น้ำหนัก (Weight)

น้ำหนักของวัตถุ คือแรงที่โลกดึงดูดวัตถุที่วางอยู่ในสนามโน้มถ่วงของโลกโดย

$$\vec{w} = m\vec{g}$$

เมื่อ m แทนด้วยมวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

g แทนด้วยค่าสนามโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที^{2} ($m_{/s^2}$)

Wแทนด้วยน้ำหนักของวัตถุ มีหน่วยเป็น เป็นนิวตัน (N)

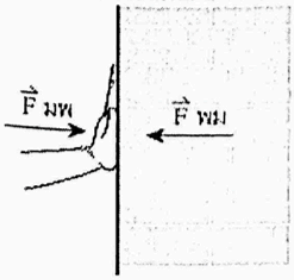
วัตถุมวล 4 กิโลกรัม เมื่อนำไปชั่งน้ำหนักบนยอดดอยอินทนนท์ ปรากฏว่า ตาชั่งอ่านน้ำหนักได้ 39 นิวตัน อยากทราบว่าสนามโน้มถ่วง บนยอดดอยอินทนนท์มีค่าเท่าไร

ยานอวกาศหนัก 20,000 นิวตัน เมื่อวัดน้ำหนักที่ผิวโลกซึ่งมีค่าสนามโน้มถ่วง 10 เมตร/วินาที^{2} แต่ถ้าขึ้นไปอยู่บนดาวอังคาร ซึ่งมีสนามโน้มถ่วงเป็น 1 ใน 4 ที่ผิวโลก อยากทราบว่ายานอวกาศจะมีมวลเท่าใด

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง วัตถุนั้นจะออกแรงโต้ตอบในทิศตรงข้ามกับแรงที่มากระทำ ดังรูป 3.4 และ 3.5 แรงทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ เราเรียกแรงที่มากระทำต่อวัตถุว่า **แรงกิริยา** (action force) และเรียกแรงที่วัตถุโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำว่า **แรงปฏิกิริยา** (reaction force) แรงทั้งสองนี้รวมเรียกว่า **แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา** (action – reaction pairs)

“ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศตรงข้ามเสมอ”



$\vec{F}_{มพ}$ คือแรงที่มือผลักกำแพง

$\vec{F}_{พม}$ คือแรงที่กำแพงผลักมือ

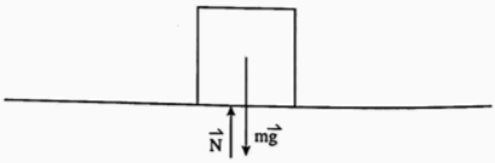
แสดงการผลักกำแพง

ลักษณะของแรงปฏิกิริยาที่กระทำต่อวัตถุ

วัตถุวางบนพื้นราบ

แรงที่กระทำต่อวัตถุ คือ N และ mg

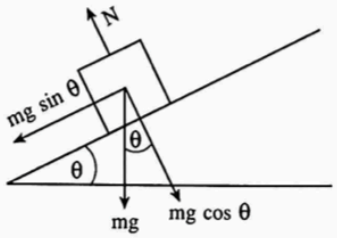
N เรียกอีกอย่างว่า **แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อวัตถุ**



ได้ $\mathbf{N = mg}$ (กฎข้อที่หนึ่ง)

วัตถุวางบนพื้นเอียง

แรงที่กระทำต่อวัตถุ คือ N และ mg โดย mg สามารถแยกออกได้เป็น mgcosθ และ mgsinθ



โดย $\mathbf{mg\cos\theta = N}$

ส่วน mgsinθ ฉุดให้วัตถุเคลื่อนที่ลงตามพื้นเอียง

แรงเสียดทาน (Friction Force)

แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ สัญลักษณ์ของแรงเสียดทานใช้ **"f"** แรงเสียดทานแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. **แรงเสียดทานสถิต (static friction) "f_s"** เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขณะวัตถุถูกแรงกระทำแต่ยังไม่เคลื่อนที่ จนมีค่ามากที่สุด เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ได้ว่า

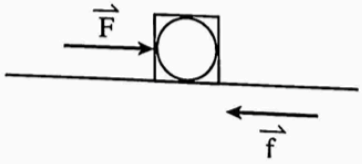
$$f_{s(\text{มากที่สุด})} = \mu_s N$$

2. **แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction) "f_k"** เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น เมื่อวัตถุกำลังเคลื่อนที่มีค่าคงตัวเสมอ

$$f_k = \mu_k N$$

เมื่อ μ_s , μ_k แทนค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตและจลน์ตามลำดับ

วัตถุมีมวล 10 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจลน์และสัมประสิทธิ์ ของความเสียดทานสถิตเท่ากับ 0.1 และ 0.2 ตามลำดับ วัตถุนี้จะมีการเคลื่อนที่อย่างไร เมื่อถูกกระทำด้วยแรง F ดังรูป



ก. 10 นิวตัน

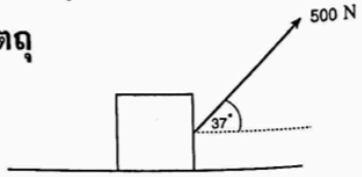
ข. 20 นิวตัน

ค. 30 นิวตัน

ดึงวัตถุมวล 40 กิโลกรัม ที่วางอยู่บนพื้นซึ่งมีสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน 0.4 ด้วยแรง 500 นิวตัน ทำมุม 37° กับแนวระดับ ดังรูป จงหา

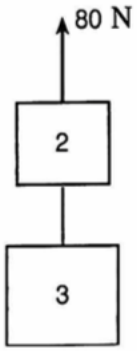
ก. แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อวัตถุ

ข. ความเร่งของวัตถุ



การเคลื่อนที่ของวัตถุหลายก้อนด้วยความเร่งเท่ากัน

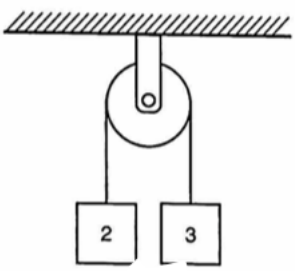
เมื่อใช้แรงฉุด 80 นิวตัน ดึงวัตถุซึ่งมีมวล 2 และ 3 กิโลกรัม ขึ้นดังรูป จงหาความเร่งของมวลทั้งสองและแรงตึงเชือกระหว่างมวลทั้งสอง



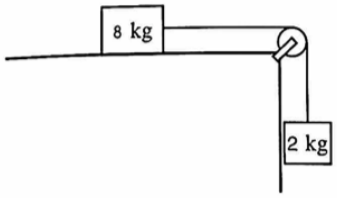
มวล 2 และ 3 กิโลกรัม แขวนอยู่ที่ปลายเชือกคล้องผ่านรอกคล่องดังรูป ถ้ามวลของเชือกและรอกน้อยมาก จงหา

(ก) ความเร่งของมวลทั้งสอง

(ข) แรงตึงในเส้นเชือก



วัตถุมวล 8 กิโลกรัม วางอยู่บนโต๊ะที่ไม่มีความฝืด มวล 2 กิโลกรัม ผูกติดปลายเชือกข้างหนึ่ง ปลายเชือกอีกข้างหนึ่งผูกติดกับมวล 8 กิโลกรัม ดังรูปจงหาความเร่งของมวลทั้งสองและแรงตึงในเส้นเชือก



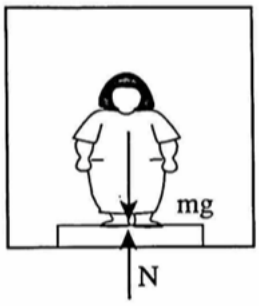
การหาแรงปฏิกิริยา และการชั่งน้ำหนักในลิฟต์

หมายเหตุ

การเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง (vเพิ่ม)	→	a	=	+
การเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง (vลดลง)	→	a	=	−
การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่	→	a	=	0

หญิงหมูมีมวล 80 กิโลกรัม ยืนชั่งน้ำหนักในลิฟต์ จงหาน้ำหนักที่อ่านได้จากตาชั่งเมื่อ

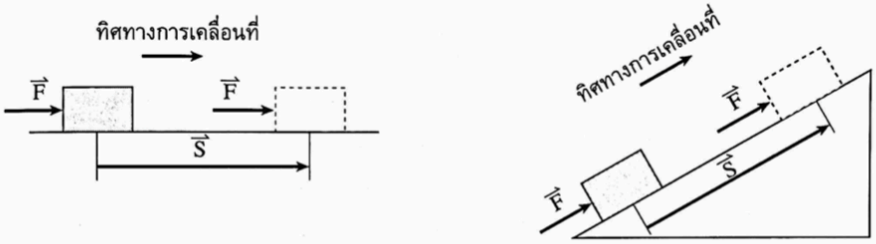
ก. ลิฟต์อยู่นิ่ง
ข. ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที^{2}
ค. ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วคงที่ 1 เมตร/วินาที
ง. ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความหน่วงคงที่ 1 เมตร/วินาที^{2}
จ. ลิฟต์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที^{2}
ฉ. ลิฟต์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร็วคงที่ 1 เมตร/วินาที
ช. ลิฟต์เคลื่อนที่ลงด้วยความหน่วงคงที่ 1 เมตร/วินาที^{2}
ซ. ลิฟต์ขาด



งานพลังงานและโมเมนตัม

งาน (Work)

งานตามความหมายในวิชาฟิสิกส์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุมีการกระจัด โดยปริมาณงานที่ทำจะขึ้นกับแรงและการกระจัด



รูป 5.1 *แสดงการออกแรง $\vec{F}$ ผลักวัตถุบนพื้นราบและพื้นเอียง*

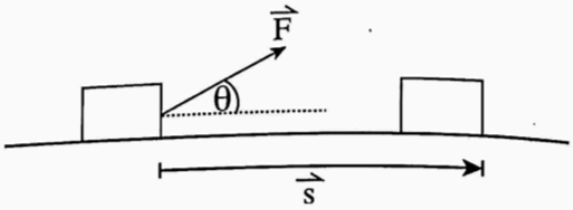
จากรูป 5.1 **เมื่อ $\vec{F}$ เป็นแรงคงตัวที่มากระทำกับวัตถุ**

$\vec{s}$ เป็นการกระจัดของวัตถุในแนวเดียวกับ แรง $\vec{F}$

จะได้ว่า **ปริมาณงานที่แรง $\vec{F}$ ทำจะมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่าง ขนาดของแรง $\vec{F}$ และขนาดของการกระจัด $\vec{s}$ ของวัตถุ** ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$W = Fs$$

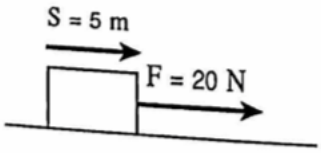
โดย **W** คือ งานของแรง $\vec{F}$ เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น **นิวตัน-เมตร (N.m)** หรือ เรียกว่า **จูล (Joule) "J"**



แสดงการออกแรงดึงวัตถุในแนวทำมุม θ กับแนวการเคลื่อนที่

ได้ว่า $$W = Fs\cos\theta$$

ออกแรง 20 นิวตัน ในแนวขนานกับพื้น ลากวัตถุไปได้ไกล 5 เมตร จงหางานของแรงที่กระทำ



ออกแรง 40 นิวตัน ดึงวัตถุที่วางบนพื้นราบเกลี้ยงในแนวทำมุม 60° กับแนวระดับ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบได้ไกล 10 เมตร งานของแรงที่ดึงวัตถุมีขนาดเท่าใด

ด.ช.ป๋องเดินหิ้วกระเป๋าหนัก 30 นิวตัน เดินลงบันไดสูง 4 เมตร จงหางานที่ด.ช.ป๋อง ทำได้ในการหิ้วกระเป๋า

กำลัง (Power)

นิยาม **กำลัง คือ อัตราการทำงานหรืองานที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา**

กำหนดให้ W คือ งานที่ทำได้ มีหน่วยเป็นจูล (J)

t คือ เวลาที่ใช้ในการทำงาน มีหน่วยเป็นวินาที (s)

P คือ กำลัง

จากนิยามของกำลังเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{หรือ} \quad P = Fv$$

หน่วยของกำลัง คือ J/s หรือ เรียกว่า Watt (วัตต์) "W"

หมายเหตุ

1. **จาก P = Fv อาจได้ว่า P เฉลี่ย = Fv เฉลี่ย**
2. **กำลัง 1 กำลังม้า (HP) มีค่า 746 วัตต์**

ปั้นจั่นยกของมวล 1500 กิโลกรัม ขึ้นสูง 10 เมตร ในเวลา 20 วินาที จงหากำลังของปั้นจั่นในการยกของนี้

รถอีแต๋นคันหนึ่งใช้เครื่องยนต์ซึ่งมีกำลัง 5 กิโลวัตต์ สามารถแล่นได้เร็วสูงสุด 36 กิโลกรัม/ชั่วโมง จงหาแรงฉุดสูงสุดของเครื่องยนต์

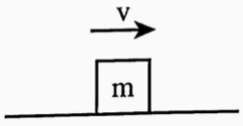
พลังงาน (Energy)

พลังงานเป็นสมบัติอย่างหนึ่งของระบบที่บ่งถึงขีดความสามารถในการทำงาน พลังงานของวัตถุจึงวัดได้จากงานของวัตถุที่ทำได้

พลังงานจลน์ (Kinetic Energy)

วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีพลังงานแฝงอยู่ด้วยพลังงานที่ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนที่ของวัตถุเรียกว่า **พลังงานจลน์** ใช้สัญลักษณ์ $\mathbf{E_k}$

เมื่อพิจารณาวัตถุมวล m กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v ด้วยรูป



วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v

จะได้ว่าวัตถุมีพลังงานจลน์ (E_k)

โดย $$\mathbf{E_k = \frac{1}{2}mv^2}$$

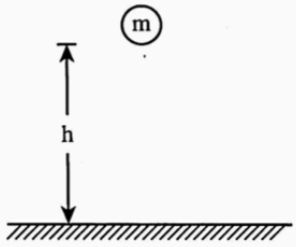
วัตถุก้อนหนึ่งมีมวล 0.5 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตร/วินาที จะมีพลังงานจลน์เท่าไร

รถคันหนึ่งมีมวล 1000 กิโลกรัม แล่นด้วยอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาที พอดีมีเด็กวิ่ง ตัดหน้า คนขับจึงเบรกให้หยุดได้ในระยะทาง 20 เมตร จงหาแรงต้านที่กระทำต่อรถทั้งหมด

. **กลิ้งลูกบิลเลียดมวล 0.2 กิโลกรัม ไปบนพื้นถนน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน 0.2 ด้วยความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที อยากทราบว่าลูกบิลเลียดกลิ้งไปได้ไกลเท่าไร**

พลังงานศักย์โน้มถ่วง (Gravitational Potential Energy)

พลังงานศักย์โน้มถ่วง คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ เกิดจากแรงโน้มถ่วงและตำแหน่งของวัตถุทางระดับความสูง (h) จากตำแหน่งอ้างอิง



แสดงตำแหน่งของวัตถุจากตำแหน่งอ้างอิง

จะได้ว่า $E_p = mgh$

m คือ มวลของวัตถุหน่วยเป็น kg

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกหน่วยเป็น m/s^2

h คือ ความสูงจากตำแหน่งอ้างอิง หน่วยเป็น m

. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม ผูกด้วยเชือกยาว 2 เมตร แขวนไว้ในแนวดิ่ง มีแรงดึงในแนวระดับกระทำต่อวัตถุตลอดเวลา จนแนวเส้นเชือกทำมุม 60° กับแนวดิ่ง จงหางานของแรงที่ดึง

. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 5 เมตร แล้วจมลงไปในพื้นดิน 5 เซนติเมตร จงหาแรงต้านทานของพื้นดิน (กำหนดให้แรงต้านคงที่)

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น (Elastic Potential Energy)

1. **แรงในสปริง**

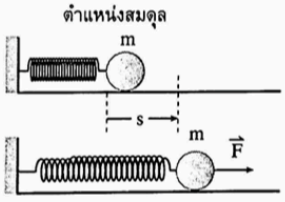
เมื่อมีแรงดึง F ให้สปริงยืดออกจากตำแหน่งเดิมเป็นระยะ s

ได้ว่า $$F = ks$$

k เป็นค่านิจของสปริง มีหน่วย N/m

2. **พลังงานศักย์ยืดหยุ่น**

ถ้านำมวล m มาติดกับปลายสปริงแล้วออกแรงดึงวัตถุ ทำให้สปริงยืดออกดังรูป



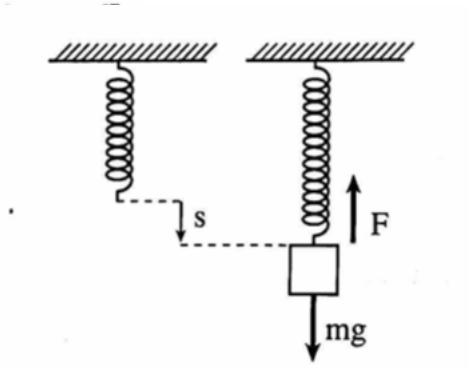
การดึงวัตถุที่ติดกับสปริง

เมื่อ E_p แทนค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริง

ได้ว่า $$E_p = \frac{1}{2}Fs$$

หรือ $$E_p = \frac{1}{2}ks^2$$

สปริงตัวหนึ่งมีค่านิจ 1,000 นิวตัน/เมตร ปลายข้างหนึ่งนำแขวนไว้กับเพดาน นำมวล 10 กิโลกรัม ไป ถ่วงที่ปลายอีกข้างหนึ่ง สปริงจะยืดออกจากเดิมเท่าไร เมื่อวัตถุอยู่นิ่ง



สปริงสองอันมีอัตราส่วนของค่านิจสปริง 4 : 9 จงหาอัตราส่วนของระยะยืดของสปริงทั้งสองเมื่อพลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริงทั้งสองเท่ากัน

กฎการอนุรักษ์พลังงาน (Law of Conservation of Energy)

ปล่อยวัตถุมวล 2 กิโลกรัม จากพื้นเอียงลื่นสูง 3 เมตร แล้วเคลื่อนที่ไปบนพื้นราบ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน 0.5 วัตถุจะเคลื่อนที่บนพื้นราบได้ไกลที่สุดเท่าไร

วัตถุมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตร/วินาที บนพื้นระดับเกลี้ยงเข้าชนสปริง ซึ่งติดกับผนังมีค่านิจของสปริง 400 นิวตัน/เมตร อยากทราบว่าสปริงจะหดเข้าไปมากที่สุดเท่าไร

ก้อนวัตถุมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่เข้าชนสปริงที่วางในแนวราบ จนหดสั้นที่สุด 0.2 เมตร สปริงมีค่านิจ 100 นิวตัน/เมตร และพื้นมีค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียทาน 0.2 จงหาอัตราเร็วของวัตถุขณะกระทบสปริงพอดี

ปล่อยวัตถุมวล 0.5 กิโลกรัม ให้ตกลงบนสปริง โดยปลายบนของสปริงอยู่ต่ำกว่าวัตถุ 1 เมตร ปรากฏว่าเมื่อวัตถุตกกระทบสปริง สปริงหดสั้นที่สุด 10 เซนติเมตร ก่อนดีดวัตถุกลับ จงหาค่านิจของสปริง