ขั้นของการ จัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ (โปรดระบุตามทักษะที่สอดคล้อง)
	<p>มีความสามารถในการจำแนกและแจกแจงองค์ประกอบต่างๆ แล้วสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้นได้ และความพยายามในการอธิบายข้อเท็จจริงด้วยเหตุและผล หรือข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบย่อยและมีการตรวจสอบข้อเท็จจริงก่อนลงข้อสรุป</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ขั้นขยายความรู้ - ขั้นประเมินผล
	<p><input checked="" type="checkbox"/> Skill 2 – Strategic thinking skills (ทักษะการคิดเชิงกลยุทธ์)</p> <p>มีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์จากข้อมูล/หลักฐานที่เกี่ยวข้อง โดยคาดการณ์หรือพยายามหาแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนั้น</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ขั้นสำรวจและค้นหา - ขั้นขยายความรู้ - ขั้นประเมินผล
	<p><input type="checkbox"/> Skill 3 – Positive thinking skills (ทักษะการคิดเชิงบวก)</p> <p>มีกระบวนการคิดและเข้าใจในสิ่งที่เป็นทั้งด้านบวกและด้านลบ เป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นในการดึงข้อมูลที่เป็นประโยชน์จากเหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ ที่ได้พบเจอ เพื่อยอมรับ เรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ในทิศทางที่ดี</p>	
	<p><input checked="" type="checkbox"/> Skill 4 – Innovative thinking skills (ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม)</p> <p>มีกระบวนการคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ และนวัตกรรม จากทักษะและกระบวนการคิดแบบต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อผู้คน สังคม โลก ออกมาเป็นรูปธรรม และสามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ขั้นประเมินผล
	<p><input checked="" type="checkbox"/> Skill 5 – Logical thinking skills (ทักษะการคิดเชิงเหตุผล)</p> <p>มีความสามารถในการคิดอย่างมีความสัมพันธ์เชิงเหตุและผล โดยการวิเคราะห์เหตุปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์บนพื้นฐานหลักการและข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ขั้นสร้างความสนใจ - ขั้นสำรวจและค้นหา - ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป - ขั้นขยายความรู้ - ขั้นประเมินผล

รูปแบบ การ พัฒนา	ทักษะที่มุ่งเน้น	ร่องรอย/หลักฐาน/วิธีการ/ขั้นของการ จัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ (โปรดระบุตามทักษะที่สอดคล้อง)
	<input checked="" type="checkbox"/> Skill 6 – Scientific thinking skills (ทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์) มีความสามารถในการคิดอย่างมีลำดับขั้นตอนเพื่อ ตรวจสอบข้อเท็จจริง สร้างองค์ความรู้หรืออธิบาย ความเข้าใจ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - ชั้นสร้างความสนใจ - ชั้นสำรวจและค้นหา - ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป - ชั้นขยายความรู้ - ชั้นประเมินผล
	<input checked="" type="checkbox"/> Skill 7 – Systematic thinking skills (ทักษะการคิดเชิงระบบ) มีความสามารถในการมองภาพรวมหรือการ มองเห็นรูปแบบชุดข้อมูล และความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบแต่ละส่วน สามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบ ย่อยต่างๆ โดยคำนึงถึงผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นเมื่อ องค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลง	<ul style="list-style-type: none"> - ชั้นสร้างความสนใจ - ชั้นสำรวจและค้นหา - ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป - ชั้นขยายความรู้ - ชั้นประเมินผล

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/.....

.....

.....

.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/.....

.....

.....

.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน
 (.....)

แบบประเมิน
ความรับผิดชอบและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน

ชั้น ม. 2/.....					ชั้น ม. 2/.....					ชั้น ม. 2/.....				
กลุ่ม ที่	รายการที่ประเมิน			ผลการ ประเมิน	กลุ่ม ที่	รายการที่ประเมิน			ผลการ ประเมิน	กลุ่ม ที่	รายการที่ประเมิน			ผลการ ประเมิน
	1	2	3			1	2	3			1	2	3	
1					1					1				
2					2					2				
3					3					3				
4					4					4				
5					5					5				
6					6					6				
7					7					7				

รายการที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ	
	1 = ผ่าน	0 = ไม่ผ่าน
ข้อ 1 การทำงานเสร็จทันเวลาและมีคุณภาพ	กลุ่มมีการแบ่งงานให้สมาชิกอย่างเหมาะสมร่วมกันศึกษาและอภิปรายในประเด็นต่างๆได้ทันภายในเวลาที่กำหนด	กลุ่มมีการศึกษาและร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่างๆล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนด
ข้อ 2 ความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มในการศึกษาและอภิปรายในหัวข้อต่างๆ	สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมกันศึกษาและอภิปรายในประเด็นต่างๆอย่างตั้งใจและกระตือรือร้น	สมาชิกกลุ่มบางคนไม่สนใจการทำกิจกรรม
ข้อ 3 ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นระหว่างการลงข้อสรุปและอภิปราย (ในชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป)	กลุ่มมีความกระตือรือร้นในการนำเสนอข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาหรือกระตือรือร้นที่จะร่วมร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการศึกษาของตนเองและกระตือรือร้นในการตอบคำถามของครู	กลุ่มขาดความกระตือรือร้นในการนำเสนอข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาขาดความกระตือรือร้นที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการศึกษาของตนเองและกลุ่มอื่นและขาดความกระตือรือร้นในการตอบคำถามของครู

ผลการประเมิน

- ได้ 3 คะแนน (จากการประเมินทั้งหมด 3 ข้อ) = ดีมาก
 ได้ 2 คะแนน (จากการประเมินทั้งหมด 3 ข้อ) = ดี
 ได้ 1 หรือ 0 คะแนน (จากการประเมินทั้งหมด 3 ข้อ) = ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่านการประเมิน ได้ผลการประเมินระดับดีขึ้นไป

ใบกิจกรรมเรื่อง แรงเสียดทาน

ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ช้างเชือกหนึ่งออกแรงลากท่อนซุง โดยท่อนซุงหนัก 470 นิวตัน และสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานระหว่างท่อนไม้กับพื้นมีค่าเป็น 0.7 จงคำนวณหาแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

2. วัตถุ ก มีแรงกดบนพื้นโต๊ะ 30 นิวตัน ต้องออกแรงจุดในแนวขนาน 3 นิวตัน สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

3. วัตถุหนึ่งซึ่งได้ 4 กิโลกรัม วางบนพื้นราบ ถ้าต้องการให้วัตถุเคลื่อนที่ออกแรงผลักอย่างน้อย 150 นิวตันไปตามแนวราบ สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานมีค่าเท่าไร

.....

.....

.....

4. ออกแรง 20 นิวตัน ลากวัตถุไปตามพื้นราบ ถ้าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน 0.1 มวลของวัตถุนี้มีค่ากี่กิโลกรัม

.....

.....

.....

.....

5. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงระบุว่า เป็นแรงเสียดทานสถิตหรือแรงเสียดทานจลน์

ลำดับที่	สถานการณ์ที่กำหนด	ประเภทของแรงเสียดทาน
1	หนังสือวางทับกันบนโต๊ะ	
2	หัวกระเป๋ากลับโรงเรียน	
3	ดันกล่องไปข้างหน้า	
4	ใช้ผ้าถูพื้น	
5	รถเบรกขณะวิ่ง	