

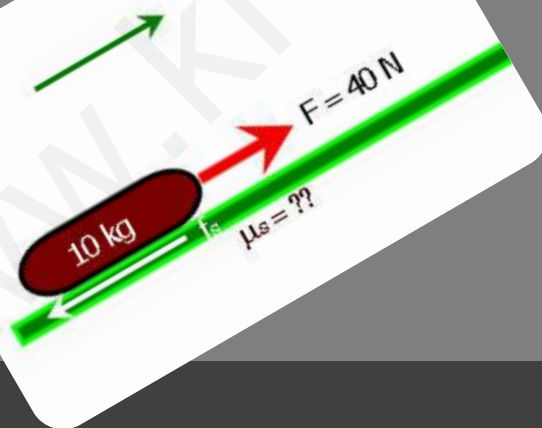


ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

๖
๓
๐
๒
๐
๑

ชุดที่ 6

แรงเสียดทาน



นางสาวอนิกานต์ ศรีต้นวงศ์
ตำแหน่ง ครู
วิชาฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนท่าวบ่อ อำเภอท่าวบ่อ จังหวัดหนองคาย
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองคาย เขต 21
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียน การสอนรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30201 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่าบ่อ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 21 ภายในเล่ม ประกอบด้วยขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นลำดับ มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ การจัดทำ ชุดกิจกรรม เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ได้จัดทำทั้งหมด 10 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 แรงและแรงลัพธ์

ชุดที่ 2 การหาแรงลัพธ์

ชุดที่ 3 มวลและกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งและข้อที่สองของนิวตัน

ชุดที่ 4 น้ำหนักและกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

ชุดที่ 5 กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

ชุดที่ 6 แรงเสียดทาน

ชุดที่ 7 การนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งและข้อที่สองของนิวตัน

ไปใช้แก้โจทย์ปัญหา

ชุดที่ 8 การเคลื่อนที่ของวัตถุหลายก้อนด้วยความเร่งเท่ากัน

ชุดที่ 9 การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง

ชุดที่ 10 การหาแรงปฏิกิริยาและการชั่งน้ำหนักในลิฟต์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน ซึ่ง การจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ผู้จัดทำได้รับความกรุณาจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน อันได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญในสาขาฟิสิกส์ ซึ่งดำรงตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษจำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาไทยพิสุจน์อักษร ดำรงตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผลดำรงตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยการศึกษา ดำรงตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

ธนิกันต์ ศรีต้นวงศ์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	1
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน	3
ลำดับชั้นการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้	4
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน	5
แบบทดสอบก่อนเรียน	7
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน	10
บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง แรงเสียดทาน	11
บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แรงเสียดทาน	15
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แรงเสียดทาน	16
บัตรกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน	17
แนวทางวิเคราะห์กิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน	21
บัตรความรู้ที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับแรงเสียดทาน	25
บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับแรงเสียดทาน	30
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับแรงเสียดทาน	36
แบบทดสอบหลังเรียน	37
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน	40
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนและหลังเรียน	41
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก	43



คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับนี้เป็น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ ว30201 สำหรับนักเรียนในระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน ประกอบด้วยเอกสาร ดังนี้

- 2.1 คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
- 2.2 ลำดับชั้นการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.3 แบบทดสอบก่อนเรียน
- 2.4 บัตรความรู้
 - 2.4.1 บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของแรงเสียดทาน
 - 2.4.2 บัตรความรู้ที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างโจทย์ปัญหาแรงเสียดทาน
- 2.5 บัตรกิจกรรม
 - 2.5.1 บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหมายแรงเสียดทาน
 - 2.5.2 บัตรกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน
 - 2.5.3 บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างโจทย์ปัญหาแรงเสียดทาน
- 2.6 บัตรคำสั่ง
- 2.7 แนวทางวิเคราะห์กิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน
- 2.8 แบบทดสอบหลังเรียน



2 ส่วนประกอบของกิจกรรม

- 2.10 บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของแรงเสียดทาน
- 2.11 บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหมายแรงเสียดทาน
- 2.12 เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหมายแรงเสียดทาน
- 2.13 บัตรกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน
- 2.14 แนวทางวิเคราะห์กิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน
- 2.15 บัตรความรู้ที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างโจทย์ปัญหาแรงเสียดทาน
- 2.16 บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างโจทย์ปัญหาแรงเสียดทาน
- 2.17 เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างโจทย์ปัญหาแรงเสียดทาน

3 ส่วนประกอบของแบบทดสอบ

- 3.10 แบบทดสอบก่อนเรียน-แบบทดสอบหลังเรียน
- 3.11 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-แบบทดสอบหลังเรียน
- 3.12 กระดาษคำตอบ
- 3.13 เกณฑ์การให้คะแนน

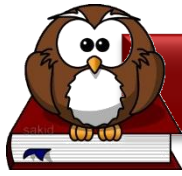
4 เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม

ใช้เวลา 2 ชั่วโมง



คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

1. เอกสารฉบับนี้เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ ว30201 สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. อ่านคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 เรื่องแรงเสียดทาน
3. อ่านคำชี้แจงสำหรับนักเรียนให้เข้าใจก่อนที่จะลงมือศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. อ่านลำดับการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้เข้าใจก่อนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
5. นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้
6. หากนักเรียนยังไม่เข้าใจในบัตรความรู้ใดก็ให้กลับไปศึกษาอีกครั้ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
7. ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ โดยใช้เวลา 10 นาที
8. ในการทำกิจกรรม และแบบทดสอบหลังเรียน ขอให้นักเรียนทำด้วยความตั้งใจ ให้ความร่วมมือ และมีความซื่อสัตย์ต่อตนเองมากที่สุด โดยไม่เปิดดูเฉลยก่อนทำกิจกรรมและแบบทดสอบหลังเรียน
9. หากนักเรียนไม่ทันหรือยังไม่เข้าใจ ให้รับชุดกิจกรรมไปศึกษาเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น



ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้

ให้นักเรียนปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1.

อ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อน



2.

ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้



3.

ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับ



4.

ให้นักเรียนปฏิบัติตามคำสั่งที่แทรกอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้



5.

เมื่อศึกษาเสร็จแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน
และหลังเรียนถ้าคะแนนหลังเรียน

สูงถึงร้อยละ 80



ให้ศึกษาชุดกิจกรรมต่อไป

เปรียบเทียบคะแนน
ก่อนเรียนและหลังเรียน
ถ้าคะแนนหลังเรียน

ต่ำกว่าร้อยละ 80



ไม่ผ่านเกณฑ์





วิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30201

หน่วยการเรียนรู้แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สาระการเรียนรู้

แรงเสียดทาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 จบนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุและแปลความหมายจากกราฟระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุ เพื่อ
3. คำนวณหาแรงเสียดทานจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้
4. คำนวณหาความเร่งของวัตถุเมื่อมีแรงเสียดทานจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้

เวลาที่ใช้

เวลา 2 ชั่วโมง



สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน
2. บัตรความรู้
 - 2.1 บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของแรงเสียดทาน
 - 2.2 บัตรความรู้ที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างโจทย์ปัญหาแรงเสียดทาน
3. บัตรกิจกรรม ประกอบด้วย
 - 3.1 บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหมายของแรงเสียดทาน
 - 3.2 เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหมายของแรงเสียดทาน
 - 3.3 บัตรกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน
 - 3.4 บัตรวิเคราะห์ผลการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน
 - 3.5 บัตรที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างโจทย์ปัญหาแรงเสียดทาน
 - 3.6 เฉลยบัตรที่ 2 เรื่อง ตัวอย่างโจทย์ปัญหาแรงเสียดทาน
4. บัตรคำสิ่งที่แทรกอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6

การประเมินผล

ประเมินผลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6

เกณฑ์การผ่าน

นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนสูงถึงร้อยละ 80 ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน



บัตรคำสิ่งที่ 1

หลังจากอ่านคำชี้แจงข้างต้นเข้าใจแล้วให้
นักเรียนได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 7 แล้วจึงศึกษาเนื้อหาต่อไปนะคะ





แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 6

เรื่อง แรงเสียดทาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30201

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

เวลา 10 นาที

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ในกระดาษคำตอบ

1. แรงแฉกที่วัตถุสามารถกระทำให้อัตราการเคลื่อนที่ไปได้ต้องมีขนาดตามข้อใด

- ก. เท่ากับแรงเสียดทานจลน์สูงสุด
- ข. น้อยกว่าแรงเสียดทานจลน์สูงสุด
- ค. น้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด
- ง. เท่ากับแรงเสียดทานสถิตสูงสุด

2. ข้อใดกล่าวผิด

- ก. แรงเสียดทานสถิตมีค่ามากกว่าแรงเสียดทานจลน์เสมอ
- ข. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เสมอ
- ค. แรงเสียดทานสถิตสูงสุดมีค่าเท่ากับแรงเสียดทานจลน์สูงสุดเสมอ
- ง. ในผิวสัมผัสคู่หนึ่งสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมีค่าไม่เท่ากันกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

3. วัตถุถูกวางไว้บนพื้นเอียงทำมุม θ กับแนวระดับทำให้อัตราการเคลื่อนที่ของวัตถุลดลงตามพื้นเอียง อยากทราบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวคู่สัมผัสมีค่าตามข้อใด

- ก. $\sin \theta$
- ข. $\cos \theta$
- ค. $\tan \theta$
- ง. $\csc \theta$

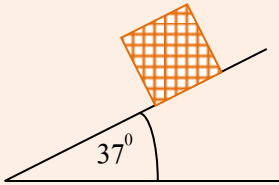
4. ในกรณีวางวัตถุมวล m ไว้บนพื้นราบแรงที่พื้นดันวัตถุ (แรง N) มีค่าเท่าใด

- ก. mg
- ข. $mg \sin \theta$
- ค. $mg \cos \theta$
- ง. $mg \tan \theta$





5. ในกรณีวางวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ไว้บนพื้นเอียงทำมุม 37° กับแนวระดับแรงที่พื้นเอียงดันวัตถุ (แรง N) มีค่าเท่าใด



- ก. 100 N
- ข. 60.2 N
- ค. 79.8 N
- ง. 75.4 N

6. วัตถุมีมวล 20 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นราบที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต 0.6 แรงที่น้อยที่สุดที่จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่มีค่าเท่าใด



- ก. 100 N
- ข. 120 N
- ค. 140 N
- ง. 160 N

7. วัตถุมีมวล 60 กิโลกรัม วางบนพื้นราบที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต 0.5 ถ้ามีแรง 150 นิวตัน มากระทำกับวัตถุ ดังรูป วัตถุนี้จะเคลื่อนที่หรือไม่อย่างไร



- ก. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้ายด้วยความเร่ง 1 m/s^2
- ข. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร่ง 1 m/s^2
- ค. วัตถุหยุดอยู่กับที่ด้วยความเร่ง 1 m/s^2
- ง. วัตถุอยู่นิ่งเหมือนเดิม

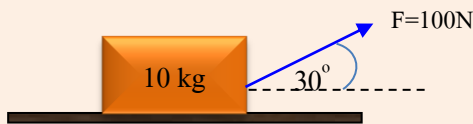
8. วัตถุมวล 4 กิโลกรัม วางบนพื้นราบที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.1 วัตถุถูกกระทำให้เคลื่อนที่ด้วยแรง 20 นิวตัน วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- ก. 4 m/s^2
- ข. 6 m/s^2
- ค. 8 m/s^2
- ง. 10 m/s^2



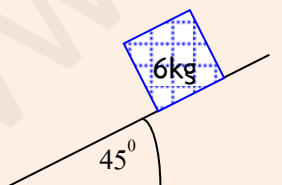
9. ดึงวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ด้วยแรง 100 นิวตัน ซึ่งวัตถุวางอยู่บนพื้นเอียงที่สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.2 ดังรูป จงหาความเร่งในการเคลื่อนที่ของวัตถุ (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- ก. 3.26 m/s^2
- ข. 7.66 m/s^2
- ค. 9.84 m/s^2
- ง. 12.46 m/s^2

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 10-12

วัตถุมีมวล 6 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ลงตามพื้นเอียงทำมุม 45° กับแนวนอน ดังรูป (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)



10. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์มีค่าเท่าใด

- ก. 0.2
- ข. 0.6
- ค. 0.8
- ง. 1.0

11. แรงที่พื้นเอียงดันวัตถุ (แรง N) มีค่าเท่าใด

- ก. 35.24 นิวตัน
- ข. 42.42 นิวตัน
- ค. 49.28 นิวตัน
- ง. 86.79 นิวตัน

12. วัตถุเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งเท่าใด

- ก. 0 m/s^2
- ข. 2 m/s^2
- ค. 4 m/s^2
- ง. 6 m/s^2



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

ทดสอบก่อนเรียน				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนน	ก่อนเรียน
เต็ม	10
ได้





บัตรความรู้ที่ 1

เรื่อง ความหมายของแรงเสียดทาน



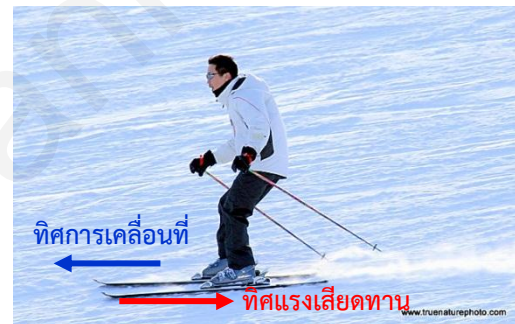
จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้

แรงเสียดทาน (friction force)

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุแยกพิจารณาทิศทางของแรงเสียดทานได้หลายแบบ เช่น

1. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นบนผิวสัมผัสของวัตถุที่ไถลจากกันจะมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ทิศทางของแรงเสียดทานกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ที่มาภาพ : <http://www.truenaturephoto.com/2010/smf/travel-gallery/%28%29-75/>

2. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุที่เคลื่อนที่ไปด้วยกันจะมีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ทิศทางของแรงเสียดทานกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ที่มาภาพ : http://derk-kob-57.blogspot.com/2012_12_01_archive.html





ขนาดของแรงเสียดทาน

ขนาดของแรงเสียดทาน หาได้จากสมการ

$$f = \mu N$$

เมื่อ f = แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ (N)

μ = สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

N = แรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับผิวสัมผัส (N)

ประเภทของแรงเสียดทาน

1. แรงเสียดทานสถิต (static friction force) เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุไม่เคลื่อนที่ หยุดนิ่ง หรือเริ่มเคลื่อนที่ แทนด้วยสัญลักษณ์ f_s แรงเสียดทานมีได้หลายค่า แรงเสียดทานสถิตที่มีค่ามากที่สุดเรียกว่า แรงเสียดทานสถิตสูงสุด แทนด้วยสัญลักษณ์ $f_{s\max}$

$$f_s = \mu_s N$$

เมื่อ f_s = แรงเสียดทานสถิต (N)

μ_s = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

N = แรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับผิวสัมผัส (N)

2. แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction force) เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ซึ่งจะมีขนาดของแรงเสียดทานน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุดเสมอ แทนด้วยสัญลักษณ์ f_k

$$f_k = \mu_k N$$

เมื่อ f_k = แรงเสียดทานจลน์ (N)

μ_k = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

N = แรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับผิวสัมผัส (N)





สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

จากการทดลองจะพบว่าทั้งแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรง
กับแรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับผิวสัมผัส

อัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานสถิต
ต่อแรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับผิวสัมผัสทั้งสอง
เรียกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

(coefficient of static friction force)

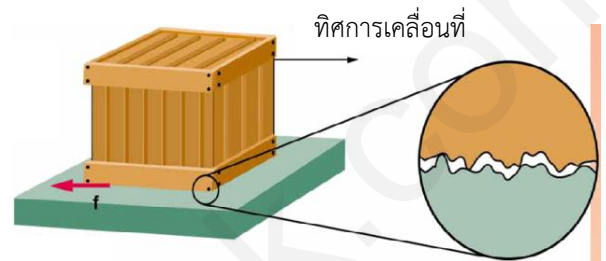
แทนด้วยสัญลักษณ์ μ_s และอัตราส่วนระหว่าง

แรงเสียดทานสถิตต่อแรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับ

ผิวสัมผัสทั้งสอง เรียกว่า

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

(coefficient of kinetic friction force) แทนด้วยสัญลักษณ์ μ_k



ภาพที่ 3 ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุ 2 ชนิด

ที่มาภาพ : <http://www.mrsciguy.com/Physics/Newton.html>

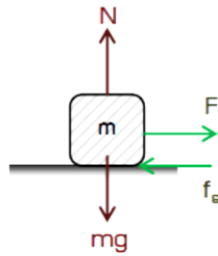
แรงเสียดทานสถิตจะมีขนาดมากกว่าแรงเสียดทานจลน์เสมอ นั่นคือ $f_s > f_k$ ดังนั้น $\mu_s > \mu_k$ เสมอ

ตาราง 1 ตารางแสดงสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (μ_s) และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ (μ_k)

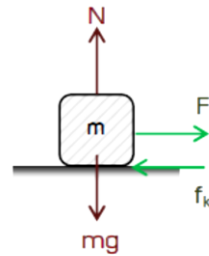
ผิวสัมผัส	μ_s	μ_k
ไม้กับไม้	0.70	0.40
เหล็กกล้ากับเหล็กกล้า	0.74	0.57
อะลูมิเนียมกับเหล็กกล้า	0.61	0.47
ทองแดงกับเหล็กกล้า	0.53	0.36
ทองเหลืองกับเหล็กกล้า	0.51	0.44
แก้วกับแก้ว	0.94	0.40
ทองแดงกับแก้ว	0.68	0.53
ยางกับคอนกรีตแห้ง	1.00	0.80
ยางกับคอนกรีตเปียก	0.30	0.25



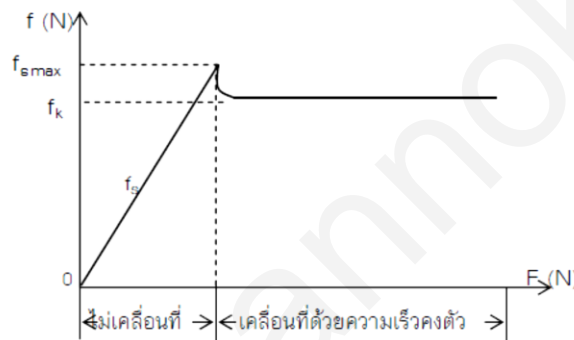
เมื่อนำวัตถุมวล m วางบนพื้นเรียบ แล้วออกแรงดึง F สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง F กับแรงเสียดทาน f ได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4.1 วัตถุหยุดนิ่ง/เริ่มเคลื่อนที่



รูปที่ 4.2 วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง F กับแรงเสียดทาน f

รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง F กับแรงเสียดทาน f

ที่มา : www.pra.ac.th/newdocument/.../friction01.pdf

- ช่วงแรก que วัตถุยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิต f_s ไม่คงที่ กล่าวคือ มีค่าเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0 ถึงแรงเสียดทานสถิตสูงสุด f_{smax}
- ถ้าแรงดึง F มากกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด f_{smax} วัตถุจะเริ่มมีการเคลื่อนที่
- เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว แรงเสียดทานที่เกิดขึ้น คือ แรงเสียดทานจลน์ f_k มีค่าคงที่ โดยที่ $f_k < f_{smax}$
- สัมประสิทธิ์ความเสียดทานขึ้นอยู่กับชนิดของผิวสัมผัส

ข้อสรุปเกี่ยวกับ
แรงเสียดทาน



บัตรกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ความหมายของแรงเสียดทาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบในวงเล็บท้ายข้อมาเติมลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุไม่เคลื่อนที่ **หยุดนิ่ง** หรือ **เริ่มเคลื่อนที่** คือ.....
(แรงเสียดทานสถิต, แรงเสียดทานจลน์)
2. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุ **เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว** คือ.....
(แรงเสียดทานสถิต, แรงเสียดทานจลน์)
3. ขนาดของแรงเสียดทานน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุดเสมอ คือ.....
(แรงเสียดทานสถิต, แรงเสียดทานจลน์)
4. แรงเสียดทานสถิตมีค่า.....แรงเสียดทานจลน์เสมอ (มากกว่า, น้อยกว่า)
5. สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน.....ชนิดของผิวสัมผัส (ขึ้นอยู่กับ, ไม่ขึ้นอยู่กับ)



เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหมายของแรงเสียดทาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบในวงเล็บท้ายข้อมาเติมลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุไม่เคลื่อนที่ **หยุดนิ่ง** หรือเริ่มเคลื่อนที่ คือ.....**แรงเสียดทานสถิต**.....
(แรงเสียดทานสถิต, แรงเสียดทานจลน์)
2. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นขณะที่วัตถุ **เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว** คือ.....**แรงเสียดทานจลน์**.....
(แรงเสียดทานสถิต, แรงเสียดทานจลน์)
3. ขนาดของแรงเสียดทานน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุดเสมอ คือ.....**แรงเสียดทานจลน์**.....
(แรงเสียดทานสถิต, แรงเสียดทานจลน์)
4. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมีค่า.....**มากกว่า**.....สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เสมอ
(มากกว่า, น้อยกว่า)
5. สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน.....**ขึ้นอยู่กับ**.....ชนิดของผิวสัมผัส (ขึ้นอยู่กับ, ไม่ขึ้นอยู่กับ)



ปฏิกิริยาการทดลอง

เรื่อง แรงเสียดทาน

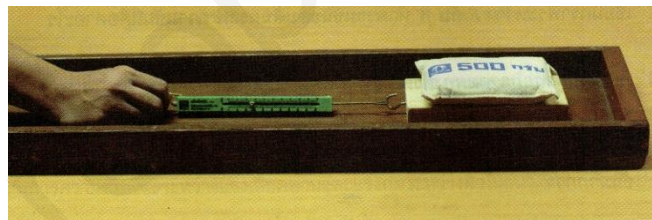
จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาขนาดและทิศทางของแรงเสียดทาน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและน้ำหนักของวัตถุ

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 แรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

1. ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวกับขอกเกี่ยวกับแผ่นไม้ ซึ่งวางอยู่บนรางไม้ และใช้ถุงทราย 1 ถุงวางทับบนแผ่นไม้ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงการดึงแผ่นไม้ที่มีถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง

ที่มารูป : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียนวิชาเพิ่มเติม
ฟิสิกส์ เล่ม 1.(2553).หน้า 93

2. ออกแรงน้อยๆแล้วค่อยๆเพิ่มแรงดึง สังเกตแรงที่อ่านได้ก่อนที่แผ่นไม้จะเริ่มเคลื่อนที่
3. บันทึกแรงดึงที่ทำให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ และแรงที่ทำให้แผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว อย่างละประมาณ 5-7 ค่า ลงในตารางที่ 2 แล้วหาค่าเฉลี่ยในสองกรณี



ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

การเคลื่อนที่ของแผ่นไม้และ ถุงทรายจำนวน 1 ถุง	ครั้งที่	ขนาดของแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ (N)
เริ่มเคลื่อนที่	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	เฉลี่ย	
เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	เฉลี่ย	

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิตและแรงกดในแนวตั้งฉาก

1. จัดรางไม้ให้พื้นรางอยู่ในแนวระดับ ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวขอเกี่ยวของแผ่นไม้ที่มีถุงทรายวางทับอยู่ 1 ถุง
2. ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้ทิศทางของแรงดึงอยู่ในแนวระดับ เพิ่มแรงจนทำให้แผ่นไม้และถุงทรายเริ่มจะเคลื่อนที่ บันทึกแรงดึงนี้ลงในตารางที่ 3
3. ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มถุงทรายวางทับแผ่นไม้เป็น 2, 3 และ 4 ถุง



ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานจลน์และแรงกดในแนวตั้งฉาก

1. ทำการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 1 แต่ออกแรงดึงเครื่องซึ่งสปริงเพื่อดึงแผ่นไม้ที่มีถุงทรายวางทับให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
2. บันทึกขนาดของแรงดึง (F) และขนาดของน้ำหนักถุงทรายรวมกับน้ำหนักแผ่นไม้ (W) ลงในตารางที่ 3
3. เขียนกราฟระหว่าง F และ W หาความชันของเส้นกราฟ ความชันนี้คือค่าอะไร

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดลองตอนที่ 2 และตอนที่ 3

จำนวนถุงทราย (ถุง)	น้ำหนักแผ่นไม้และ ถุงทราย(N)	ขนาดของแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้(N)	
		เริ่มจะเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วคงตัว
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

4. นำข้อมูลที่ได้จากตอนที่ 2 และตอนที่ 3 มาเขียนกราฟ

แรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้(N)



น้ำหนักแผ่นไม้และถุงทราย(N)



รูปที่ 6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้และถุงทราย

5. หาค่าความชันของกราฟของตอนที่ 2 และตอนที่ 3



สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....





แนววิเคราะห์กิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน

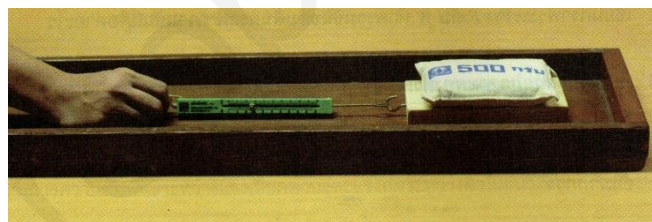
จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาขนาดและทิศทางของแรงเสียดทาน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและน้ำหนักของวัตถุ

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 แรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

4. ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวกับขอเกี่ยวของแผ่นไม้ ซึ่งวางอยู่บนรางไม้ และใช้ถุงทราย 1 ถุงวางทับบนแผ่นไม้ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงการดึงแผ่นไม้ที่มีถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง

ที่มารูป : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียนวิชาเพิ่มเติม
ฟิสิกส์ เล่ม 1.(2553).หน้า 93

5. ออกแรงน้อยๆแล้วค่อยๆเพิ่มแรงดึง สังเกตแรงที่อ่านได้ก่อนที่แผ่นไม้จะเริ่มเคลื่อนที่
6. บันทึกแรงดึงที่ทำให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ และแรงที่ทำให้แผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว อย่างละประมาณ 5-7 ค่า ลงในตารางที่ 2 แล้วหาค่าเฉลี่ยในสองกรณี



ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

การเคลื่อนที่ของแผ่นไม้และ ถุงทรายจำนวน 1 ถุง	ครั้งที่	ขนาดของแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ (N)
เริ่มเคลื่อนที่	1	2.9
	2	2.8
	3	2.8
	4	2.9
	5	3.0
	เฉลี่ย	2.88
เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่	1	1.9
	2	2.0
	3	2.1
	4	2.0
	5	2.1
	เฉลี่ย	2.02

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิตและแรงกดในแนวตั้งฉาก

1. จัดรางไม้ให้พื้นรางอยู่ในแนวระดับ ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวขอเกี่ยวของแผ่นไม้ที่มีถุงทรายวางทับอยู่ 1 ถุง
2. ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้ทิศทางของแรงดึงอยู่ในแนวระดับ เพิ่มแรงจนทำให้แผ่นไม้และถุงทรายเริ่มจะเคลื่อนที่ บันทึกแรงดึงนี้ลงในตารางที่ 3
3. ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มถุงทรายวางทับแผ่นไม้เป็น 2, 3 และ 4 ถุง



ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานจลน์และแรงกดในแนวตั้งฉาก

1. ทำการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 1 แต่ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงเพื่อดึงแผ่นไม้ที่มีถุทรายวางทับให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
2. บันทึกขนาดของแรงดึง (F) และขนาดของน้ำหนักถุทรายรวมกับน้ำหนักแผ่นไม้ (W) ลงในตารางที่ 3
3. เขียนกราฟระหว่าง F และ W หาความชันของเส้นกราฟ ความชันนี้คือค่าอะไร

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองตอนที่ 2 และตอนที่ 3

จำนวนถุทราย (ถุ)	น้ำหนักแผ่นไม้และ ถุทราย(N)	ขนาดของแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้(N)	
		เริ่มจะเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วคงตัว
1	6.6	6.6	2.0
2	11.6	11.6	3.3
3	16.6	16.6	4.6
4	21.6	21.6	5.9

4. นำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 2 มาเขียนกราฟ
5. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง แรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ และน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถุทรายสามารถหาค่าความชันของกราฟได้ดังนี้

กราฟระหว่างแรงดึง(F)กับน้ำหนักแผ่นไม้และถุทราย(W)ขณะพอดีเคลื่อนที่

$$\text{ได้ความชันของกราฟ} = \frac{8.6 \text{ N} - 4.6 \text{ N}}{21.6 \text{ N} - 11.6 \text{ N}} = \frac{4 \text{ N}}{10 \text{ N}} = 0.4 \text{ N}$$

กราฟระหว่างแรงดึง(F)กับน้ำหนักแผ่นไม้และถุทราย(W)ขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

$$\text{ได้ความชันของกราฟ} = \frac{4.6 \text{ N} - 3.6 \text{ N}}{16.6 \text{ N} - 11.6 \text{ N}} = \frac{1.3 \text{ N}}{5 \text{ N}} = 0.26 \text{ N}$$



สรุปผลการทดลอง

เนื่องจากสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิต(μ_s) คืออัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานสถิตต่อแรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับผิวสัมผัสทั้งสอง และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิต(μ_k) คืออัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานสถิตต่อแรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับผิวสัมผัสทั้งสองและจากสมการ

$$f_s = \mu_s N$$

และ

$$f_k = \mu_k N$$

ดังนั้น $\mu_s = \frac{f_s}{N}$ ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าความชันของกราฟระหว่างแรงดึง(F)กับน้ำหนักแผ่นไม้และถ่วงหอย(W)ขณะพอดีเคลื่อนที่

$\mu_k = \frac{f_k}{N}$ ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าความชันของกราฟระหว่างแรงดึง (F) กับน้ำหนักแผ่นไม้และถ่วงหอย (W) ขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

อภิปรายผลการทดลอง

1. ในแต่ละค่าของน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถ่วงหอย ขนาดของแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่จะมีค่าคงตัว และแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวตามลำดับ
2. เขียนกราฟระหว่างน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถ่วงหอยและแรงดึงทั้งสองค่า เป็นกราฟเส้นตรงที่ผ่านจุดกำเนิด แสดงว่า แรงดึงแปรผันตรงกับน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถ่วงหอย
3. กราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถ่วงหอยขณะแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่มี ความชันมากกว่าความชันของกราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถ่วงหอยขณะแผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ซึ่งความชันนี้คือ อัตราส่วนระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถ่วงหอย เรียกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง

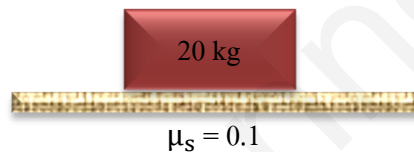


บัตรความรู้ที่ 2

เรื่อง ตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงเสียดทาน

ตัวอย่างที่ 1

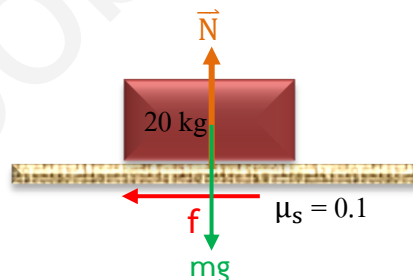
เมื่อวัตถุขนาด 20 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นราบที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเท่ากับ 0.1 ดังรูปที่ 6 จงหาแรงเสียดทานสถิตระหว่างผิวของพื้นราบและวัตถุดังกล่าว (กำหนดให้ $g=10\text{m/s}^2$)



รูปที่ 6 แสดงวัตถุขนาด 20 กิโลกรัมวางอยู่บนพื้นราบ

วิธีคิด

เขียนแรงที่เกี่ยวข้องดังนี้



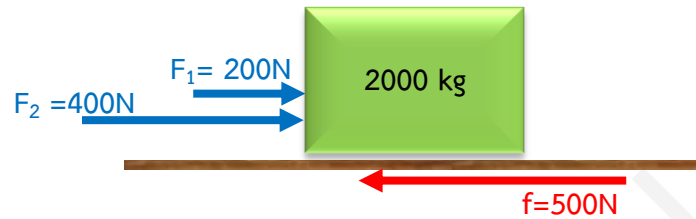
$$\begin{aligned}\text{จากสมการ } f_s &= \mu_s \vec{N} \\ f_s &= \mu_s m\vec{g} \\ f_s &= (0.1)20\text{kg}(10\text{m/s}^2) \\ \therefore f_s &= 20\text{N}\end{aligned}$$

ตอบ แรงเสียดทานสถิตระหว่างผิวของพื้นราบและวัตถุมีขนาด 20 นิวตัน



ตัวอย่างที่ 2

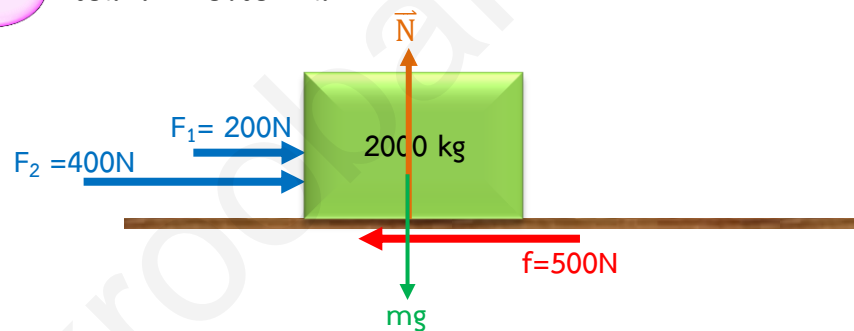
วัตถุก้อนหนึ่งมวล 2000 กิโลกรัม ออกแรงผลักวัตถุด้วยแรงขนาด 200 นิวตันและ 400 นิวตัน โดยมีแรงต้าน 500 นิวตัน ดังรูปที่ 7 จงหาความเร่งของวัตถุ



รูปที่ 7 ประกอบตัวอย่างที่ 2

วิธีคิด

เขียนแรงที่เกี่ยวข้องดังนี้



$$\text{จากสมการ } \Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\text{จะได้ } F_1 + F_2 + (-f) = ma$$

$$200 \text{ N} + 400 \text{ N} - 500 \text{ N} = (2000 \text{ kg})a$$

$$100 \text{ N} = (2000 \text{ kg})a$$

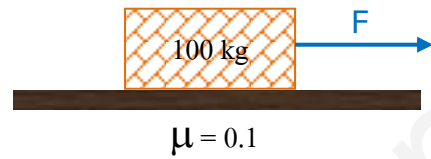
$$a = 0.05 \text{ m/s}^2$$

ตอบ ความเร่งของวัตถุมีค่า 0.05 เมตรต่อวินาที²



ตัวอย่างที่ 3

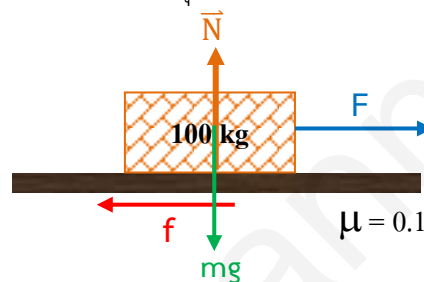
F เป็นแรงซึ่งใช้ในการดึงให้วัตถุมวล 100 กิโลกรัม
เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบที่มีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน 0.2
จนวัตถุเกิดความเร่ง 2 เมตร/วินาที² ดังรูปที่ 8
อยากทราบว่า F มีขนาดกี่นิวตัน



รูปที่ 8 ประกอบตัวอย่างที่ 3

วิธีคิด

เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ

จากสมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ จะได้ $F + (-f) = ma$

$$F - \mu N = (100 \text{ kg}) (2 \text{ m/s}^2)$$

$$F - (\mu mg) = (200)$$

$$F - ((0.1)(100)(10)) = (200)$$

$$F - (100) = (200)$$

$$F = 200 + 100$$

$$F = 300 \text{ N}$$

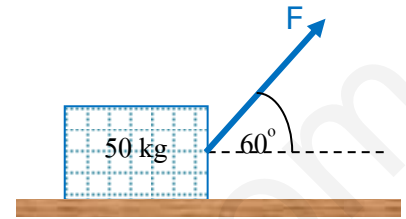
กฎข้อที่ 2 เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง

ตอบ แรงซึ่งใช้ในการดึงให้วัตถุมวล 100 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 300 นิวตัน



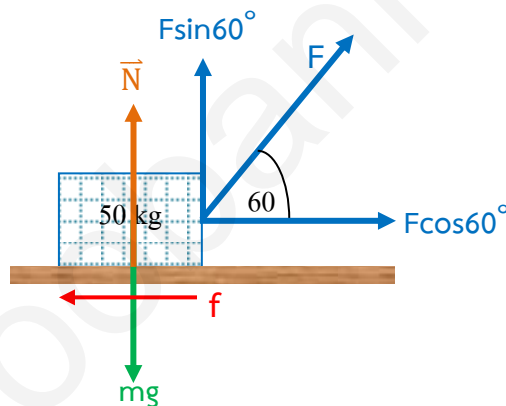
ตัวอย่างที่ 4

วัตถุมวล 50 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือก ถ้าออกแรงดึงเพื่อให้
วัตถุ 50 กิโลกรัม ไกลไปตามพื้นราบ โดยทิศทางของเส้นเชือก
ทำมุม 60° กับแนวระดับ ดังรูปที่ 9 ถ้าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน
ระหว่างพื้นกับวัตถุมีค่าเท่ากับ 0.3 ต้องออกแรงดึง(F) เชือกเท่าไร
วัตถุจึงจะเริ่มเคลื่อนที่



รูปที่ 9 ประกอบตัวอย่างที่ 4

วิธีคิด เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ ดังรูป



เลือกใช้สมการ $\Sigma \vec{F} = 0$

กฎข้อที่ 1 เนื่องจากวัตถุหยุดนิ่ง

$$\text{จะได้ } F + (-f) = 0$$

$$F \cos 60^\circ - \mu N = 0$$

$$F(0.5) - \mu mg = 0$$

$$F(0.5) - ((0.5)(50\text{kg})(10\text{m/s}^2)) = 0$$

$$F(0.5) - (250) = 0$$

$$0.5F = 250$$

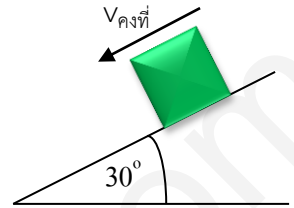
$$F = 500\text{N}$$

ตอบ ต้องออกแรงดึง(F) 500 นิวตัน วัตถุจึงจะเริ่มเคลื่อนที่



ตัวอย่างที่ 5

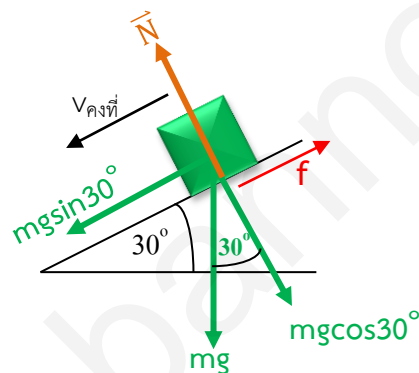
มวล m วางบนพื้นเอียงซึ่งทำมุม 30° กับแนวนอนระดับ
ถ้าวัดได้ว่ามวลนั้นไถลลงพื้นเอียงด้วยความเร็วคงที่
ดังรูปที่ 10 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างมวลกับพื้น
มีค่าเท่าไร



รูปที่ 10 ประกอบตัวอย่างที่ 5

วิธีคิด

เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ ดังนี้

โจทย์ต้องการให้หาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างมวลกับพื้น(μ)เลือกใช้สมการ $\Sigma \vec{F} = 0$ จะได้ $mgsin30^\circ + (-f) = 0$ $mgsin30^\circ + (-\mu N) = 0$ $mgsin30^\circ - \mu N = 0$ $mgsin30^\circ - \mu mg = 0$ $mgsin30^\circ = \mu mg$ $sin30^\circ = \mu$ $\therefore \mu = 0.5$

กฎข้อที่ 1 เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ตอบ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างมวลกับพื้นมีค่าเท่ากับ 0.5



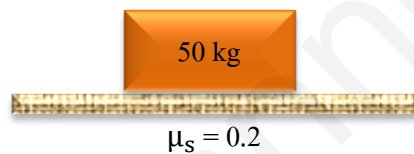
บัตรกิจกรรมที่ 2

เรื่อง โจทย์ปัญหาแรงเสียดทาน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อให้ได้คำตอบจากโจทย์ต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์
กำหนดให้ค่า $g=10\text{m/s}^2$

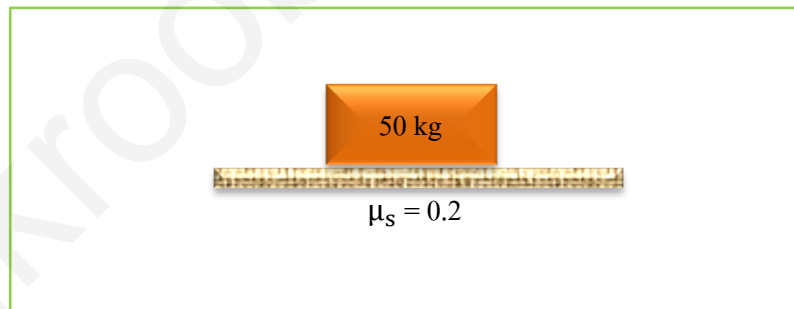
1. เมื่อวัตถุขนาด 50 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นราบที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเท่ากับ 0.2 ดังรูปที่ 11 จงหาแรงเสียดทานสถิตระหว่างผิวของพื้นราบและวัตถุดังกล่าว (กำหนดให้ $g=10\text{m/s}^2$)



รูปที่ 11 ประกอบโจทย์ข้อที่ 1

วิธีคิด

เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ ดังนี้



จากสมการ

.....

.....

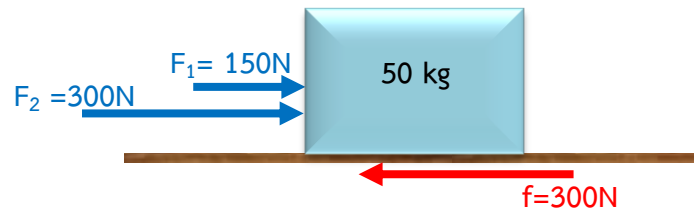
.....

.....

ตอบ



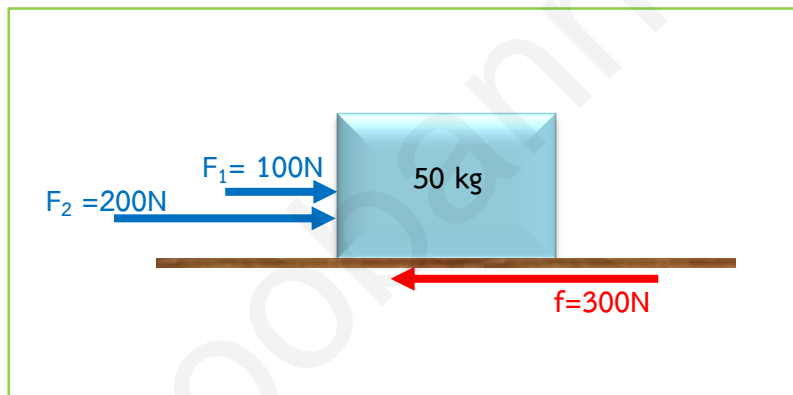
2. มวลก้อนหนึ่งมีขนาด 50 กิโลกรัม ออกแรงผลักวัตถุด้วยแรงขนาด 150 นิวตันและ 300 นิวตัน โดยมีแรงต้าน 300 นิวตัน ดังรูปที่ 12 จงหาความเร่งของวัตถุ



รูปที่ 12 ประกอบตัวอย่างที่ 2

วิธีคิด

เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ ดังนี้



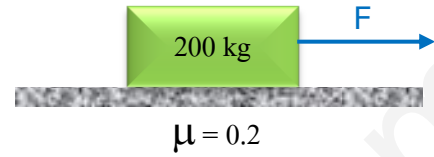
จากสมการ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ตอบ



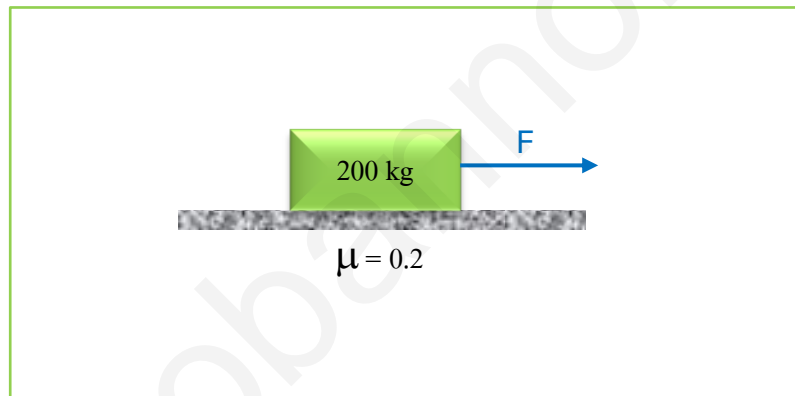
3. F เป็นแรงซึ่งใช้ในการดึงให้วัตถุมวล 200 กิโลกรัม
เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบที่มีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน 0.2
จนวัตถุเกิดความเร่ง 1 เมตร/วินาที² ดังรูปที่ 13
อยากทราบว่า F มีขนาดกี่นิวตัน



รูปที่ 13 ประกอบโจทย์ข้อที่ 3

วิธีคิด

เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ ดังนี้



จากสมการ

.....

.....

.....

.....

.....

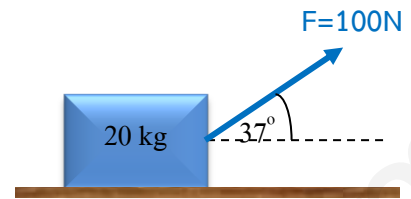
.....

.....

ตอบ



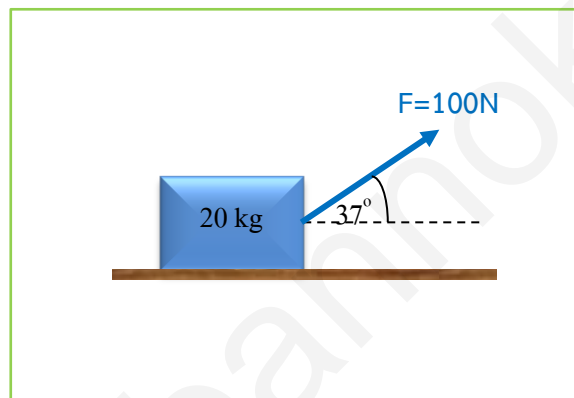
4. ดึงมวล 20 กิโลกรัม ด้วยแรง 100 นิวตัน
ซึ่งวัตถุวางอยู่บนพื้นฝืด มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.4
ดังรูปที่ 14 จงหาความเร่งในการเคลื่อนที่ของวัตถุ



รูปที่ 14 ประกอบโจทย์ข้อที่ 4

วิธีคิด

เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ ดังนี้



เอ๊ะอย่าลืม

$$\cos 37^\circ = \frac{4}{5}$$

$$\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$$



จากสมการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

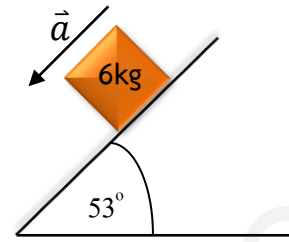
.....

.....

ตอบ



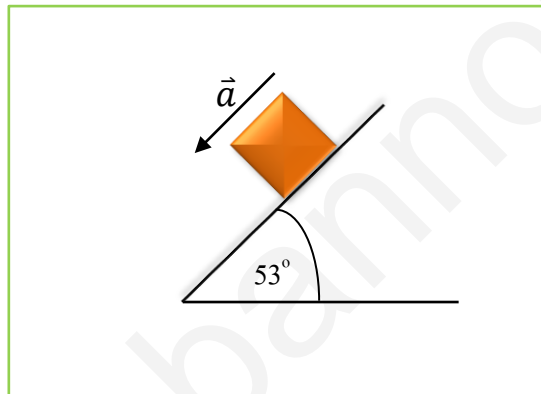
5. วัตถุมีมวล 6 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ลงตามพื้นเอียงทำมุม 53 องศา ดังรูปที่ 15 ถ้าพื้นผิวสัมผัสระหว่างวัตถุกับพื้นเอียงมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ 0.3 วัตถุจะเคลื่อนที่ลงตามพื้นเอียงด้วยความเร่งเท่าใด



รูปที่ 15 ประกอบโจทย์ข้อที่ 5

วิธีคิด

เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ ดังนี้



จะได้ค่าตรีโกณมิติ

$$\cos 53^\circ = \frac{3}{5}$$

$$\sin 53^\circ = \frac{4}{5}$$



จากสมการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

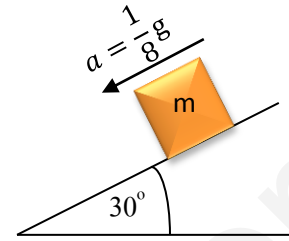
.....

.....

ตอบ



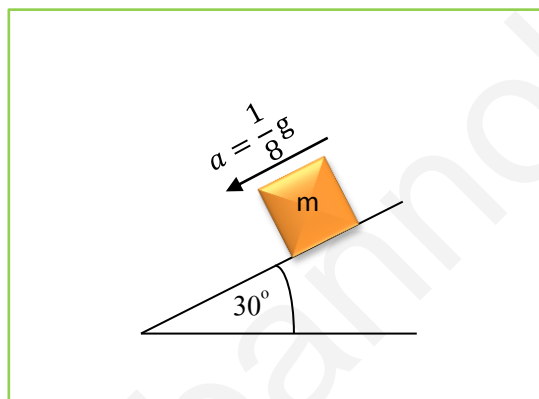
6. มวล m วางบนพื้นเอียงซึ่งทำมุม 30° องศากับแนวระดับ
ถ้าวัดได้ว่ามวลนั้นไถลงพื้นเอียง ด้วยความเร็ว $\frac{1}{8}g$
ดังรูปที่ 16 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างมวลกับพื้นนั้น
จะเป็นเท่าใด



รูปที่ 16 ประกอบโจทย์ข้อที่ 6

วิธีคิด

เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ ดังนี้



ค่า cos และค่า sin
มุม 30° องศา
เพื่อหาแรงค่าได้
นะคะ



จากสมการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ



ตามไปดูเลยกัน
เลยว่าทำถูกทุกข้อ
หรือเปล่า

เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาแรงเสียดทาน

1. 100 นิวตัน
2. 3 เมตร/วินาที²
3. 600 นิวตัน
4. 1.19 เมตร/วินาที²
5. 6.18 เมตร/วินาที²
6. 0.43



แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 6

เรื่อง แรงเสียดทาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว30201

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

เวลา 10 นาที

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดกล่าวผิด

ก. แรงเสียดทานสถิตมีค่ามากกว่าแรงเสียดทานจลน์เสมอ

ข. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เสมอ

ค. แรงเสียดทานสถิตสูงสุดมีค่าเท่ากับแรงเสียดทานจลน์สูงสุดเสมอ

ง. ในผิวสัมผัสคู่หนึ่งสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมีค่าไม่เท่ากันกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

2. แรงแน้อยที่สุด ที่สามารถกระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ต้องมีขนาดตามข้อใด

ก. เท่ากับแรงเสียดทานจลน์สูงสุด

ข. น้อยกว่าแรงเสียดทานจลน์สูงสุด

ค. น้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด

ง. เท่ากับแรงเสียดทานสถิตสูงสุด

3. ในกรณีวางวัตถุมวล m ไว้บนพื้นราบแรงที่พื้นดันวัตถุ (แรง N) มีค่าเท่าใด

ก. mg

ข. $mg \sin \theta$

ค. $mg \cos \theta$

ง. $mg \tan \theta$

4. วัตถุถูกวางไว้บนพื้นเอียงทำมุม θ กับแนวระดับทำให้วัตถุไถลลงตามพื้นเอียง อยากทราบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวคู่สัมผัสมีค่าตามข้อใด

ก. $\sin \theta$

ข. $\cos \theta$

ค. $\tan \theta$

ง. $\operatorname{cosec} \theta$

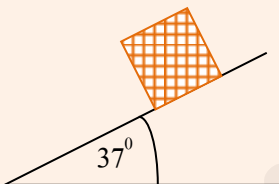


5. วัตถุมีมวล 20 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นราบที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต 0.6 แรงที่น้อยที่สุดที่จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่มีค่าเท่าใด



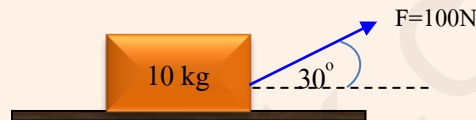
- ก. 100 N
- ข. 120 N
- ค. 140 N
- ง. 160 N

6. ในกรณีวางวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ไว้บนพื้นเอียงทำมุม 37° กับแนวระดับแรงที่พื้นเอียงดันวัตถุ (แรง N) มีค่าเท่าใด



- ก. 100 N
- ข. 60.2 N
- ค. 79.8 N
- ง. 75.4 N

7. ดึงวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ด้วยแรง 100 นิวตัน ซึ่งวัตถุวางอยู่บนพื้นเอียงที่สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.2 ดังรูป จงหาความเร่งในการเคลื่อนที่ของวัตถุ (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- ก. 3.26 m/s^2
- ข. 7.66 m/s^2
- ค. 9.84 m/s^2
- ง. 12.46 m/s^2

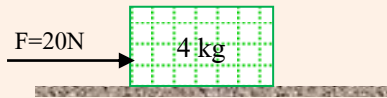
8. วัตถุมีมวล 60 กิโลกรัม วางบนพื้นราบที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต 0.5 ถ้ามีแรง 150 นิวตัน มากระทำกับวัตถุ ดังรูป วัตถุนี้จะเคลื่อนที่หรือไม่อย่างไร



- ก. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้ายด้วยความเร่ง 1 m/s^2
- ข. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร่ง 1 m/s^2
- ค. วัตถุหยุดอยู่กับที่ด้วยความเร่ง 1 m/s^2
- ง. วัตถุอยู่นิ่งเหมือนเดิม



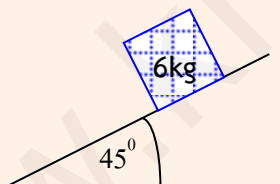
9. วัตถุมวล 4 กิโลกรัม วางบนพื้นราบมี
สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.1 วัตถุถูกกระทำ
ให้เคลื่อนที่ด้วยแรง 20 นิวตัน วัตถุเคลื่อนที่ด้วย
ความเร่งเท่าใด (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- ก. 4 m/s^2
- ข. 6 m/s^2
- ค. 8 m/s^2
- ง. 10 m/s^2

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 10-12

วัตถุที่มีมวล 6 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ลงตามพื้น
เอียงทำมุม 45° กับแนวนอน ดังรูป
(กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)



10. แรงที่พื้นเอียงดันวัตถุ (แรง N) มีค่าเท่าใด

- ก. 35.24 นิวตัน
- ข. 42.42 นิวตัน
- ค. 49.28 นิวตัน
- ง. 86.79 นิวตัน

11. วัตถุเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งเท่าใด

- ก. 0 m/s^2
- ข. 2 m/s^2
- ค. 4 m/s^2
- ง. 6 m/s^2

12. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์มีค่าเท่าใด

- ก. 0.2
- ข. 0.6
- ค. 0.8
- ง. 1.0



กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

ชุดที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน



ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

ทดสอบหลังเรียน				
ข้อ	ก	ข	ค	ง



สรุปผลการทดสอบ				คะแนนหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ
คะแนน	ก่อนเรียน	คะแนน	หลังเรียน	
เต็ม	10	เต็ม	10	
ได้	ได้	



เฉลยแบบทดสอบ

ชุดที่ 6

เรื่อง แรงเสียดทาน

ข้อ	ก่อนเรียน
1	ง
2	ค
3	ค
4	ก
5	ค
6	ข
7	ง
8	ก
9	ข
10	ง
11	ข
12	ก

ข้อ	หลังเรียน
1	ค
2	ง
3	ก
4	ค
5	ข
6	ค
7	ข
8	ง
9	ก
10	ข
11	ก
12	ง



บัตรคำสิ่งที่ 2

1. หลังจากตรวจแบบทดสอบหลังเรียนแล้ว ถ้าได้คะแนนต่ำกว่า 8 คะแนน ให้นักเรียนกลับไปศึกษาชุดที่ 6 อีกรอบ
2. ถ้าได้คะแนนตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไปและไม่น้อยกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน ให้นักเรียนศึกษาในชุดที่ 7 ต่อไป





บรรณานุกรม

ช่วง ทมทิตชงค์และคณะ.(มปป). คู่มือเตรียมสอบฟิสิกส์ ม.4-6 สารการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.กรุงเทพฯ : บริษัทไฮเอ็ดพลับลิชชิง จำกัด.

นิรันดร์ สุวรรณ์.(มปป). คู่มือสารการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ฟิสิกส์ ม. 4 กลศาสตร์ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.

ไม่ปรากฏนามผู้แต่ง.รูปประกอบปก.(ออนไลน์).แหล่งที่มา: [www.bendix.co.th/upload/profile/content
htmlfile/ultimate-c](http://www.bendix.co.th/upload/profile/content/htmlfile/ultimate-c). (สืบค้นเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2556)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2553). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 1 กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.

..... (2553).หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.





ภาคผนวก





ตารางตรีโกณมิติ							
มุมองศา	Sin	Cos	Tan	มุมองศา	Sin	Cos	Tan
0	0.00000	1.00000	0.00000	46	0.71934	0.69466	1.03553
1	0.01745	0.99985	0.01746	47	0.73135	0.68200	1.07237
2	0.03490	0.99939	0.03492	48	0.74314	0.66913	1.11061
3	0.05234	0.99863	0.05241	49	0.75471	0.65606	1.15037
4	0.06976	0.99756	0.06993	50	0.76604	0.64279	1.19175
5	0.08716	0.99619	0.08749	51	0.77715	0.62935	1.23490
6	0.10453	0.99452	0.10510	52	0.78801	0.61566	1.27994
7	0.12187	0.99255	0.12278	53	0.79864	0.60182	1.32704
8	0.13917	0.99027	0.14054	54	0.80902	0.58779	1.37638
9	0.15643	0.98769	0.15838	55	0.81915	0.57358	1.42815
10	0.17365	0.98481	0.17633	56	0.82904	0.55919	1.48256
11	0.19081	0.98163	0.19438	57	0.83867	0.54464	1.53986
12	0.20791	0.97815	0.21256	58	0.84805	0.52992	1.60033
13	0.22495	0.97437	0.23087	59	0.85717	0.51504	1.66428
14	0.24192	0.97030	0.24933	60	0.86603	0.50000	1.73205
15	0.25882	0.96593	0.27950	61	0.87462	0.48481	1.80405
16	0.27564	0.96126	0.28675	62	0.88295	0.46947	1.88073
17	0.29237	0.95630	0.30573	63	0.89101	0.45399	1.96261
18	0.30902	0.95106	0.32492	64	0.89879	0.43837	2.05030
19	0.32557	0.94552	0.34433	65	0.90631	0.42262	2.14451
20	0.34202	0.93969	0.36397	66	0.91355	0.40674	2.24604
21	0.35837	0.93358	0.38386	67	0.92050	0.39073	2.35585
22	0.37461	0.92718	0.40403	68	0.92718	0.37461	2.47509
23	0.39073	0.92050	0.42447	69	0.93358	0.35837	2.60509
24	0.40674	0.91355	0.44523	70	0.93969	0.34202	2.74748
25	0.42262	0.90631	0.46631	71	0.94552	0.32557	2.90421
26	0.43837	0.89879	0.48773	72	0.95106	0.30902	3.07768
27	0.45399	0.89101	0.50953	73	0.95630	0.29237	3.27085
28	0.46947	0.88295	0.53171	74	0.96126	0.27564	3.48741
29	0.48481	0.87462	0.55431	75	0.96593	0.25882	3.73205
30	0.50000	0.86603	0.57735	76	0.97030	0.24192	4.01078
31	0.51504	0.85717	0.60086	77	0.97437	0.22495	4.33148
32	0.52992	0.84805	0.62487	78	0.97815	0.20791	4.70463
33	0.54464	0.83867	0.64941	79	0.98163	0.19081	5.14455
34	0.55919	0.82904	0.67451	80	0.98481	0.17365	5.67128
35	0.57358	0.81915	0.70021	81	0.98769	0.15643	6.31375
36	0.58779	0.80902	0.72654	82	0.99027	0.13917	7.11537
37	0.60182	0.79864	0.75355	83	0.99255	0.12187	8.14435
38	0.61566	0.78801	0.78129	84	0.99452	0.10453	9.51436
39	0.62932	0.77715	0.80978	85	0.99619	0.08716	11.43005
40	0.64279	0.76604	0.83910	86	0.99756	0.06976	14.30067
41	0.65606	0.75471	0.86929	87	0.99863	0.05234	19.08114
42	0.66913	0.74314	0.90040	88	0.99939	0.03490	28.63625
43	0.68200	0.73135	0.93252	89	0.99985	0.01745	57.28996
44	0.69466	0.71934	0.96569	90	1.00000	0.00000	
45	0.70711	0.70711	1.00000				

