Lecture 5 : แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

(Force and Newton's Law of Motion)

- แรง (Force)
  - มวลและน้ำหนัก (Mass and Weight)
  - แรงเสียดทาน (Friction)
- กฎข้อที่ 1 "กฎความเฉื่อย" (The Law of Inertia)
- กฎข้อที่ 2 "กฎของแรง" (The Law of Force)
- กฎข้อที่ 3 "กฎของแรงปฏิกิริยา (The Law of Reaction)

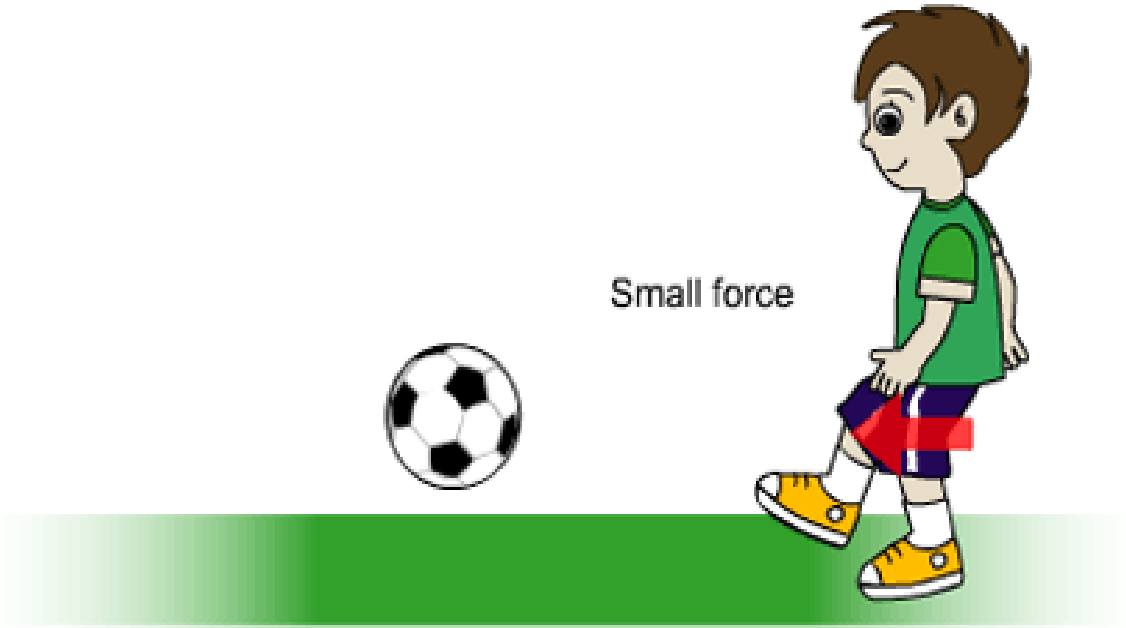
http://teachertech.rice.edu/Participants/louviere/Newton/newton.html

แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

แรง (Force) คือ สิ่งที่ทำให้การเคลื่อนที่ของเกิดการเปลี่ยนแปลง

- **การเปลี่ยนแปลง “ทิศทาง”**
- **การเปลี่ยนแปลง “ความเร็ว” (เกิดความเร่ง)**

แรง จัดเป็น ปริมาณ เวกเตอร์ (ต้องคำนึงถึงขนาดและทิศทางเสมอ)



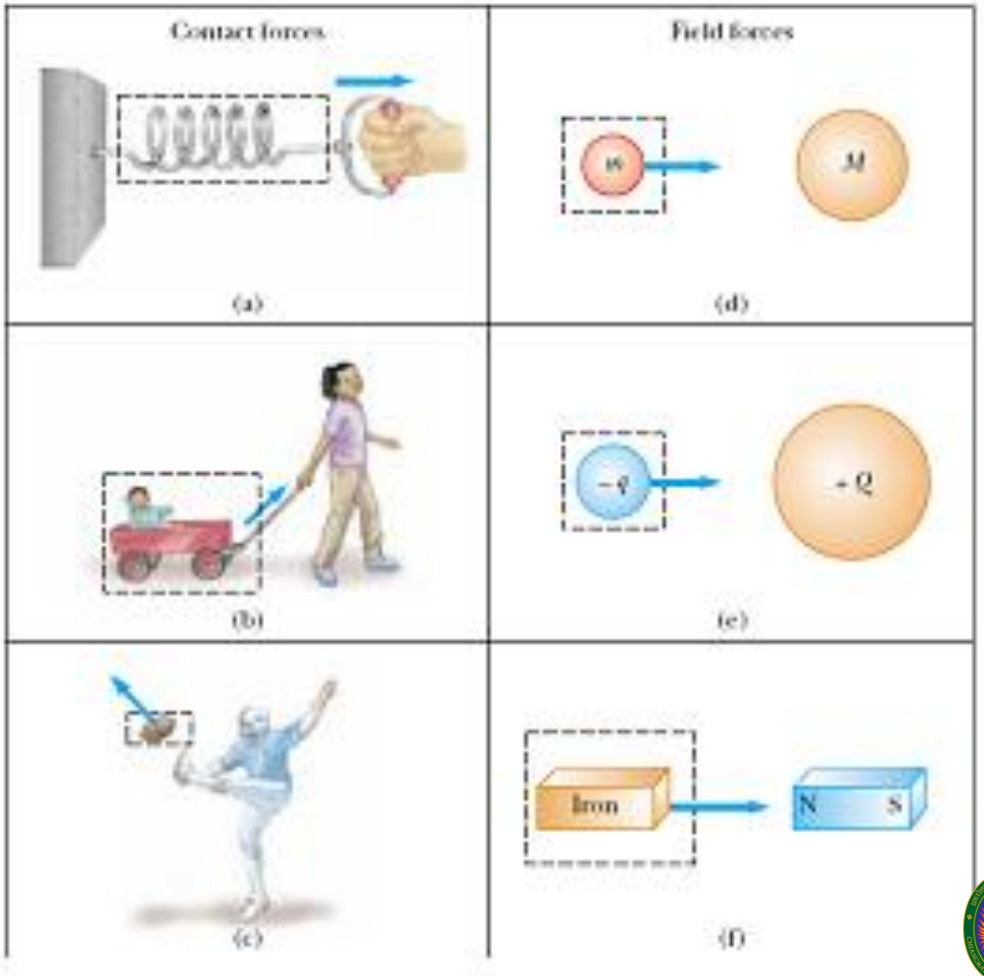
http://montagepages.fuselabs.com/public/HalimaSaeed/forcesinScience/2618b61d-0a68-481f-9ff9-4392f7e1ad9c.htm

แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

แรง (Force) แบ่งได้เป็นสองประเภท

แรงที่เกิดจากการสัมผัส (Contact Force)

แรงที่ไม่ได้เกิดจากการสัมผัส (Non-contact Force)



แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

มวล (Mass)

- ความหมายทั่วไป

  มวล คือ “ปริมาณของสสารที่ประกอบกันเป็นวัตถุ”

- ความหมายทางฟิสิกส์

  มวล คือ “ปริมาณความเฉื่อยที่ต่อต้านการเคลื่อนที่”

http://the3newtonlaws.wikispaces.com/file/view/m1m2.jpg/301074596/m1m2.jpg

วัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย (หากถูกกระทำด้วยแรงขนาดเท่ากัน)

มวลและน้ำหนัก (Mass and Weight)

น้ำหนัก (weight) คือแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ

$$w = mg$$ หน่วย kg-m/s^2 , N

g มีค่าประมาณ 9.8 m/s^2 ที่ระดับผิวน้ำทะเลของโลก

น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์ บ่งบอกถึงขนาดของแรงที่โลกกระทำ (ดึงดูด) ต่อวัตถุ วัตถุที่มีน้ำหนักมากแสดงว่าโลกออกแรงกระทำมาก

น้ำหนักของวัตถุไม่ได้มีค่าคงที่เสมอไป ขึ้นอยู่กับว่า วัตถุนั้นอยู่ที่ไหน เนื่องจาก ค่า g มีค่าไม่เท่ากัน

สำหรับ m = 1 kg

แต่ทุกก้อนมีน้ำหนักไม่เท่ากัน

มวลและน้ำหนัก (Mass and Weight)

ข้อควรระวัง !

"น้ำหนัก" ในชีวิตประจำวันมักจะหมายถึงมวล
(เช่นคนไข้มีน้ำหนัก 50 kg)

สิ่งที่ต้องระวัง คือ
ความหมายของน้ำหนัก
ในวิชาฟิสิกส์นั้นต่างจากมวล
โดยสิ้นเชิง

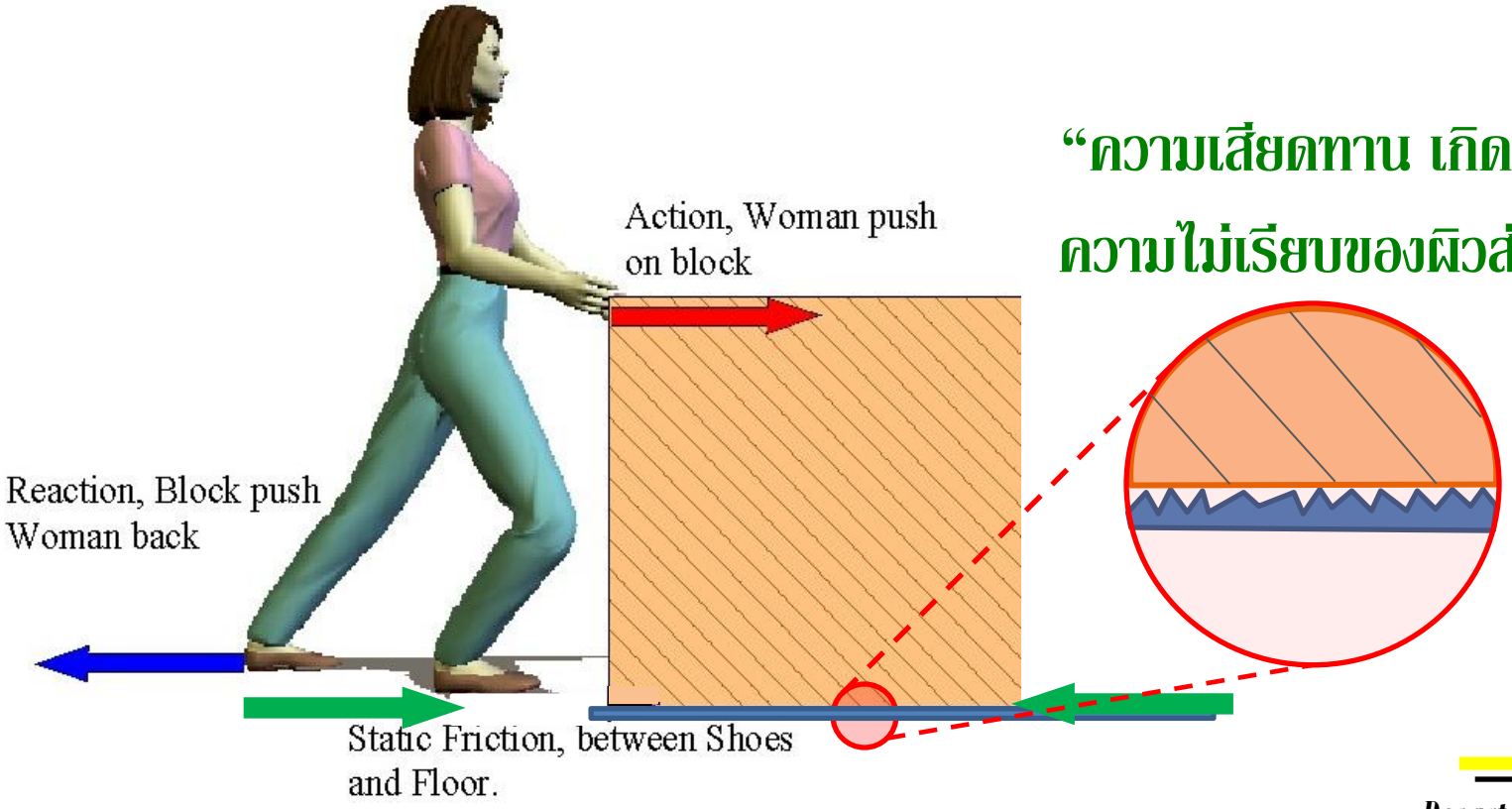
คำถามชวนคิด

ถ้านักเรียนหนัก 490 N บนโลก นักเรียนจะหนักเท่าไรบนดวงจันทร์ และนักเรียนจะมีมวลเท่าไรบนดวงจันทร์

แรงเสียดทาน (Friction)

แรงเสียดทาน คือ แรงที่ต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

- แรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุกับผิวของพื้น
- แรงเสียดทานมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ



"ความเสียดทาน เกิดจาก
ความไม่เรียบของผิวสัมผัส"

http://www.online-sciences.com/wp-content/uploads/2014/11/friction-24.jpg

แรงเสียดทาน (Friction)

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

1. มวล : วัตถุที่มีมวลมากจะกดทับลงบนพื้นผิวมาก จะมีแรงเสียดทานมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อยซึ่งจะกดทับลงบนพื้นผิวน้อย ⟶ N
2. ลักษณะผิวสัมผัส : ผิวสัมผัสที่เรียบจะเกิดแรงเสียดทานน้อยกว่าผิวสัมผัสที่ขรุขระ ⟶ μ

$$f = \mu N$$

f = แรงเสียดทาน (N)

μ = สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (–)

N = แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นบนวัตถุ (N)

แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

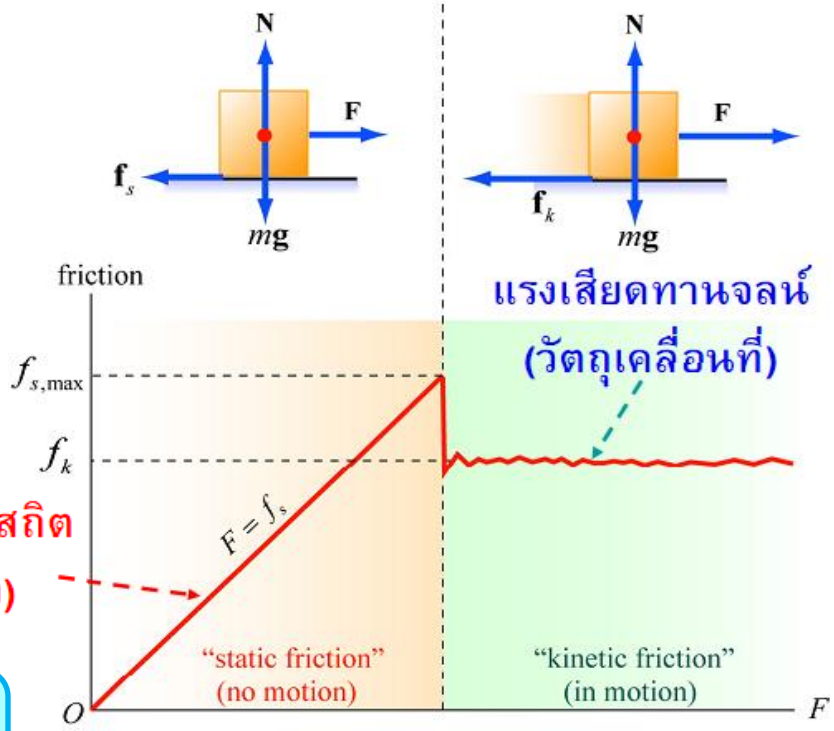
แรงเสียดทานสถิต (f_s) และแรงเสียดทานจลน์ (f_k)

แรงเสียดทานสถิต (f_s)

คือ แรงเสียดทานที่เกิดระหว่างที่วัตถุหยุดนิ่ง

$$f_s = \mu_s N$$

μ_s = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต



แรงเสียดทานสถิต (f_k)

คือ แรงเสียดทานที่เกิดระหว่างที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่

$$f_k = \mu_k N$$

μ_k = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (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
ยางกับคอนกรีต (แห้ง)	1.0	0.80
ยางกับคอนกรีต (เปียก)	0.30	0.25
ล้อยางกับถนน (แห้ง)	0.90	0.65
ล้อยางกับถนน (เปียก)	0.70	0.55

**สำหรับผิวสัมผัสคู่หนึ่ง สัมประสิทธิความเสียดทานสถิต จะมีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เสมอ

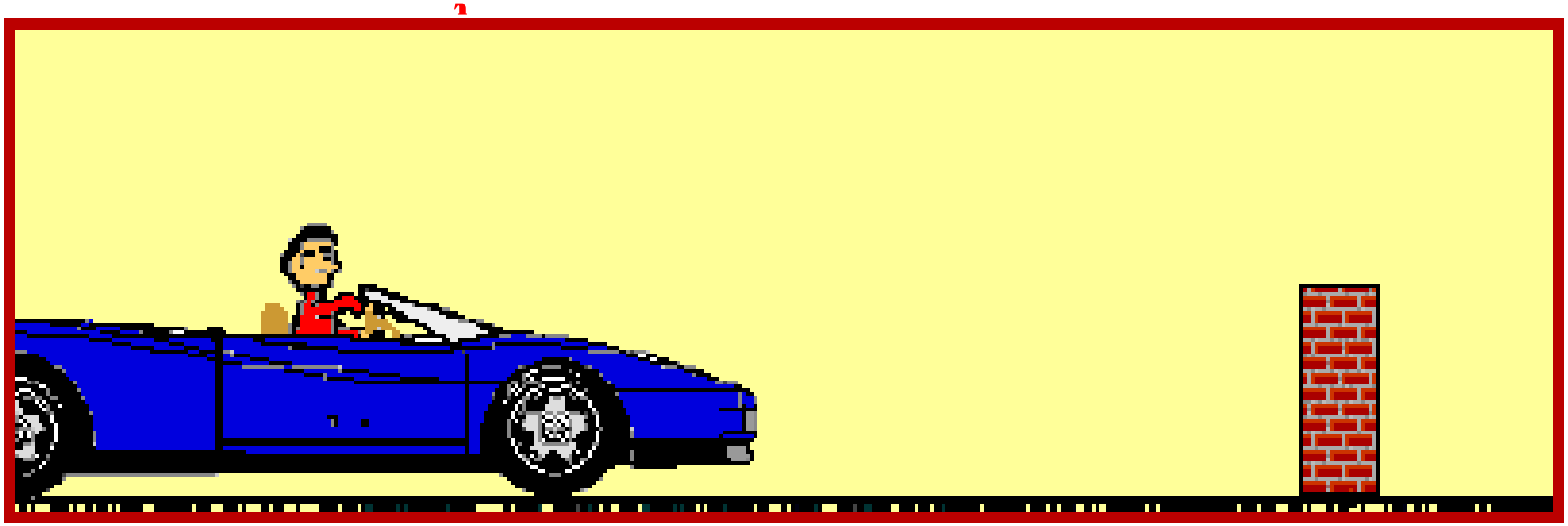
แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

กฎข้อที่ 1 “กฎแห่งความเฉื่อย” (The Law of Inertia)

“วัตถุจะรักษาสภาพเดิมของการเคลื่อนที่ หากแรงลัพธ์จากภายนอกมีค่าเท่ากับ ศูนย์ ($\sum \vec{F} = 0$)”

สภาพเดิมของการเคลื่อนที่ หมายถึง

1. ถ้าวัตถุหยุดนิ่งก็จะหยุดนิ่งตลอด
2. ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่



http://teachertech.rice.edu/Participants/louviere/Newton/law1.html

กฎข้อที่ 2 “กฎของแรง” (The Law of Force)

“เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์มากระทำต่อวัตถุ ($\sum \vec{F} \neq 0$) จะทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ($\vec{a}$)” ซึ่งความเร่งนี้จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

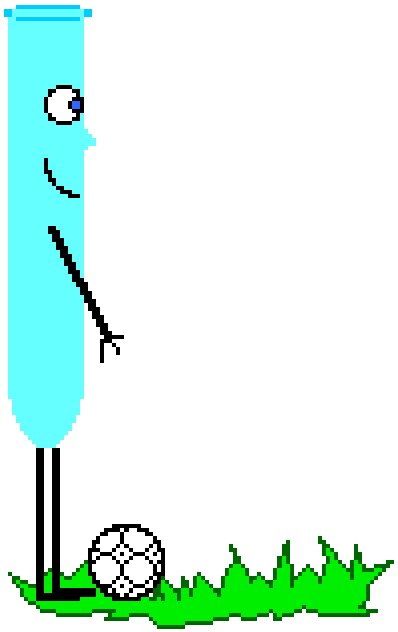
1. ขนาดของแรงลัพธ์ $\sum \vec{F}$ (แปรผันตรง)
2. มวลของวัตถุ (m) (แปรผกผัน)

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$\sum F$ = แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ (N)

m = มวล (kg)

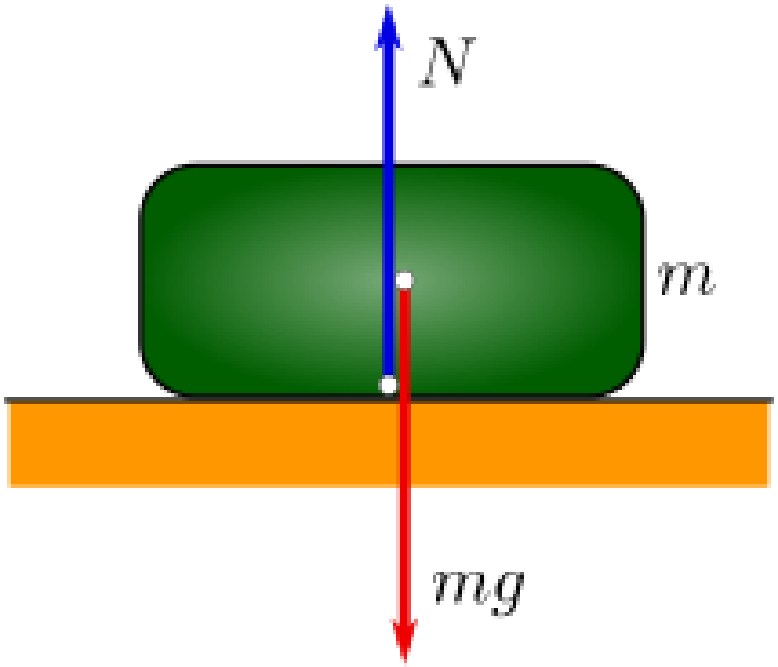
$\vec{a}$ = ความเร่ง (m/s^2)

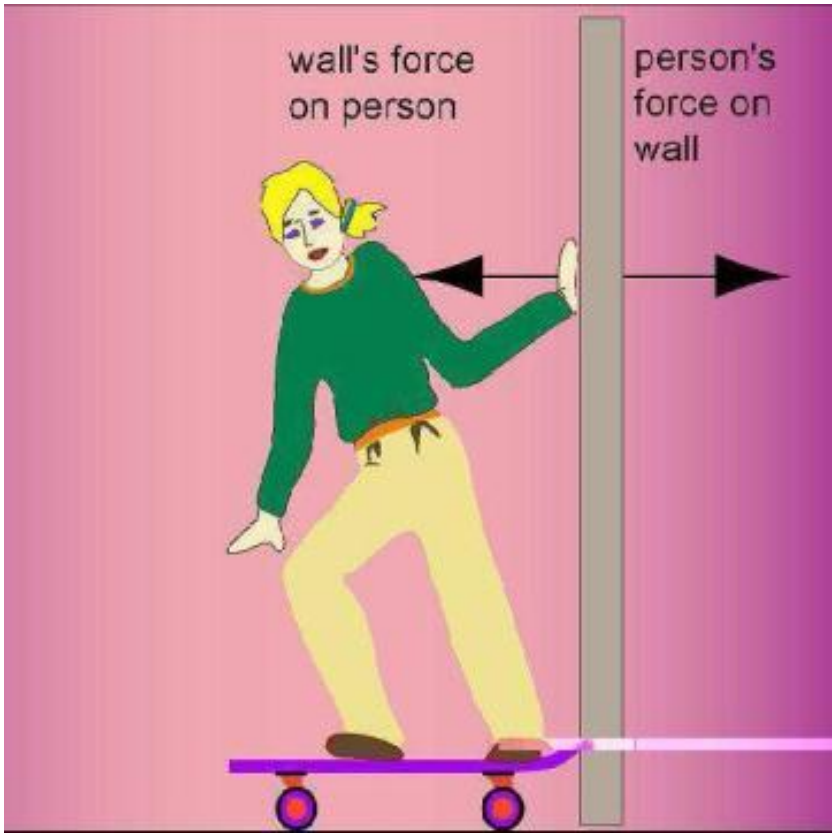


http://teachertech.rice.edu/Participants/louviere/Newton/law2.html

กฎข้อที่ 3 “กฎของแรงปฏิกิริยา” (The Law of Reaction Force)

“ทุกแรงกิริยาย่อมมีแรงปฏิกิริยาขนาดเท่ากันกระทำในทิศตรงกันข้ามเสมอ”



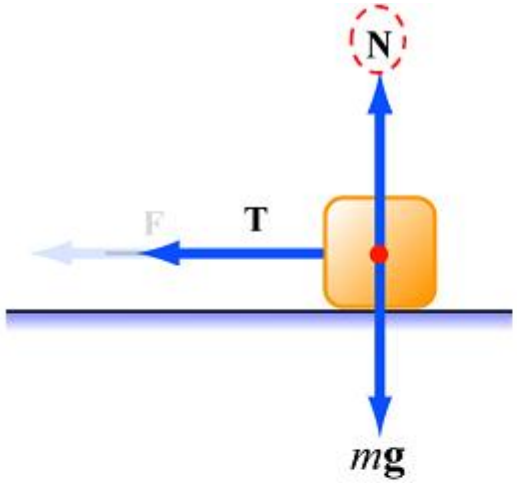


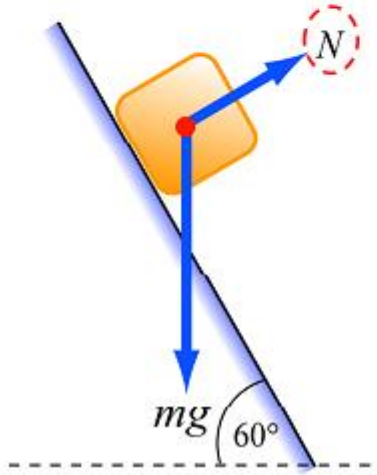
หมายเหตุ : แรงปฏิกิริยา (N) นี้ ใช้ในการคำนวณหาค่าแรงเสียดทาน (f)

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fc/WeightNormal.svg/220px-WeightNormal.svg.png
http://w3.shorecrest.org/~Lisa_Peck/Physics/syllabus/mechanics/newtonlaws/Newton_webpage/2011/alexis2/3rdlawnewton_action_reaction_law.jpg

แรงปฏิกิริยา" (Reaction Force)

แรงปฏิกิริยา (N) จะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ

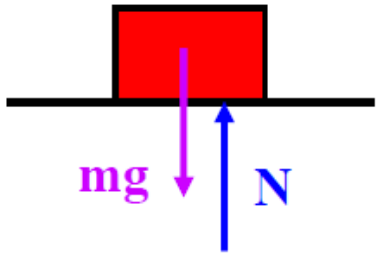




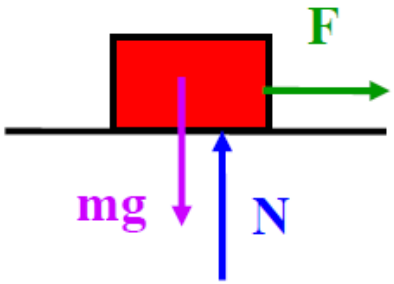
และด้วยกฎข้อที่สามนี้ทำให้เราต้องคำนึงถึงแรงตั้งฉาก (normal force)

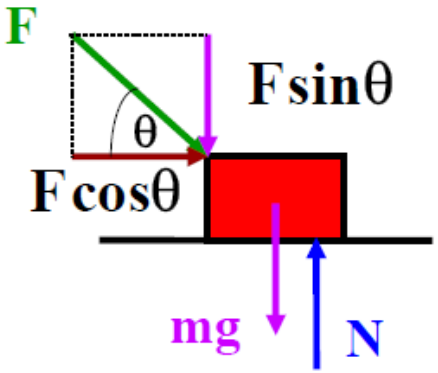
แรงปฏิกิริยา" (Reaction Force)

พิจารณาแรงปฏิกิริยาของพื้นที่กระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับพื้น = N

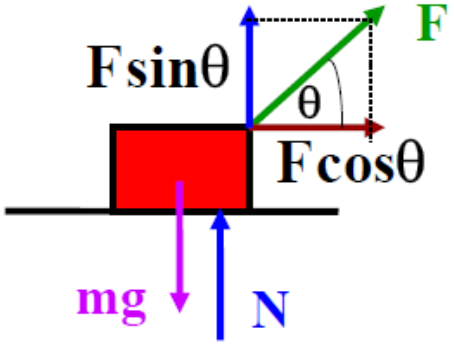


$$N = mg$$





$$N = mg + F\sin\theta$$

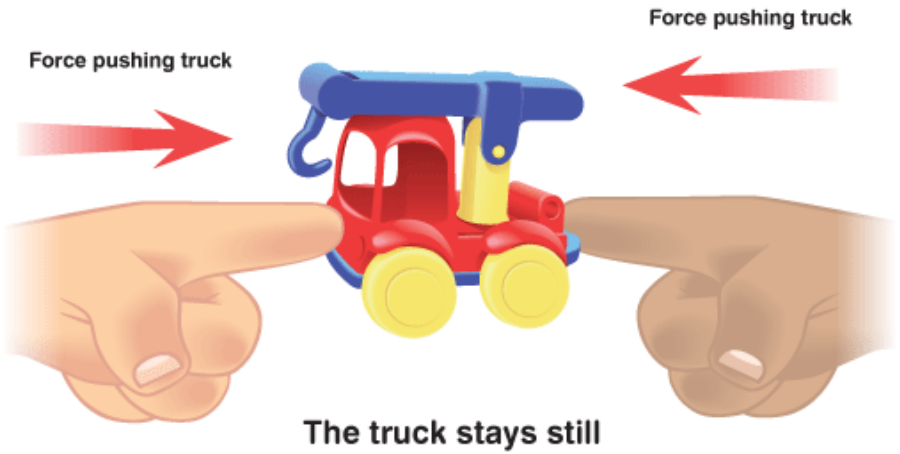


$$N = mg - F\sin\theta$$

แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

สภาวะสมดุลของวัตถุ (Equilibrium) คือ สภาวะที่แรงลัพธ์ภายนอกที่กระทำกระวัตถุมีค่าเท่ากับ ศูนย์ ($\sum \vec{F} = 0$) ซึ่งจากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน เราสามารถสังเกตสภาวะนี้ได้จาก

1. วัตถุหยุดนิ่ง



2. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($\vec{a} = 0$)

http://www.darvill.clara.net/enforcemot/graphics/para4.gif
https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/a4/48/6d/a4486d89e14363ca90790e3d857fc538.jpg

แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นเราต้องคิดแบบเวกเตอร์ โดยเราสามารถแยกพิจารณาทีละแกนได้เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณเวกเตอร์อื่น ๆ

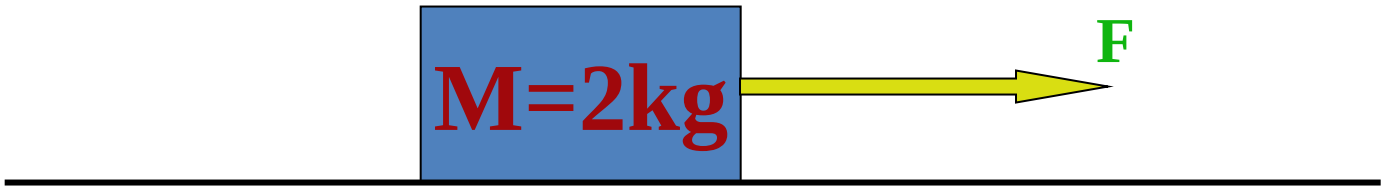
$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

$$\sum F_x = ma_x \quad \sum F_y = ma_y \quad \sum F_z = ma_z$$

แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

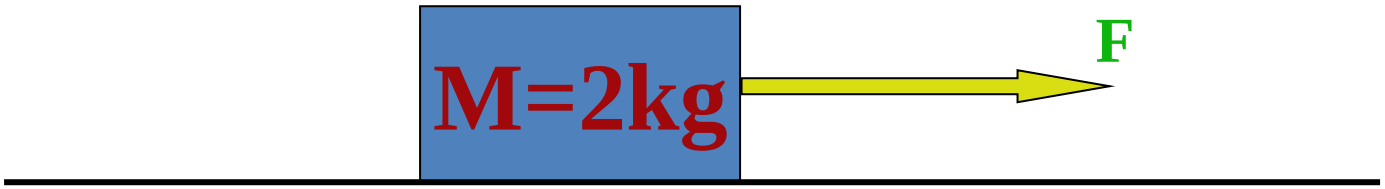
ตัวอย่างที่ 1 (แรงเสียดทาน)

วัตถุวางบนพื้นมีความฝืด เมื่อถูกดึงด้วยแรง **F=10N** วัตถุพอดีเคลื่อนที่ (แต่ไม่เคลื่อนที่) จงหา สปส เสียดทานสถิต



ตัวอย่างที่ 2 (แรงเสียดทาน)

วัตถุวางบนพื้นมีความฝืด เมื่อถูกดึงด้วยแรง F=5 N วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จงหา สปส เสียดทานจลน์



แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

หลักการคำนวณโจทย์

1. วาดรูป พร้อมเขียนแรงกระทำต่อวัตถุทั้งหมด โดย
   - แรงโน้มถ่วงของโลก/น้ำหนัก ($m\vec{g}$) จะมีทิศทางพุ่งลงสู่พื้นโลกเสมอ
   - แรงปฏิกิริยา ($\vec{N}$) จะมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ
   - แรงเสียดทาน จะมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ
2. พิจารณาว่า วัตถุอยู่ในสภาวะสมดุลหรือไม่
   - ถ้าวัตถุอยู่ในสภาวะสมดุล (หยุดนิ่ง หรือ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่)

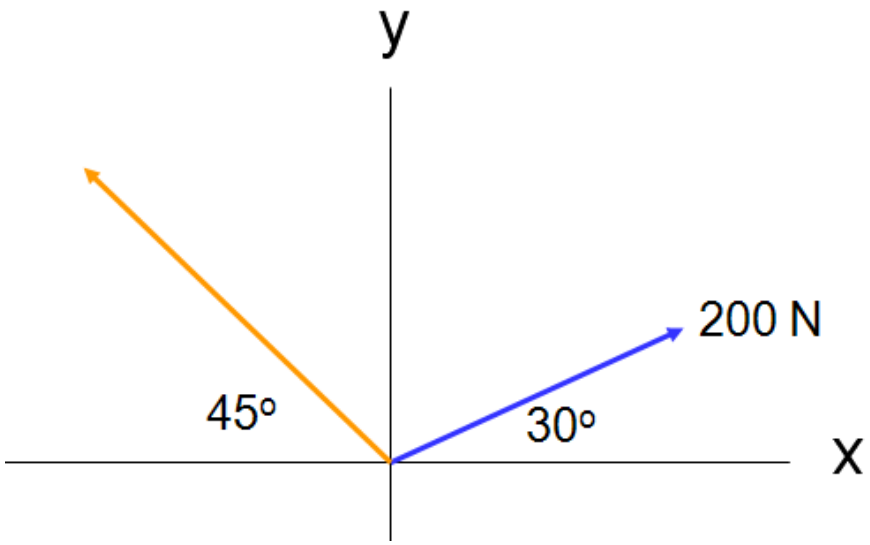
$$\sum \vec{F} = 0$$

   - ถ้าวัตถุไม่ได้อยู่ในสภาวะสมดุล (วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง)

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

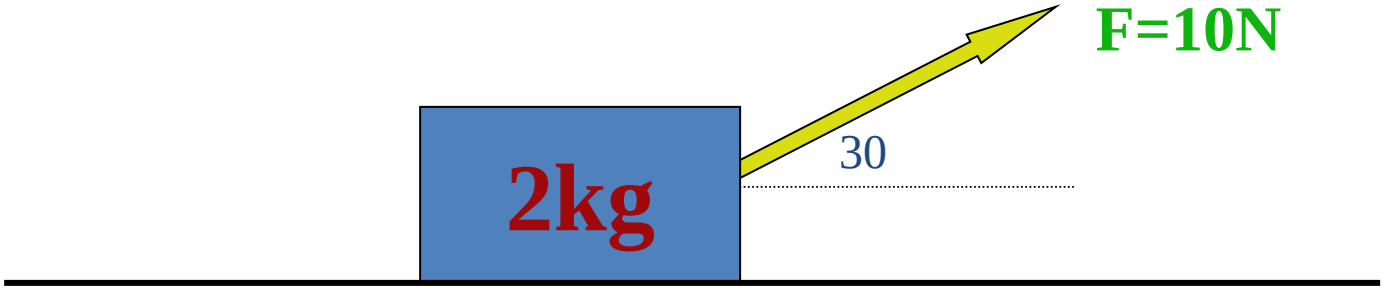
ตัวอย่างที่ 3 (การหาแรงลัพธ์)

คำนวณหาองค์ประกอบตามแนวแกน x และแกน y ของแรงลัพธ์



ตัวอย่างที่ 4 (กรณีวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล แบบ หยุดนิ่ง)

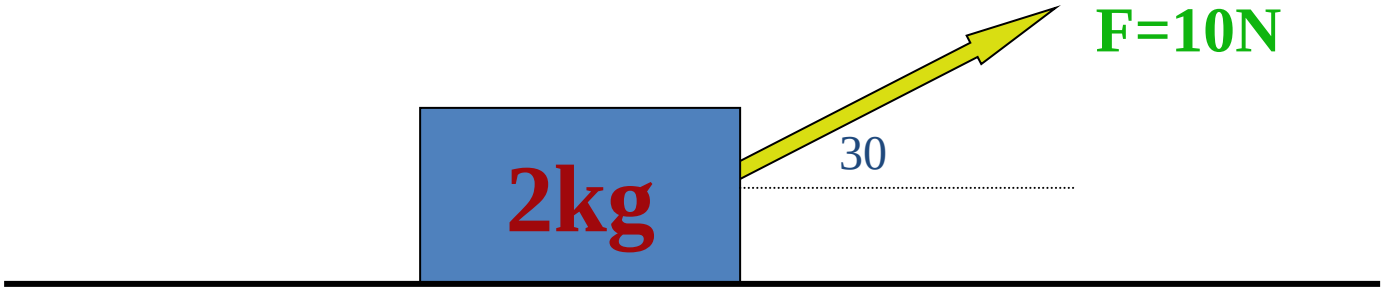
วัตถุวางบนพื้นมีความฝืด ถูกดึงด้วยแรง F ทำให้วัตถุพอดีขยับไปทางขวา(แต่ยังอยู่นิ่ง) จงหา สปส เสียดทานสถิตย์



แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

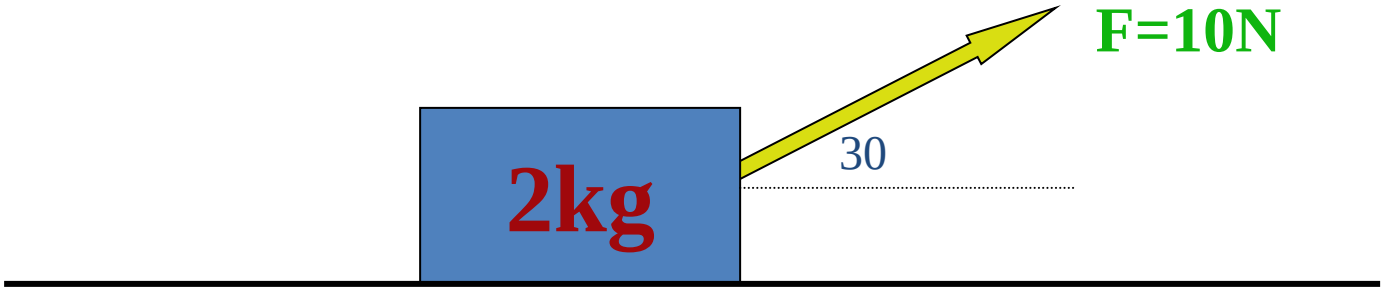
ตัวอย่างที่ 5 (กรณีวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล แบบ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่)

วัตถุวางบนพื้นมีความฝืด ถูกดึงด้วยแรง F ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จงหา สปส เสียดทานจลน์



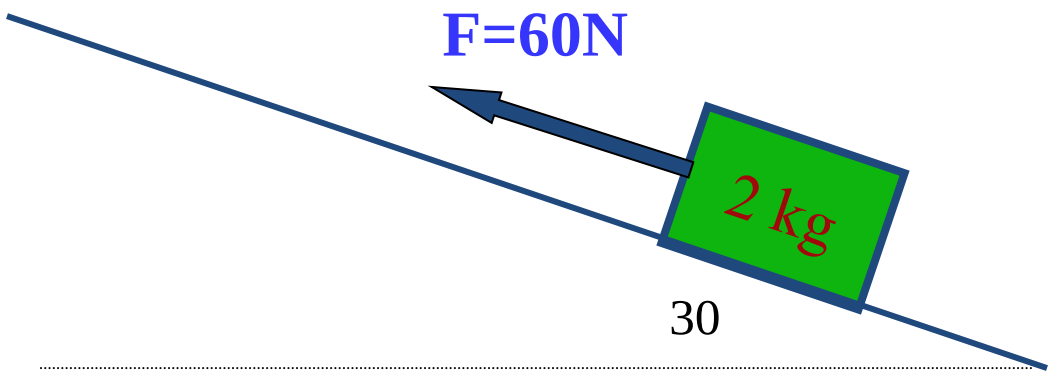
ตัวอย่างที่ 6 (กรณีวัตถุเคลื่อนที่ด้วย ความเร่ง)

วัตถุวางบนพื้นมีความฝืด ถูกดึงด้วยแรง **F** ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ เท่ากับ **4 m/s^2** จงหา สปส เสียดทานจลน์



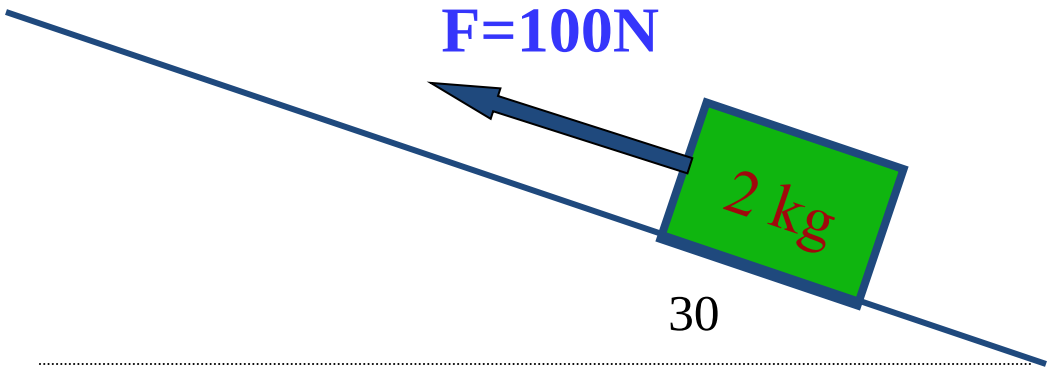
ตัวอย่างที่ 7 (กรณีวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล แบบ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่)

วัตถุกำลังเคลื่อนที่ขึ้นตามพื้นเอียงที่มีความฝืด ด้วยความเร็วคงที่ จงหา สปส เสียดทานจลน์



การบ้าน 1 (กรณีวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล แบบ เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่)

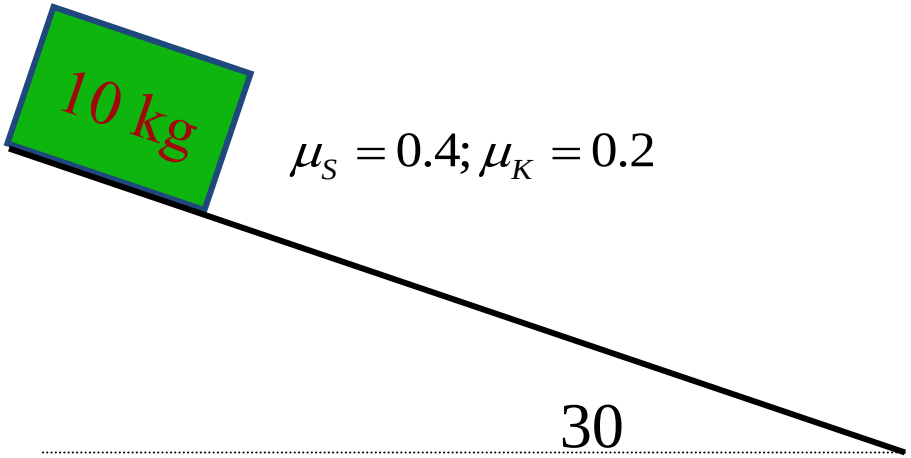
ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่งคงที่ เท่ากับ 2 m/s^2 จงหา สปส เสียดทานจลน์



Homework # 1

การบ้าน 2

วัตถุกำลังเคลื่อนที่ลงตามพื้นเอียงที่มีความฝืด จงหาว่าวัตถุจะเลื่อนลงด้วยความเร่งคงที่เท่าไร



Homework # 2