ในเรื่องการเคลื่อนที่ เราพบว่า วัตถุอาจเกิดความเร่งได้ถ้าความเร็วของมันไม่คงที่ แต่ก็ไม่ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดความเร่งในบทนี้เนื้อหาส่วนใหญ่จะเน้นถึงสาเหตุของการเกิดความเร่งของวัตถุ

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน เป็นกฎเกณฑ์พื้นฐานในวิชาฟิสิกส์ ซึ่ง เซอร์ ไอแซค นิวตัน เป็นผู้คิด มี 3 ข้อ ใช้สำหรับกรอบอ้างอิงที่หยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

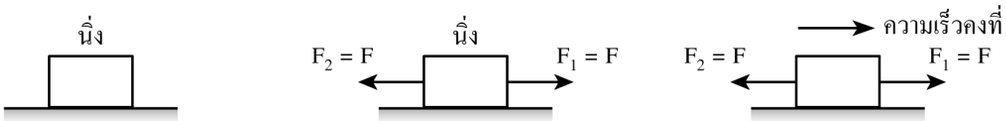
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

จากการเคลื่อนที่โดยทั่วไป เราสามารถสรุปได้ว่า ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ กล่าวคือถ้าเดิมวัตถุอยู่นิ่งก็จะอยู่นิ่งเช่นนั้นตลอดไป แต่ถ้าเดิมวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ค่าหนึ่งวัตถุนั้นก็จะยังคงที่ต่อไปในแนวตรงตามทิศทางเดิม ด้วยความเร็วคงที่ค่าเดิม

ดังนั้น เซอร์ ไอแซค นิวตัน จึงได้สรุปเกี่ยวกับการรักษาสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ทั้งสภาพอยู่นิ่ง และสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ เป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน มีใจความดังนี้

> ***"วัตถุจะคงสภาพอยู่นิ่ง หรือสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนวตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์ มากระทำต่อวัตถุนั้น"***

- กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันนี้ มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า **"กฎความเฉื่อย (Law of Inertia)"**
- กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน จะใช้ได้เฉพาะผู้สังเกตที่หยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่เท่านั้น



รูปแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ในกฎการเคลื่อนที่ เราเรียก **สมบัติของวัตถุที่ต้านต่อการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นว่า "ความเฉื่อย"** และ **ปริมาณที่บอกให้ทราบว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย** ก็คือ **มวล (mass)** ของวัตถุในการต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ วัตถุที่มีมวลมากจะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่มาก วัตถุที่มีมวลน้อยจะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่น้อย **มวลเป็นปริมาณ สเกลาร์** ในระบบเอสไอ ใช้หน่วยมูลฐานของมวลเป็น **กิโลกรัม**

หมายเหตุ:

มวลมาก ความเฉื่อยมาก หยุดช้า

มวลน้อย ความเฉื่อยน้อย หยุดเร็ว

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

เซอร์ ไอแซค นิวตัน ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแรง และการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งเรียกว่า กฎข้อที่สอง ของนิวตัน ซึ่งมีใจความดังต่อไปนี้

เมื่อมีแรงลัพธ์ ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์ มากระทำต่อวัตถุ
จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปด้วยความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ
และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์
และความเร่งจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

ถ้าให้ $\bar{F}$ เป็นขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

m เป็นมวลของวัตถุ

$\bar{a}$ เป็นความเร่งของวัตถุ

จากกฎข้อที่สองของนิวตัน จะเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\bar{a} \ \alpha \ \bar{F} \quad \text{และ} \quad \bar{a} \ \alpha \ \frac{1}{m}$$

ซึ่งถ้ารวมความสัมพันธ์ทั้งสองตามหลักทางคณิตศาสตร์ จะได้ว่า

$$a \ \alpha \ \frac{F}{m} \quad \text{และ} \quad F \ \alpha \ ma$$

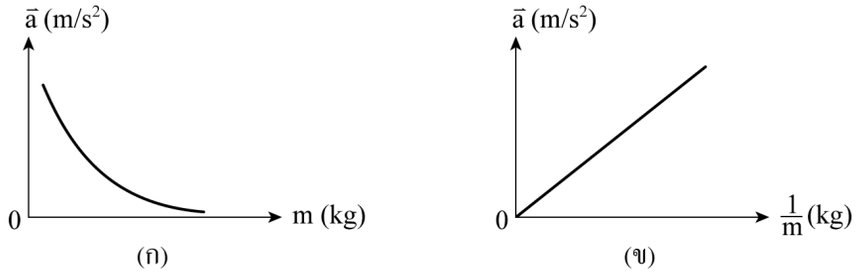
หรือ เขียนได้ว่า $\sum \bar{F} \neq 0$

จะได้ $\bar{F} = m\bar{a}$

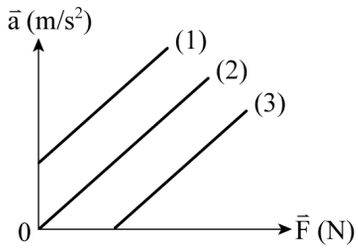
หมายเหตุ :

ทิศของความเร่ง มีทิศเดียวกับทิศของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ
และมีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป $(\Delta\bar{v})$
ไม่ว่าแรงลัพธ์ที่กระทำจะมีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่หรือตรงข้ามกับการเคลื่อนที่

กราฟการเคลื่อนที่



กรณีที่พื้นมีแรงเสียดทาน และมีการชดเชยแรงเสียดทาน จะได้กราฟดังนี้



ถ้ากราฟเป็นเส้นที่ (1) แสดงว่า แรง $(\bar{F}) = 0$ วัตถุมีความเร่ง (ชดเชยแรงเสียดทานมากไป)

ถ้ากราฟเป็นเส้นที่ (2) แสดงว่า ชดเชยแรงเสียดทานเหมาะสม

ถ้ากราฟเป็นเส้นที่ (3) แสดงว่า แรง $\bar{F}$ กระทำ แต่วัตถุไม่เคลื่อนที่ (ชดเชยแรงเสียดทานน้อยไป)

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

เซอร์ ไอแซค นิวตัน ได้สรุปไว้เป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน ซึ่งมีใจความว่า

> ***"ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงข้ามเสมอ หรือแรงกระทำซึ่งกันและกันของวัตถุทั้งสองย่อมมีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงข้าม"***

โดยแรงกิริยา และ แรงปฏิกิริยา จะมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีขนาดเท่ากัน
2. มีทิศทางตรงข้ามกัน
3. เกิดขึ้นพร้อมกัน
4. เกิดขึ้นบนมวลคนละก้อน
5. แรงทั้ง 2 ไม่สามารถหักล้างกันได้

สรุปกฎของนิวตัน ตามสมการคณิตศาสตร์

กฎข้อที่ 1 ถ้า $\sum \vec{F} = 0$ แล้ววัตถุจะหยุดนิ่ง $(\vec{v} = 0)$
หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($\vec{v}$ คงที่) นั่นคือ $\vec{a} = 0$

กฎข้อที่ 2 ถ้า $\sum \vec{F} \neq 0$ จะได้ $\sum \vec{F} = m\vec{a}$
โดยที่ทิศทางของ $\vec{a}$ จะมีทิศเดียวกับ $\sum \vec{F}$

กฎข้อที่ 3 ถ้ามี F Action Force ต้องมี F Reaction Force หรือ $\vec{F}_{act} = -\vec{F}_{rea}$

ชนิดของแรง (Force) ; N

แรง (Force) หมายถึงอำนาจชนิดหนึ่งที่สามารถกระทำหรือพยายามที่จะกระทำต่อวัตถุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ (จากหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่โดยมีความเร็วเปลี่ยนแปลง) หรือกระทำต่อวัตถุให้เปลี่ยนรูปร่าง แรงเป็น ปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางว่าออกแรงกระทำในทิศทางใด สำหรับ**หน่วยของแรง ตามระบบเอสไอ มีหน่วยเป็นนิวตัน**

ชนิดของแรง

1. **น้ำหนัก (Weight ; W)** หมายถึง ค่าแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ มีทิศเข้าหาจุดศูนย์กลางของโลกเสมอ น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

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

เมื่อ $\vec{W}$ เป็นน้ำหนักของวัตถุ
(น้ำหนักเปลี่ยนแปลงได้ตามค่าความเร่งจากแรงดึงดูดของโลก)

2. **แรงดึงเชือก (Tension ; T)** เชือกเส้นหนึ่ง (หรือลวด) เมื่อเกิดการดึงที่ปลายทั้งสองด้านเชือกนั้นจะดึงทำให้เกิดแรงตึงภายในเส้นเชือก ($\bar{T}$) ถ้าปลายเชือกผูกกับวัตถุ เชือกก็จะออกแรงดึงวัตถุนั้นๆ ปกติเราถือว่าเชือกเบา ซึ่งทำให้แรงตึงภายในเส้นเชือก มีขนาดเท่ากันตลอดเส้น แต่ถ้าคิดว่าเชือกมีมวลจะต้องคิดเชือกเป็นวัตถุก้อนหนึ่ง ซึ่งกรณีนี้พบว่าแรงดึงเชือกจะไม่เท่ากันตลอดทั้งเส้น

3. **แรงปฏิกิริยาตั้งฉาก (Normal Force ; N)** ถ้ามีผิววัตถุสองสัมผัสกันแล้วเกิดการกดกัน แรงกดดันซึ่งกันและกัน (action และ reaction) จะเป็นแรงที่เรียกว่า แรงปฏิกิริยาตั้งฉาก ($\bar{N}$) ซึ่งจะมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ เวลาเขียนแรง จะเขียนเฉพาะแรงที่ทำต่อวัตถุที่เราสนใจเท่านั้น

4. แรงเสียดทาน (Friction Force ; f) แรงเสียดทาน คือ แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุที่มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ หรือมีทิศตรงข้ามกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ ใช้สัญลักษณ์ f เราจะพบว่า แรงเสียดทานเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงปฏิกิริยาตั้งฉาก (N) ของวัตถุคู่สัมผัส โดยเป็นไปตามสูตร

$$f = \mu N$$

μ คือ สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ผิวสัมผัส

N คือ Normal Force

แรงเสียดทาน มี 2 ประเภท คือ

1. **แรงเสียดทานสถิต (Static friction force ; f_s)**

   คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุไม่มีการเคลื่อนที่ หรือเริ่มที่จะเคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตมีค่าไม่แน่นอน โดยมีค่าตั้งแต่ศูนย์จนกระทั่งค่าที่มากที่สุด

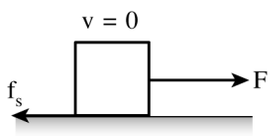
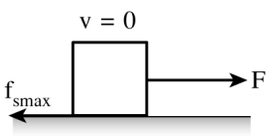
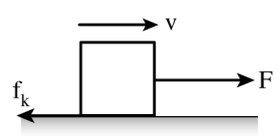
   โดย $f_{smax} = \mu_s N$ μ_s คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

2. **แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic friction force ; f_k)**

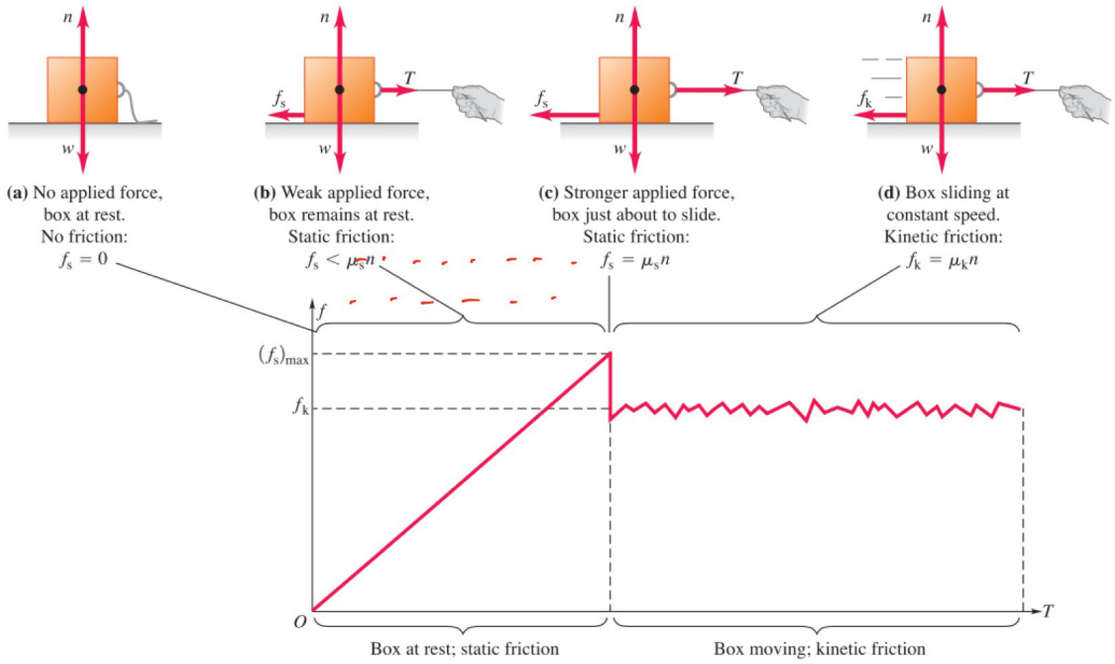
   คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ แรงเสียดทานจลน์จะมีค่าแน่นอนที่ผิวสัมผัสหนึ่ง

   โดยมีค่า $f_k = \mu_k N$ μ_k คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

ถ้าเราสนใจการออกแรงลากวัตถุในเหตุการณ์ต่างๆ ต่อไปนี้

วัตุไม่ไถล	วัตุเริ่มไถล	วัตุไถลด้วยความเร็วคงที่
		
$F = f_s$ = แรงเสียดทานสถิต	$F = f_{smax}$ = แรงเสียดทานสถิตสูงสุด	$F = f_k$ = แรงเสียดทานจลน์

พิจารณาค่าแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นกับวัตถุหนึ่งที่ถูกแรงภายนอก F มากระทำ โดยแรง F มีค่าไม่คงที่ แล้วนำมาเขียนกราฟระหว่างแรงเสียดทาน และแรง F นี้



เพิ่มเติม

1. แรงเสียดทานเป็นแรงต้านทานการเคลื่อนที่ มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ หรือทิศที่พยายามจะเคลื่อนที่

2. แรงเสียดทานสถิตมีหลายค่า ค่าสูงสุดเกิดเมื่อวัตถุเริ่มไถลพอดี โดยหาได้จาก $f_{smax} = \mu_s N$

3. แรงเสียดทานจลน์มีค่าเดียว เกิดเมื่อวัตถุไถลแล้ว โดยหาได้จาก $f_k = \mu_k N$

4. μ_s และ μ_k เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและจลน์ ตามลำดับ โดยที่ $\mu_s > \mu_k$ ซึ่งจะได้ว่า $f_{smax} > f_k$

หลักการแก้ปัญหาโจทย์

การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันเพื่อแก้ปัญหาโจทย์ มีหลักทั่วๆ ไปดังนี้

ขั้นที่ 1 ใส่แรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุที่เราสนใจให้ครบ
แรงพวกนี้ได้แก่ น้ำหนัก, แรงเสียดทาน, แรงดึงเชือก, แรงปฏิกิริยาตั้งฉาก และแรงที่เรากระทำโดยตรง

ขั้นที่ 2 แตกแรงให้อยู่ในแนวความเร่งกับแนวตั้งฉากกับความเร่ง (แรงใดอยู่ในสองแนวนี้อยู่แล้วก็ไม่ต้องแตก)

ขั้นที่ 3 เข้าสมการ

แรงลัพธ์ในแนวความเร่ง	$\sum \vec{F} = m\vec{a}$
แรงลัพธ์ในแนวตั้งฉากกับความเร่ง	$\sum \vec{F} = 0$

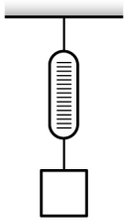
โดยที่เวลาหาแรงลัพธ์ในแนวความเร่ง ต้องใช้แรงที่อยู่ในทิศเดียวกับความเร่งเป็นตัวตั้ง
แล้วลบด้วยแรงที่มีทิศตรงข้าม หรือ กำหนดทิศตามความเร่งเป็นบวก นั่นเอง

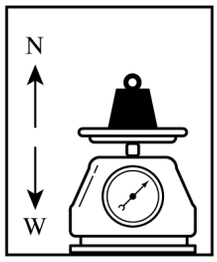
ขั้นที่ 4 แก้สมการจากขั้นที่ 3

การชั่งน้ำหนัก

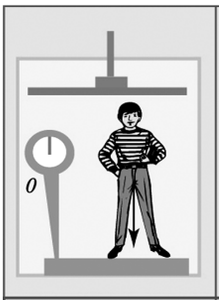
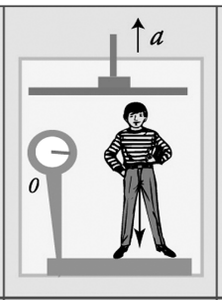
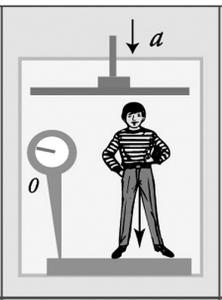
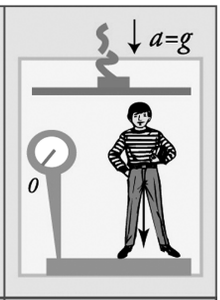
ตาชั่ง มีอยู่ 2 แบบ

1. **ตาชั่งสปริง**
   ค่าที่อ่านได้จากตาชั่ง คือ แรงดึงเชือกที่ห้อยลงมาจากตาชั่ง
2. **ตาชั่งแบบถาด**
   ค่าที่อ่านจากตาชั่ง คือ แรงนอร์มัล (N) ที่ถาดกระทำต่อวัตถุขณะนั้น





การชั่งน้ำหนักในลิฟท์

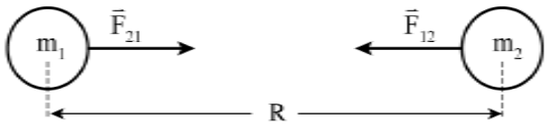
			
เคลื่อนที่ด้วย v คงที่	เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง หรือ เคลื่อนที่ลงด้วยความหน่วง	เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความหน่วง หรือ เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง	ตกอย่างอิสระ
$N = mg$	$N = m(g+a)$	$N = m(g-a)$	$N = 0$

แยกเป็น 3 กรณี ดังนี้

1. กรณีที่ลิฟท์หยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จะได้ $N = mg$
2. กรณีที่ลิฟท์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง (a) หรือลงด้วยความหน่วง จะได้ $N = m(g + a)$
3. กรณีที่ลิฟท์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง (a) หรือขึ้นด้วยความหน่วง จะได้ $N = m(g - a)$

กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน กล่าวว่า "วัตถุทั้งหลายในเอกภพจะส่งแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ จะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลวัตถุทั้งสอง และจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างทั้งสองนั้น"



$$F_G = \left|\vec{F}_{12}\right| = \left|\vec{F}_{21}\right| = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

เมื่อ $\vec{F}_{12}$ เป็นแรงที่มวล m_1 ดูดมวล m_2

$\vec{F}_{21}$ เป็นแรงที่มวล m_2 ดูดมวล m_1

R เป็นระยะทางที่วัตถุทั้งสองห่างกัน

F_G เป็นขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลทั้งสอง

G เป็นค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล (universal gravitational constant) = 6.673×10^{-11} $N.m^2/kg^2$

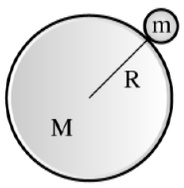
การหาความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลก

1. **ค่าความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงที่ผิวโลก** (g)

ให้วัตถุมวล m วางที่ผิวโลกซึ่งมีมวล M และรัศมี R เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างมวลของโลกกับวัตถุ คือน้ำหนัก

ดังนั้น $F = mg$

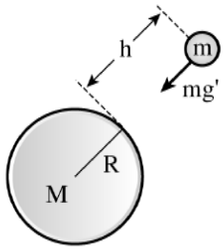
$$\frac{GMm}{R^2} = mg$$



$$\therefore g \text{ ที่ผิวโลก } = \frac{GM}{R^2}$$

2. **ค่าความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งที่ห่างจากผิวโลก** (g')

ถ้านำวัตถุมวล m ไปวางไว้ ณ ตำแหน่งที่สูงจากผิวโลกเป็นระยะ h เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างมวลที่ตำแหน่งนั้นคือน้ำหนักของวัตถุที่จุดนั้น



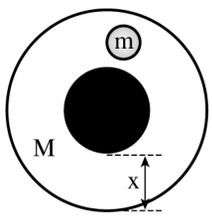
ดังนั้น $F = mg'$

$$\frac{GMm}{(R+h)^2} = mg'$$

$$\therefore g' \text{ ที่จุดสูงจากผิวโลก } = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

3. **ค่าความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งที่อยู่ใต้ผิวโลก** (g'')

ถ้าวัตถุมวล m อยู่ภายในดาวเคราะห์ โดยห่างจากจุดศูนย์กลางของดาวเคราะห์ ซึ่งมีมวล M เป็นระยะ r จะหา g'' ที่จุดนั้น

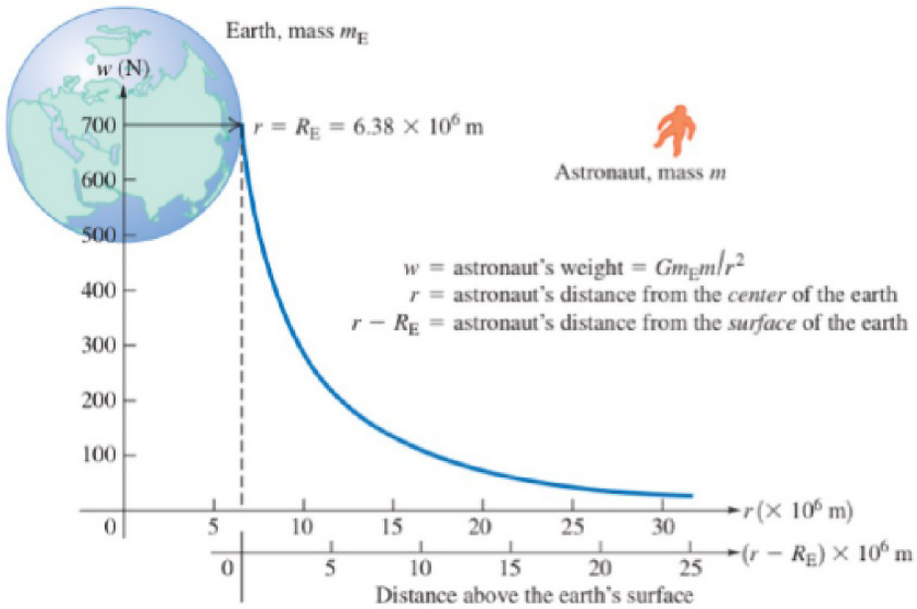


ดังนั้น

$$\therefore g'' \text{ ใต้ผิวดาวเคราะห์ } = \frac{GM(R-X)}{R^3}$$

หมายเหตุ

1. ค่า g′ ที่จุดศูนย์กลางโลกมีค่าเป็นศูนย์
2. ค่า g ที่ผิวโลกจะมีค่ามากที่สุด
3. ค่า g″ ใต้ผิวโลก และ g′ ที่สูงจากผิวโลกขึ้นไป ค่า g จะลดลง
4. กราฟของค่า g กับระยะห่าง ณ ตำแหน่งต่างๆ จะเป็นดังรูป



1. พิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้

ก. ผู้โดยสารที่อยู่ในรถที่กำลังแล่นอยู่ จะเซไปทางขวาเมื่อรถเลี้ยวซ้าย

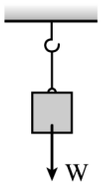
ข. นักวิ่ง 100 เมตร ในการแข่งขันซีเกมส์ทุกคนใช้เท้าถีบพุ่งตัวออกไปข้างหน้าเมื่อได้ยินเสียงปืนสัญญาณให้เริ่มวิ่ง

เมื่อนำเหตุการณ์ข้างต้น มาพิจารณาตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน เหตุการณ์ในข้อ ก. และ ข. จะเป็นไปตามกฎข้อใด ตามลำดับ

1. ข้อ 1 และ 2
2. ข้อ 3 และ 2
3. ข้อ 1 และ 3
4. ข้อ 2 และ 3

2. แขวนวัตถุด้วยเชือกเพดาน แรงปฏิกิริยาตามกฎข้อที่ 3 ของนิวตัน ของแรงซึ่งเป็นน้ำหนักของวัตถุ คือแรงใด

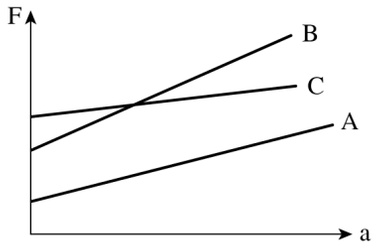
1. แรงที่เชือกกระทำต่อเพดาน
2. แรงที่เส้นเชือกกระทำต่อวัตถุ
3. แรงโน้มถ่วงที่วัตถุกระทำต่อโลก
4. แรงที่วัตถุกระทำต่อเส้นเชือก



3. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองดึงวัตถุ 3 ชิ้น A, B, C โดยใช้แรงขนาดต่างๆ กัน สำหรับวัตถุแต่ละชิ้น แล้วบันทึกความเร็ว คำนวณหาความเร่งนำมาเขียนกราฟระหว่างแรงกับความเร่ง ได้ดังรูป

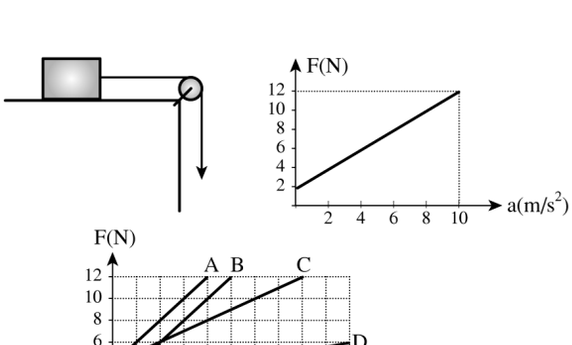
จากกราฟนี้สรุปตามข้อไหนจึงจะถูกที่สุด

1. วัตถุ A มีมวลมากที่สุด และวัตถุ B มีแรงเสียดทานกับพื้นมากที่สุด
2. วัตถุ B มีมวลมากที่สุด และวัตถุ C มีแรงเสียดทานกับพื้นมากที่สุด
3. วัตถุ C มีมวลมากที่สุด และวัตถุ A มีแรงเสียดทานกับพื้นน้อยที่สุด
4. วัตถุ A มีมวลน้อยที่สุด และวัตถุ B มีแรงเสียดทานกับพื้นน้อยที่สุด



4. จากการออกแรง F ดึงมวล m ดังรูป จะได้ความสัมพันธ์ของแรงดึงและความเร่งของมวล ดังกราฟ ถ้าวางมวล m อีก 1 ก้อน บนมวลเดิม จะได้กราฟของแรงดึงกับความเร่งตามข้อใด

1. กราฟ A
2. กราฟ B
3. กราฟ C
4. กราฟ D

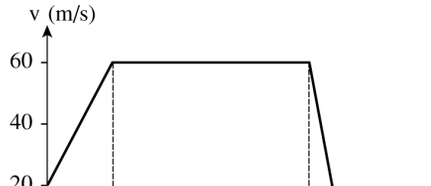


5. กราฟของความเร็ว (v) กับเวลา (t) ในการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงของวัตถุ ซึ่งมีมวล 1 Kg. เป็นดังรูป ข้อมูลจากกราฟ เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว จะสรุปได้ว่าวัตถุนี้เป็นอย่างไร

(ก) ได้รับแรงกระทำ 40 นิวตัน ในช่วงวินาทีแรก
(ข) มีแรงกระทำคงที่ในช่วงวินาทีที่ 1 ถึงวินาทีที่ 4
(ค) มีความเร่งคงที่ในช่วงวินาทีแรก
(ง) ได้รับแรงกระทำสองครั้งในทิศทางตรงข้ามกัน

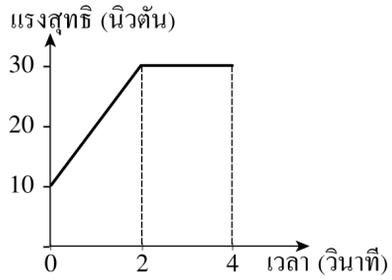
ข้อใดถูกบ้าง

1. (ก), (ค) และ (ง)
2. (ข) และ (ค)
3. (ค) และ (3)
4. (ง) เท่านั้น



6. กล่องบรรจุของ มีมวล 4 Kg. มีแรงลัพธ์ที่มีขนาดเปลี่ยนแปลงตามเวลากระทำดังกราฟที่แสดงในรูป ทำให้กล่องเคลื่อนที่ไปโดยมีความเร่งไม่คงที่ เมื่อเวลา t = 0 กล่องนี้มีความเร็ว 10 m/s ในทิศทางของแรงลัพธ์ อัตราเร็วของกล่อง เมื่อเวลา t = 4 วินาที เป็นเท่าไร

1. 40 m/s
2. 35 m/s
3. 20 m/s
4. 15 m/s



7. ในการเคลื่อนที่ของวัตถุหนึ่ง พบว่า ระยะทางการเคลื่อนที่แปรผันตรงกับเวลายกกำลังสอง สรุปได้ว่า

1. มีแรงลัพธ์ที่คงที่กระทำต่อวัตถุ
2. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุแปรผันตรงกับเวลากำลังหนึ่ง
3. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์
4. ไม่มีข้อสรุปใดถูกต้อง

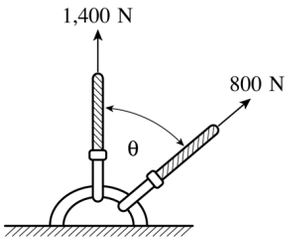
ชุดที่ 1 : สมการกฎการเคลื่อนที่ (1)

1. เมื่อแรงสองแรงทำมุมกัน ค่าต่าง ๆ และผลรวมของแรง มีค่าต่ำสุด 2 N และมีค่าสูงสุด 14 N ผลรวมของแรงทั้งสองเมื่อกระทำตั้งฉากกันจะมีค่าเท่าใด

    1. 12 N
    2. 10 N
    3. 5 N
    4. 8 N

2. จงคำนวณหาขนาดของมุม θ ที่แรงขนาด 800 นิวตัน
จะต้องกระทำกับแรงในแนวดิ่งขนาด 1,400 นิวตัน
จึงจะทำให้แรงลัพธ์ R ของแรงทั้งสอง มีขนาดเท่ากับ 2,000 นิวตัน

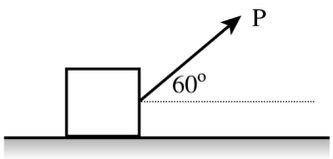
1. $\theta = \cos^{-1}(5/8)$
2. $\theta = \cos^{-1}(4/5)$
3. $\theta = \cos^{-1}(3/5)$
4. $\theta = \cos^{-1}(3/4)$
5. $\theta = \cos^{-1}(1/2)$



3. วัตถุ A มวล m กิโลกรัม กับวัตถุ B มวล $3m$ กิโลกรัม ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน และวางนิ่งบนพื้นฝืดที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เป็น 0.2 เมื่อออกแรง $\vec{F}$ นิวตัน กระทำแก่วัตถุ A พบว่า วัตถุ A เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 16 เมตร/วินาที^{2} ถ้าแรง $\vec{F}$ นี้ กระทำแก่วัตถุ B วัตถุ B จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งกี่เมตร/วินาที^{2}

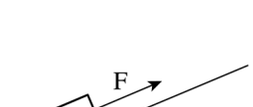
4. กล่องใส่มวล 2 kg ถูกดึงจากหยุดนิ่งด้วยแรงคงที่ขนาด 22 N ในทิศ 60° กับแนวราบ ให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นราบจนมีความเร็ว 2 m/s ในเวลา 0.8 วินาที ถ้าคิดว่าแรงเสียดทานคงที่ แรงเสียดทานจะมีขนาดกี่นิวตัน

1. 5 N
2. 6 N
3. 11 N
4. 14 N



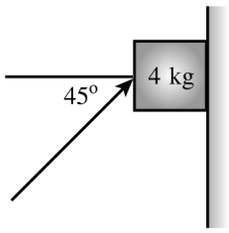
5. กล่องหนัก 50 นิวตัน อยู่บนพื้นเอียงที่ทำมุม 37° กับแนวระดับ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างกล่องกับพื้นเอียง เป็น 0.5 และ 0.3 ตามลำดับ ถ้าออกแรง F ดึงกล่องในแนวขนานกับพื้นเอียง ดังรูป ข้อใดถูก

1. แรง F น้อยที่สุดที่ทำให้กล่องอยู่นิ่งคือ 10 นิวตัน
2. แรง F น้อยที่สุดที่ทำให้กล่องอยู่นิ่งคือ 50 นิวตัน
3. แรง F ที่ทำให้กล่องเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วคงที่คือ 50 นิวตัน
4. แรง F ที่ทำให้กล่องเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็วคงที่คือ 42 นิวตัน



6. ออกแรงกดก้อนมวล 4 กิโลกรัม ให้ติดกับฝาผนังด้วยแรงซึ่งทำมุม 45° กับแนวระดับ โดยมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างฝาผนังกับก้อนมวล = 0.25 จงหาขนาดของแรงที่ทำให้มวลเริ่มไถลขึ้นได้

1. 45.7 N
2. 58.8 N
3. 75.4 N
4. 91.4 N



7. นายแดงออกแรงผลักกล่องจากสภาวะหยุดนิ่งด้วยแรงคงที่จากหน้าห้องไปยังหลังห้อง ใช้เวลาจำนวนหนึ่ง ถ้านายแดงต้องการลดเวลาลงครึ่งหนึ่ง นายแดงจะต้องเรียกเพื่อนมาช่วยกี่คน โดยสมมติให้นายแดงและเพื่อนออกแรงผลักขนาดคงที่เท่ากันทุกคน และไม่มีแรงเสียดทานระหว่างกล่องกับพื้น

1. 1 คน
2. 2 คน
3. 3 คน
4. 4 คน

8. กล่องมวล m ไถลลงพื้นเอียงซึ่งทำมุม θ กับแนวระดับ ด้วยความเร่ง a ต่อมาเพิ่มมวลให้กล่องเป็น $2\ m$ คราวนี้ความเร่งจะเป็นเท่าใด สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างกล่องกับพื้นเอียงมีค่าคงที่

1. $0.5\ a$
2. a
3. $1.5\ a$
4. $2\ a$

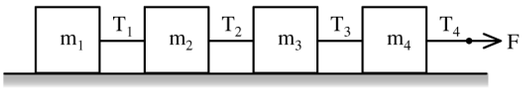
9. ด.ช.เอก เล่นกระดานลื่นที่ลาดเอียงทำมุม θ กับพื้นดิน กระดานลื่นนั้นมีความยาว 10 เมตร ถ้า ด.ช.เอก ลื่นลงจากปลายบนของกระดานลื่นด้วยความเร็วต้นเท่ากับศูนย์ ปรากฏว่า เขาจะถึงพื้นภายในเวลา 5 วินาที แสดงว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของกระดานเลื่อนมีค่าเท่าใด (กำหนดให้ $\sin\theta = 3/5$)

1. 0.15
2. 0.20
3. 0.25
4. 0.30
5. 0.35

10. เมื่อปล่อยวัตถุให้ไถลลงมาตามพื้นเอียง 45° กับระดับ พบว่า ถ้าพื้นเอียงมีความฝืด วัตถุจะใช้เวลาในการไถลนานเป็น 2 เท่าของในขณะที่พื้นเอียงไม่มีความฝืด จงหาว่าพื้นเอียงที่มีความฝืดนั้นมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเป็นเท่าไร

11. เมื่อวางวัตถุบนแผ่นกระดานที่เอียงทำมุม 30° กับระดับ วัตถุจะไถลลงมาตามแผ่นกระดานด้วยความเร็วคงที่ จงหาว่าถ้ายกแผ่นกระดานขึ้นให้เอียงทำมุม 45° กับระดับ วัตถุจะไถลลงมาด้วยความเร่งเท่าไร

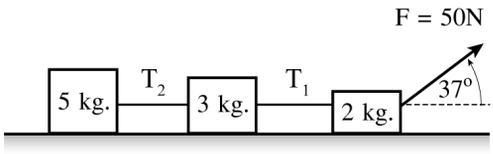
1. มวลสี่ก้อนผูกติดกันด้วยเชือก บนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทาน ดังรูป
ถ้ามีแรงกระทำที่เชือกเส้นที่ 4 เป็น F = 60 นิวตัน
ส่งผลให้มวลเคลื่อนที่ไปพร้อมกัน แรงตึงของเชือกเส้นที่ 2 (T_2) เป็นกี่นิวตัน
กำหนดให้ m_1 = 1 กิโลกรัม , m_2 = 2 กิโลกรัม , m_3 = 4 กิโลกรัม , m_4 = 8 กิโลกรัม



2. กล่องมวล 5 kg และ 10 kg ผูกติดกันด้วยเชือกเส้นหนึ่ง ซึ่งรับแรงได้สูงสุด 50 N ถ้าเราออกแรง F ดึงกล่องไปทางขวามือ ขนาดสูงสุดของแรง F ที่เชือกผูกระหว่างกล่องยังไม่ขาดมีค่ากี่นิวตัน

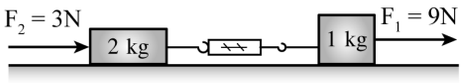
1. 10
2. 50
3. 100
4. 150
5. 500

3. วัตถุมวล 2 , 3 และ 5 kg. ผู้ติดกันด้วยเชือกเบา วางบนพื้นที่ไม่มีความฝืด เมื่อออกแรง 50 N กระทำต่อมวล 2 kg. ดังรูป
ผลต่างของแรงดึงในเส้นเชือก ($T_1 - T_2$) มีขนาดกี่นิวตัน



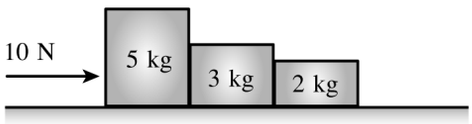
4. จากรูป ถ้ามวล 1 kg. และ 2 kg. อยู่บนพื้นราบผิวเกลี้ยง
และไม่คิดมวลของเครื่องชั่งสปริงและเชือก ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งเป็นเท่าไร

1. 0 N
2. 5 N
3. 6 N
4. 10 N



5. แท่งไม้มวล 5 kg. , 3 kg. และ 2 kg. วางติดกัน บนพื้นที่เกลี้ยง
ถ้าออกแรงผลัก 10 N ดังรูป จงหาขนาดแรงที่แท่งไม้ 2 kg. กระทำต่อแท่งไม้ 3 kg.

1. 2.0 N
2. 5.0 N
3. 8.0 N
4. 10.0 N



6. กล่องมวล 2 และ 3 kg. ถูกแรง 10 N และ 30 N กระทำตามแนวระดับ ดังในรูป ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของกล่องกับพื้นเท่ากับ 0.3 แรงที่กล่องมวล 3 kg. กระทำต่อกล่องมวล 2 kg. เป็นกี่นิวตัน

1. 18
2. 14
3. 12
4. 10

7. วัตถุ m_1 = 1 kg. และ m_2 = 4 kg. วางติดกัน อยู่บนพื้นเอียงที่ไม่มีความเสียดทาน มีแรง F ขนาด 20 N กระทำดังรูป ขนาดของแรงที่มวลทั้งสองกระทำต่อกัน มีค่ากี่นิวตัน