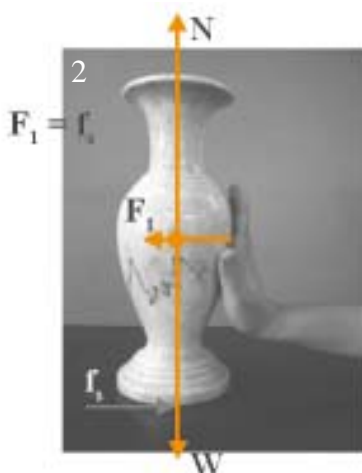


แรงเสียดทาน

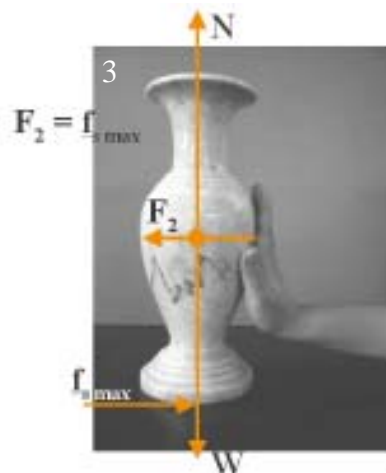
ในชีวิตประจำวัน เราไม่สามารถหลีกเลี่ยงแรงเสียดทาน แรงเสียดทานมีความสำคัญต่อชีวิตเรามาก แรงเสียดทานทำให้เราสามารถเดิน วิ่ง จับปากกา และมีความจำเป็นสำหรับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่ใช้ล้อ ถ้าไม่มีแรงเสียดทาน สิ่งต่างๆ ที่กล่าวมานั้นก็ไม่สามารถเป็นไปได้ แต่ในบางกรณีจำเป็นต้องลดแรงเสียดทาน เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ในรถยนต์



รูป 1 แจกันวางนิ่งบนพื้น มีแรง 2 แรงกระทำ



รูป 2 แรงเสียดทานสถิตต้านการเคลื่อนที่ของแจกัน



รูป 3 แจกันเริ่มจะเคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตมีค่าสูงสุด

แรงเสียดทานต้านการเคลื่อนที่

แจกันหินอ่อนวางนิ่งบนโต๊ะ มีแรงกระทำแก่กันหินอ่อนสองแรง คือ แรงโน้มถ่วงของโลก (น้ำหนักของหินอ่อน : W) และแรงที่พื้นดันแจกันหินอ่อนในทิศตั้งฉาก (N) ดังรูป 1 จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 1 เมื่อแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุเท่ากับ ศูนย์ วัตถุที่หยุดนิ่งก็จะหยุดนิ่งตลอดไป ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวตลอดไป แสดงว่าแรงลัพธ์ของแรง N และ W เป็นศูนย์ นั่นคือ แรง N เท่ากับแรง W และมีทิศตรงกันข้าม ดังนั้นแจกันหินอ่อนอยู่ในสมดุล

แรงเสียดทานสถิต

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 2 บอกว่า ถ้าแรงลัพธ์มีค่ามากกว่าศูนย์กระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง แต่ขณะนี้แรงลัพธ์ที่กระทำต่อแจกันหินอ่อนเป็นศูนย์ แจกันจึงไม่เคลื่อนที่ ลองผลักแจกันในแนวระดับด้วยขนาดของแรงเพียงเล็กน้อย (F) ก็น่าจะทำให้แจกันเคลื่อนที่ในแนวระดับได้ แต่ปรากฏว่าแจกันหินอ่อนยังหยุดนิ่ง แสดงว่าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อแจกันหินอ่อนในแนวระดับเป็นศูนย์ด้วย ทั้งนี้เป็นเพราะขณะผลักแจกันหินอ่อนซึ่งตั้งอยู่บนพื้น พื้นก็จะออกแรง (f) กระทำต่อ

แจกันหินอ่อนด้วยขนาดของแรงเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้ามกับแรงที่ผลักแจกัน ดังรูป 2 ทำให้แรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ แจกันจึงหยุดนิ่ง แรงที่พื้นต้านการเคลื่อนที่ของแจกัน ทำให้แจกันไม่สามารถเคลื่อนที่นี้ เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต (The force of static friction = f)

ถ้าผลักแจกันหินอ่อนด้วยขนาดของแรงเพิ่มขึ้นทีละน้อยๆ ปรากฏว่าแจกันหินอ่อนยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตที่กระทำต่อแจกันหินอ่อนก็จะเท่ากับแรงผลักเสมอ แต่มีทิศตรงกันข้าม ขณะที่แรงผลักมีค่าเพิ่มขึ้น แรงเสียดทานสถิตก็มี

ค่าเพิ่มขึ้น ถ้าแรงผลักมีค่าลดลง แรงเสียดทานสถิตก็มีค่าลดลงเช่นกัน

เมื่อแรงผลักแฉกกันหีนอ่อนเพิ่มขึ้นถึง F_2 แล้วแฉกกันหีนอ่อนเริ่มจะเคลื่อนที่ (แต่ยังหยุดนิ่ง) แรงเสียดทานสถิตขณะนี้จะมีค่าสูงสุด ดังรูป 3 ซึ่งขณะนี้แรงผลัก F_2 เท่ากับแรงเสียดทานสถิตค่าสูงสุด ($f_{s_{max}}$)

แรงเสียดทานจลน์

ถ้าแรงผลักแฉกกันหีนอ่อน (F_3) มีค่ามากกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด แฉกกันหีนอ่อนจะเคลื่อนที่ และเคลื่อนที่ด้วยความเร่งไปทางซ้าย ขณะนี้ยังคงมีแรงเสียดทานกระทำต่อแฉกกัน และแรงเสียดทานนี้มีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตค่าสูงสุด ($f_{s_{max}}$) แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ (The force of kinetic friction = f_k) ดังรูป 4 แรงผลักที่กระทำต่อแฉกกันหีนอ่อน

ในรูป 4 เท่ากับ $F_3 - f_k$ ถ้าต้องการให้แฉกกันหีนอ่อนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว แรงผลักที่กระทำต่อแฉกกันหีนอ่อนต้องเป็นศูนย์ ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 1 ดังนั้นต้องลดค่าแรงผลักเป็น F_4 ให้เท่ากับแรงเสียดทานจลน์ f_k ซึ่ง $F_4 - f_k = 0$ ดังรูป 5

สรุปเกี่ยวกับแรงเสียดทาน

กรณีที่วัตถุอยู่บนพื้นและมีแรงกระทำต่อวัตถุในแนวระดับซึ่งขนานกับพื้น

■ **วัตถุไม่เคลื่อนที่** แรงเสียดทานที่เกิดขึ้น เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต

1. แรงเสียดทานสถิตมีขนาดเท่ากับแรงกระทำต่อวัตถุเสมอ ไม่ว่าแรงกระทำจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่มีทิศตรงกันข้าม
2. แรงเสียดทานสถิตมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มจะเคลื่อนที่ (ยังไม่เคลื่อนที่)

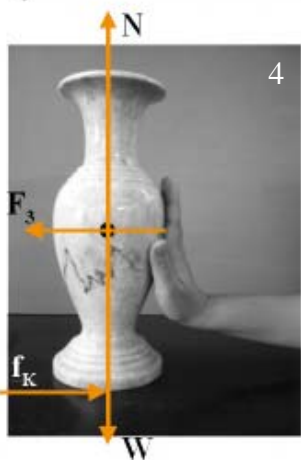
■ **วัตถุเคลื่อนที่** แรงเสียดทานที่เกิดขึ้น เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์

1. แรงเสียดทานจลน์มีค่าคงตัว (โดยประมาณ) สำหรับสภาวะพื้นผิวคู่หนึ่งๆ
2. แรงเสียดทานจลน์มีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตค่าสูงสุดเสมอ ($f_k < f_{s_{max}}$)

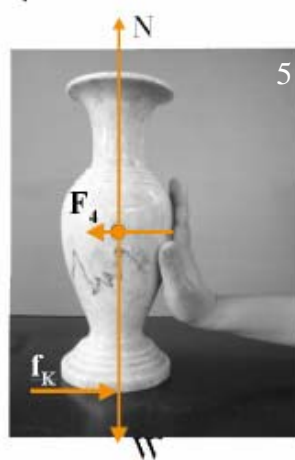
น้ำหนักของวัตถุเกี่ยวข้องกับแรงเสียดทาน

ถ้าเราผลักแฉกกันหีนอ่อน 2 ใบบนพื้นผิวสัมผัสที่เหมือนกันทุกประการ ไปตามพื้น โดยที่ใบหนึ่งหนักกว่าอีกใบหนึ่งขณะแฉกกันหีนอ่อนทั้งสองเริ่มจะเคลื่อนที่แรงผลักใบหนักกว่าจะมีค่ามากกว่า แสดงว่า แรงเสียดทานสถิตค่าสูงสุดที่กระทำต่อแฉกกันหีนอ่อนใบหนักกว่ามีค่ามากกว่า และเมื่อผลักแฉกกันหีนอ่อนทั้งสองดังกล่าวให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว แรงผลักใบหนักกว่าก็มีค่ามากกว่าเช่นเดียวกับ

เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง



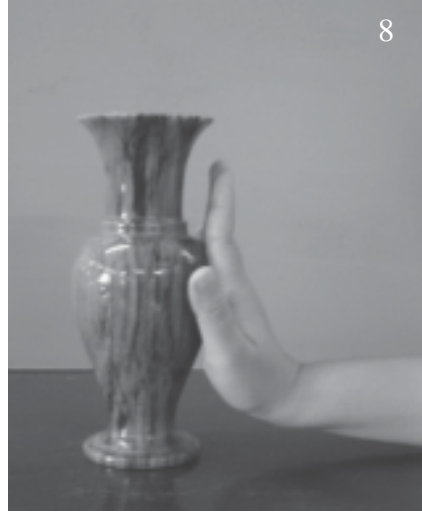
เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว



รูป 4 แรงผลัก $F_3 > F_{2_{max}}$ ทำให้แฉกกันเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ขณะนี้แรงเสียดทานจะเป็น f_k

รูป 5 แรงผลัก $F_4 =$ แรงเสียดทานจลน์ (f_k) ทำให้แฉกกันเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

รูป 6 แฉกกันเล็ก แฉกกันใหญ่



รูป 7 มีพลาแกกัมนิโตใหญ่
รูป 8 มีพลาแกกัมนิโตเล็ก
รูป 9 แสดงการสับสนในระดับจุลภาคของพลาแกกัมนิโต

กรณีแรก แสดงว่า แรงเสียดทานจลน์ที่กระทำต่อแจกันหินอ่อนใบที่หนักกว่ามีค่ามากกว่าแรงเสียดทานจลน์ที่กระทำต่อแจกันหินอ่อนใบที่เบากว่า จากทั้งสองกรณีทำให้ทราบว่า น้ำหนักของวัตถุสัมพันธ์กับแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับพื้นผิวสัมผัส

ถ้าผลึกแจกันหินอ่อนให้เคลื่อนที่บนพื้นโต๊ะผิวลื่น จะผลึกไปได้ง่ายกว่าเมื่อผลึกแจกันหินอ่อนให้เคลื่อนที่บนพื้นดิน ถึงแม้ว่าแจกันหินอ่อนเป็นใบเดียวกันแต่ใช้แรงผลึกต่างกัน แสดงว่าแรงเสียดทานระหว่างแจกันหินอ่อนกับพื้นโต๊ะผิวลื่นมีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทานระหว่างแจกันหินอ่อนกับพื้นดิน นั่นคือแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับพื้นผิวสัมผัส



แรงเสียดทานเกิดขึ้นได้อย่างไร

แรงเสียดทานเป็นแรงกระทำซึ่งกันและกัน หรือเป็นแรงปฏิสัมพันธ์ (interaction) ในระดับจุลภาคระหว่างอะตอมที่ผิววัตถุหนึ่งกับอีกผิววัตถุหนึ่งที

สัมผัสกัน ผิวของวัตถุส่วนมากที่เราสัมผัส แม้จะดูเหมือนว่าเรียบมาก แต่แท้จริงแล้วในระดับจุลภาคผิวที่เรียบนั้นเป็นผิวขรุขระ เช่น ผิวของแจกันหินอ่อนกับพื้นผิวเรียบ ดังรูป 9 ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าผิวที่สัมผัสกันมีเพียงไม่กี่จุด เมื่อผิววัตถุสองผิวสัมผัสกัน และวัตถุทั้งสองหยุดนิ่ง แรงไฟฟ้าระหว่างอะตอมของผิววัตถุทั้งสองที่สัมผัสกัน จะทำให้ผิวของวัตถุยึดติดกันตรงจุดสัมผัส เพราะการยึดติด (cohesion) นี้เอง

จึงต้องใช้แรงกระทำต่อวัตถุเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ ขณะวัตถุยังไม่เคลื่อนที่ ผลรวมของแรงยึดติดของจุดสัมผัสทั้งหมดเป็นแรงเสียดทานสถิต เมื่อใช้แรงกระทำต่อวัตถุมากกว่าแรงเสียดทานสถิตค่าสูงสุด วัตถุจะเคลื่อนที่ การยึดติดกันยังคงมีอยู่ตรงจุดสัมผัสระหว่างสองผิว ซึ่งเป็นจุดสัมผัสในขณะวัตถุเคลื่อนที่ แรงเสียดทานจลน์ที่เกิดขึ้น คือ ผลรวมหรือแรงลัพธ์ของแรงยึดติดของจุดสัมผัสเหล่านี้