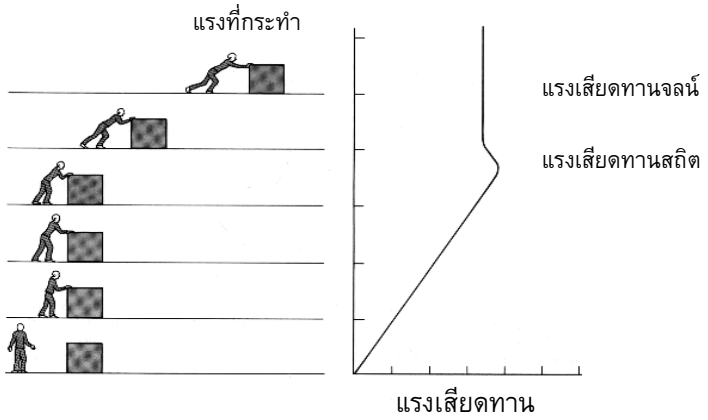
แรงเสียดทาน

วัตถุมีการเคลื่อนที่บนพื้นผิวจะมีแรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวเกิดขึ้นเสมอ โดยแรงเสียดทานเป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ กระทำในแนวผิวสัมผัสของวัตถุทั้งสอง

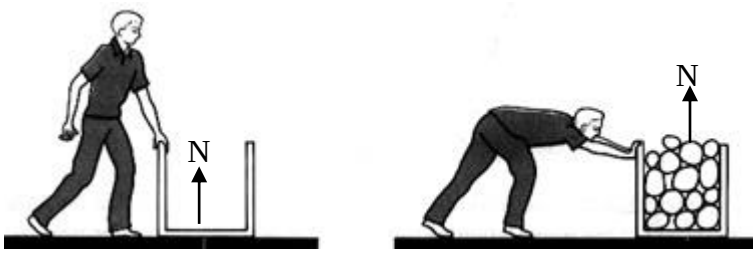
ถ้าออกแรงผลักวัตถุ มวล m และปล่อยให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว ตามแนวราบ ไปได้สักระยะหนึ่งวัตถุจะหยุดนิ่ง ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากเกิดแรง แรงเสียดทานซึ่งสวนทางกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น แรงเสียดทานมีประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวัน เพราะถ้าไม่มีแรงเสียดทานทุกพื้นผิวจะลื่นหมด เราจะไม่สามารถเดินไปตามพื้นหรือขับรถไปตามท้องถนนได้

รูป 1 ถ้าเราผลักกล่องบนพื้นแนวระดับ ขณะเริ่มต้นออกแรง กล่องยังคงอยู่กับที่ เพราะว่าพื้นมีแรงเสียดทาน ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นแรงเสียดทานก็จะเพิ่มขึ้นเท่ากับแรงที่เราผลัก จนกระทั่งเพิ่มแรงขึ้นไปจนถึงระดับหนึ่งกล่องจะเริ่มเคลื่อนที่แรงเสียดทานจะลดลงเป็นแรงเสียดทานจลน์และจะคงที่ตลอดการเคลื่อนที่



รูป 1 กราฟแสดงแรงเสียดทานเมื่อ ผลักกล่องบนพื้นแนวระดับ

ถ้าเราออกแรงมากกว่าค่าสูงสุดของแรงเสียดทาน แรงสุทธิที่เหลือหลังจากลบแรงเสียดทานออกไป จะทำให้กล่องเคลื่อนที่ แรงเสียดทานจะลดลงและน้อยกว่าแรงเสียดทานสูงสุดก่อนเคลื่อนที่ แรงเสียดทานก่อนการเคลื่อนที่มีชื่อเรียกว่า **แรงเสียดทานสถิต** ส่วนแรงเสียดทานขณะกำลังเคลื่อนที่เรียกว่า **แรงเสียดทานจลน์** ขนาดของแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับตัวประกอบ 2 ตัวคือ **แรงในแนวตั้งฉากที่กดระหว่างผิวสัมผัส** (N) และ **ชนิดของผิวสัมผัส** ยกตัวอย่างเช่น ต้องใช้แรง 3 เท่า เพื่อผลักกล่องไม้ไปบนพื้นไม้ เมื่อเทียบกับผลักกล่องเหล็กบนพื้นเหล็กน่าสังเกตว่าพื้นที่ระหว่างผิวสัมผัสไม่มีผลกับแรงเสียดทาน



รูป 2 แรงกดในแนวดิ่ง N มีค่ามากขึ้นเท่าไร แรงเสียดทานก็ยิ่งมีค่ามากขึ้นเท่านั้น

สมการของแรงเสียดทาน

$$f = \mu N \quad \text{..... (1)}$$

μ คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ขึ้นอยู่กับชนิดของผิวสัมผัส

N คือ แรงกดแนวตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัส

จากการทดลองพบว่า แรงเสียดทานสถิตเป็นสัดส่วนตรงกับแรงที่กดระหว่างผิวสัมผัส

$$f_s = \mu_s N \quad \text{..... (2)}$$

f_s = แรงเสียดทานสถิต

μ_s = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

N = แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก

กรณีวัตถุเคลื่อนที่แล้ว แรงเสียดทานจลน์จะได้

$$f_k = \mu_k N \quad \text{..... (3)}$$

f_k = แรงเสียดทานจลน์

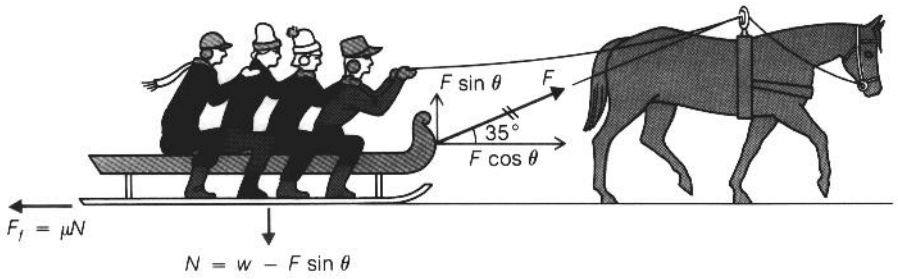
μ_k = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

N = แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก

ตาราง 1 μ_s และ μ_k สำหรับพื้นผิวสัมผัสแบบต่าง ๆ

ชนิดของผิวสัมผัส	μ_s	μ_k
เหล็กบนเหล็ก	0.74	0.57
อลูมิเนียมบนเหล็ก	0.61	0.47
ทองแดงบนเหล็ก	0.53	0.36
ทองเหลืองบนเหล็ก	0.51	0.44
สังกะสีบนเหล็กหล่อ	0.85	0.21
ทองแดงบนเหล็กหล่อ	1.05	0.29
แก้วบนแก้ว	0.94	0.40
ทองแดงบนแก้ว	0.68	0.53
ยางบนผิวคอนกรีต (แห้ง)	1.00	0.80
ยางบนผิวคอนกรีต (เปียก)	0.30	0.25

ตัวอย่าง 1 ฉุดลากเลื่อนมวล 300 kg ด้วยม้า เชือกลากทำมุม 35° กับแนวระดับ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเท่ากับ 0.10 จงหาขนาดของแรงฉุดที่น้อยที่สุดที่ทำให้เลื่อนเคลื่อนที่



รูป 3 ม้าลากเลื่อน

หลักการคำนวณ

แรงในแนวระดับ F $\cos\theta$ จะต้องมีค่ามากกว่าแรงเสียดทานจึงจะทำให้เลื่อนเคลื่อนที่ ส่วนแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากจะเท่ากับน้ำหนัก mg ลบกับแรงที่ยกขึ้นในแนวดิ่ง F$\sin\theta$

จะได้แรงลากเลื่อนในแนวระดับ = แรงเสียดทาน

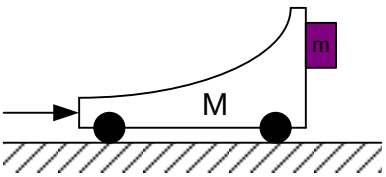
$$F\cos\theta = \mu(mg - F\sin\theta)$$

ดังนั้น

$$F = \frac{\mu mg}{\mu\sin\theta + \cos\theta}$$

$$= \frac{(0.10)(300\ \text{kg})(9.8\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2})}{(0.10)\sin 35^\circ + \cos 35^\circ} = 335\ \text{N}$$

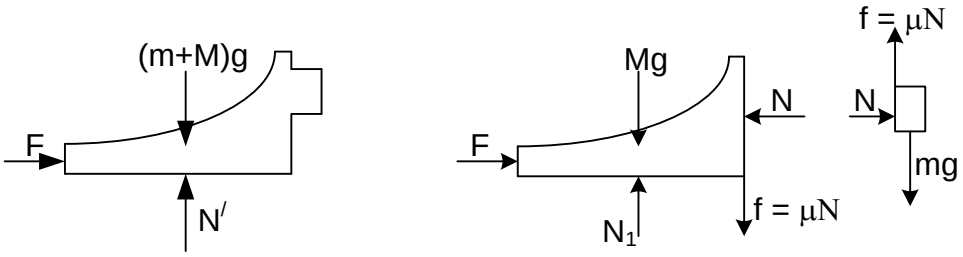
ตัวอย่าง 2 จงหาแรง F ที่น้อยที่สุดที่ทำให้มวล m ติดอยู่กับมวล M ได้ โดยไม่ทำให้ลื่นไถลตกลงมาดังรูป กำหนดสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวที่มวลทั้งสองสัมผัสกับเป็น μ และจงหาว่าขณะนั้นมวลทั้งสองมีความเร่งเท่าใด



รูป 4

หลักการคำนวณ

เขียน FBD รวมของ m และ M ได้ดังรูป (ก) และ FBD แยกของแต่ละก้อนดังรูป (ข)



(ก) (ข)

คิดที่รูป (ก) FBD รวม

จาก $\sum F_x = ma_x$

จะได้ $F = (m + M)a$ .....(1)

คิดที่รูป (ข) โดยคิดที่มวล m

จาก $\sum F_x = ma_x$

จะได้ $N = ma$ .....(2)

และ $\sum F_y = ma_y$

จะได้ $\mu N - mg = 0$ .....(3)

แทน (2) ใน (3) ได้ $a = g / \mu$

แบบฝึกหัดเรื่องแรงเสียดทาน

1. เมื่อดันกล่องใบหนึ่ง กล่องไม่เคลื่อนที่เลยเพราะเป็นไปตามข้อใด

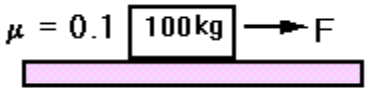
2. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม อยู่บนพื้นที่มี ส.ป.ส ความเสียดทาน 0.2 จงหาแรงน้อยที่สุดที่จะทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่

วิธีทำ

3. จากข้อที่ 2 ผ่านมา จงหาแรงที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2}

วิธีทำ

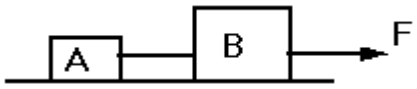
4. F เป็นแรงซึ่งใช้ในการดึงให้วัตถุมวล 100 กิโลกรัม จนเกิดความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} อยากทราบว่า F มีค่ากี่นิวตัน



วิธีทำ

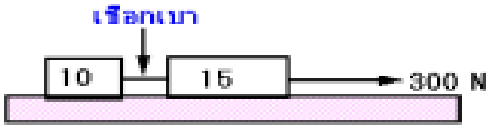
5. แท่งไม้ 2 อัน A และ B มีน้ำหนัก 2 กิโลกรัม และ 4 กิโลกรัม ผูกติดกันด้วยเชือกเบาถูกลากด้วยแรง F ไปบนพื้นไม้ที่อยู่ในแนวระดับซึ่งมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเป็น 0.7 และ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เป็น 0.4 จงหาขนาดของแรง F ที่จะทำให้แท่งไม้ทั้งสอง เคลื่อนที่ไปบนพื้นด้วยความเร็วคงที่ (ข้อ 1)

วิธีทำ



6. มวล 10 และ 15 กิโลกรัม วางบนพื้นฝืดต่อกันด้วยเชือกเบา ออกแรง 300 นิวตันดึงในแนวราบทำให้ระบบมีความเร่งคงที่ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์มีค่า 0.5 ทุกผิวสัมผัส จงหาความเร่งของระบบ

วิธีทำ

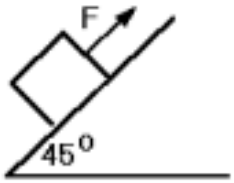


7. จากข้อ 6 ผ่านมา แรงตึงในเส้นเชือก

วิธีทำ

8. วัตถุ 15 2 กิโลกรัม วางบนระนาบเอียงฝืดทำมุม 45o กับแนวราบออกแรง F ดึงวัตถุขนานกับระนาบเอียง ถ้าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตมีค่า 0.5 จงหาแรง Fที่พอดี ทำให้วัตถุขยับขึ้น

วิธีทำ



9. จากข้อที่ผ่านมา จงคำนวณแรง F ที่พอดีทำให้วัตถุขยับลง

วิธีทำ

10. มวล m วางบนพื้นเอียงซึ่งทำมุม 30o กับแนวระดับ ถ้าวัดได้ว่ามวลนั้นไถลลงพื้นเอียงด้วยความเร่ง 8 1 g สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างมวลนั้นกับพื้นจะเป็นเท่าไร (0.4)

วิธีทำ