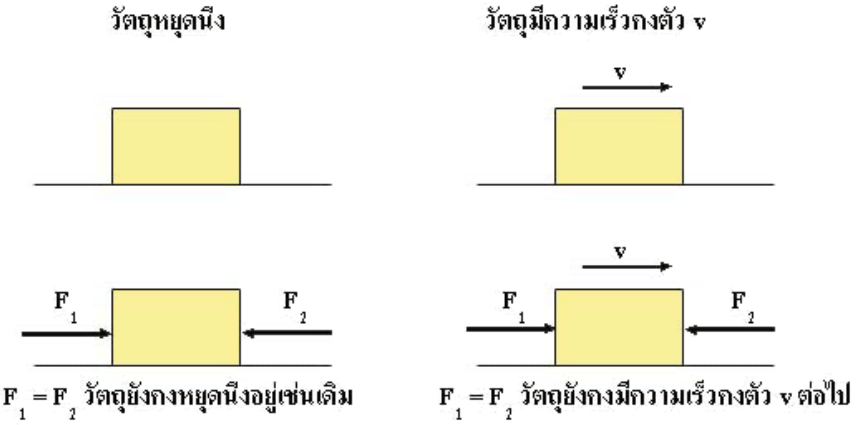
กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน 3 ข้อ

(ไอแซก นิวตัน : Sir Isaac Newton)

กฎการเคลื่อนที่เป็นกฎเกณฑ์พื้นฐานในวิชาฟิสิกส์ ซึ่ง **เซอร์ ไอแซค นิวตัน** เป็นผู้คิด มี 3 ข้อ ใช้สำหรับกรอบอ้างอิงที่หยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

กฎข้อที่ 1 : กฎของความเฉื่อย (Law of Inertia)

"วัตถุจะคงสภาพอยู่นิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนวตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุนั้น"



กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน จะใช้ได้เฉพาะผู้สังเกตที่หยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่เท่านั้น

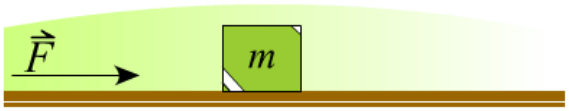
ในกฎการเคลื่อนที่ เราเรียก **สมบัติของวัตถุที่ต้านต่อการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นว่า "ความเฉื่อย"** และ ปริมาณที่บอกให้ทราบว่า วัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย ก็คือ **มวล** (mass) ของวัตถุ ในการต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ วัตถุที่มีมวลมากจะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่มาก วัตถุที่มีมวลน้อยจะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่น้อย

มวล (mass) เป็น**ปริมาณสเกลาร์** ในระบบ SI ใช้หน่วยมูลฐานของมวลเป็น **กิโลกรัม** (kg)

มวลมาก ความเฉื่อย..... หยุดช้า

มวลน้อย ความเฉื่อย..... หยุด

กฎข้อที่ 2 : กฎของแรง (Law of Force)



"เมื่อมีแรงลัพธ์ ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปด้วยความเร่ง ในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และความเร่งจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ"

กำหนดให้ $\vec{F}$ เป็นขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

m เป็นมวลของวัตถุ

$\vec{a}$ เป็นความเร่งของวัตถุ

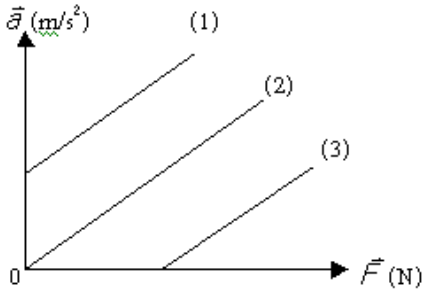
จากกฎข้อที่สองของนิวตัน จะเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

ซึ่งถ้ารวมความสัมพันธ์ทั้งสองตามหลักทางคณิตศาสตร์ จะได้ว่า

หรือเขียนได้ว่า จะได้

วิเคราะห์ : เมื่อมีแรงลัพธ์มากระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง โดย

1. ความเร่งแปรผันตรงกับแรงลัพธ์



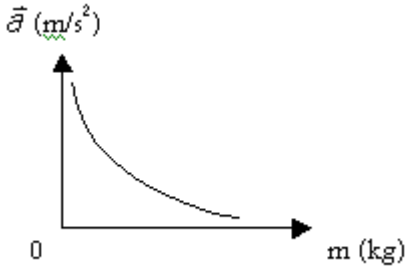
พิจารณากราฟ

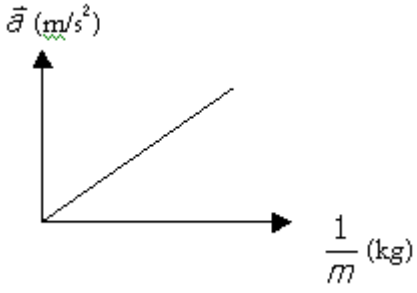
กราฟเส้นที่ (1) แสดงว่าแรง $\vec{F}$ = 0 วัตถุมีความเร่ง (ชดเชยแรงเสียดทานมากไป)

กราฟเส้นที่ (2) แสดงว่า ชดเชยแรงเสียดทานเหมาะสม

กราฟเส้นที่ (3) แสดงว่า มีแรง $\vec{F}$ กระทำแต่วัตถุไม่เคลื่อนที่ (ชดเชยแรงเสียดทานน้อยไป)

2. ความเร่งแปรผกผันกับมวล





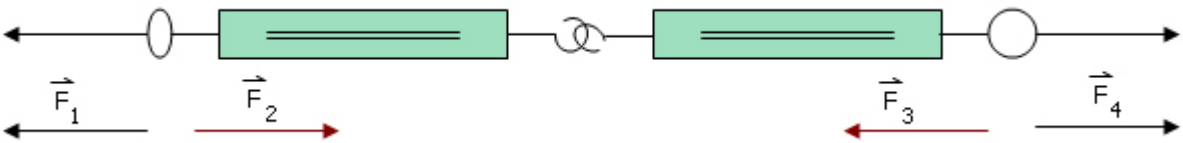
กฎข้อที่ 3 : กฎของแรงกิริยา – แรงปฏิกิริยา (Law of Action - Reaction)

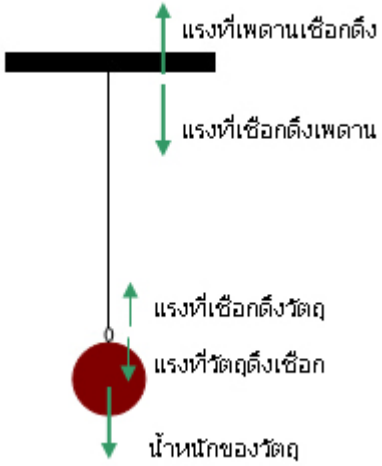
"ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงข้ามเสมอ หรือแรงกระทำซึ่งกันและกันของวัตถุทั้งสองย่อมมีขนาดเท่ากันและทิศตรงข้าม"

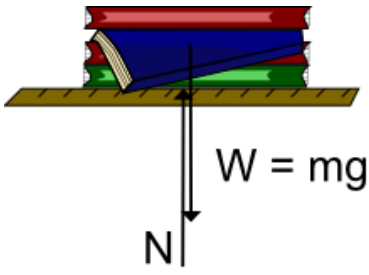
เมื่อ $\vec{F}_{12}$ แทน แรงที่กระทำต่อวัตถุก้อนที่ 1 โดยวัตถุก้อนที่ 2

$\vec{F}_{21}$ แทน แรงที่กระทำต่อวัตถุก้อนที่ 2 โดยวัตถุก้อนที่ 1 เป็นแรงปฏิกิริยาของ $\vec{F}_{12}$

แรงคู่กิริยา– ปฏิกิริยาที่กระทำระหว่างคนและโลก เมื่อคนยืนอยู่บนผิวโลก







โดย Action และ Reaction จะมีคุณสมบัติดังนี้

1) _____
2) _____
3) _____
4) _____
5) _____

Ex 1 เมื่อพนักงานหยุดรถอย่างกะทันหัน คนที่นั่งอยู่ในรถจะเซถลาไปข้างหน้านั้นเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใด

1. ข้อที่ 1
2. ข้อที่ 2
3. ข้อที่ 3
4. ข้อที่ 2 และ 3

Ex 2 เมื่อเราตกจากต้นไม้ลงมากระทบพื้นดิน จะรู้สึกเจ็บนั้น อาจอธิบายได้ด้วยกฎทางฟิสิกส์ข้อใด

1. กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน
2. กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน
3. กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน
4. กฎแรงดึงระหว่างมวลของนิวตัน

Ex 3 จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ และเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

ก. ชายคนหนึ่งพยายามดันวัตถุก้อนหนึ่ง ให้ขยับไปบนพื้นระดับ แต่วัตถุไม่ขยับ แสดงว่า มีแรงคู่ปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้ามกระทำ

ข. เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่ออนุภาค จะทำให้อัตราเร็วของอนุภาคเปลี่ยนไปเสมอ

ค. ในกรอบอ้างอิงใด ๆ วัตถุจะรักษาสภาพหยุดนิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ

1. ข้อ ก และ ข ถูก
2. ข้อ ข และ ค ถูก
3. ข้อ ค ถูก
4. ผิดทุกข้อ

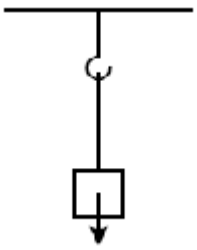
Ex 4 ในขณะที่มวลมีความเร่งนั้น ความเร็วจะเป็นอย่างไร

1. ต้องมีขนาดเพิ่มขึ้นและมีทิศทางเดียวกับความเร่ง
2. ต้องมีขนาดเพิ่มขึ้นแต่ไม่จำเป็นต้องมีทิศเดียวกับความเร่ง
3. ต้องมีทิศเดียวกับความเร่งแต่ไม่จำเป็นต้องมีขนาดเพิ่มขึ้น
4. ไม่จำเป็นต้องมีขนาดเพิ่มขึ้นและไม่จำเป็นต้องมีทิศเดียวกับความเร่ง

Ex 5 "แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา" ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ผลสรุปต่อไปนี้ข้อใดผิด

1. กระทำที่วัตถุคนละก้อนที่เกี่ยวข้องกัน
2. มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศตรงกันข้าม
3. เกิดขึ้นเมื่อวัตถุหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่โดยมีความเร่งก็ได้
4. เกิดขึ้นเมื่อวัตถุทั้งสองต้องสัมผัสกัน

Ex 6 แขวนวัตถุด้วยเชือกจากเพดาน แรงปฏิกิริยาตามกฎข้อที่ 3 ของนิวตันของแรงซึ่งเป็นน้ำหนักของวัตถุ คือแรงในข้อใด (Ent' 2532)



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

Ex 7 นักเรียนคนหนึ่งออกแรงผลักรถเข็นให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ข้อใดสรุปเกี่ยวกับขนาดของแรงที่รถเข็นกระทำกับนักเรียนถูกต้อง (PAT 2 ก.ค. 2553)

1. มากกว่าขนาดของแรงที่นักเรียนกระทำกับรถเข็นตลอดเวลา
2. เท่ากับขนาดของแรงที่นักเรียนกระทำกับรถเข็นตลอดเวลา
3. น้อยกว่าขนาดของแรงที่นักเรียนกระทำกับรถเข็นตลอดเวลา
4. มากกว่าขนาดของแรงที่นักเรียนกระทำกับรถเข็นเมื่อยังไม่เคลื่อนที่ แต่น้อยกว่าขนาดของแรงที่นักเรียนกระทำกับรถเข็นเมื่อเคลื่อนที่ไปแล้ว

Ex 8 เด็กชายคนหนึ่งยืนอยู่ในลิฟต์ที่กำลังเคลื่อนที่ขึ้น ขนาดของแรงที่พื้นลิฟต์กระทำต่อเท้าของเด็กชายคนนี้มีค่าเป็นอย่างไร (PAT 2 ต.ค. 2553)

1. เท่ากับขนาดของน้ำหนักของเด็กชาย
2. น้อยกว่าขนาดของน้ำหนักของเด็กชาย
3. มากกว่าขนาดของน้ำหนักของเด็กชาย
4. เท่ากับขนาดของแรงที่เท้าของเด็กชายคนนี้กระทำต่อพื้นลิฟต์

Ex 9 มวล m วางบนโต๊ะ โดย μ_k เป็นแรงที่โต๊ะกระทำต่อมวลนี้ ข้อใดบอกถึงแรงคู่ปฏิกิริยาของ $m\vec{g}$ และ $\vec{N}$

1. $m\vec{g}$ กระทำต่อโต๊ะ และ $\vec{N}$ กระทำต่อโลก
2. $-m\vec{g}$ กระทำต่อโต๊ะ และ $-\vec{N}$ กระทำต่อโต๊ะ
3. $-m\vec{g}$ กระทำต่อโลก และ $-\vec{N}$ กระทำต่อโลก
4. $-m\vec{g}$ กระทำต่อโลก และ $-\vec{N}$ กระทำต่อโต๊ะ

Ex 10 วัตถุชิ้นหนึ่งมวล 40 kg เดิมอยู่นิ่ง ต่อมามีแรงมากระทำกับวัตถุนี้ 4 วินาที เมื่อสิ้นวินาทีที่ 4 วัตถุมีความเร็ว 16 m/s จงหาขนาดของแรงลัพธ์ที่มากระทำ

_____

_____

_____

_____

Ex 11 รถยนต์คันหนึ่งมีมวล 2,000 kg วิ่งมาด้วยความเร็ว 40 m/s ถ้าต้องการให้รถคันนี้หยุดในระยะ 50 เมตร จะต้องใช้แรงต้านขนาดเท่าใดกระทำต่อรถคันนี้

_____

_____

_____

_____

Ex 12 กระสุนปืนมวล 50 กรัม เคลื่อนที่เข้ากระสอบทรายด้วยความเร็ว 100 m/s โดยมีแรงต้าน 200 N คงที่ จงหาความหนาของกระสอบทรายที่จะต้านระสุนให้หยุดได้

_____

_____

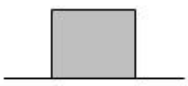
_____

_____

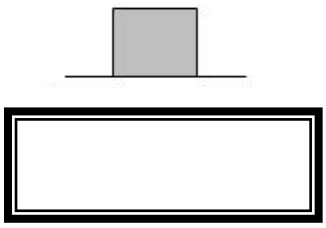
ลักษณะของแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา และแรงกระทำต่อวัตถุ

1. วัตถุวางบนพื้นราบ

แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา

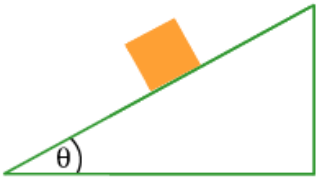


แรงกระทำต่อวัตถุ

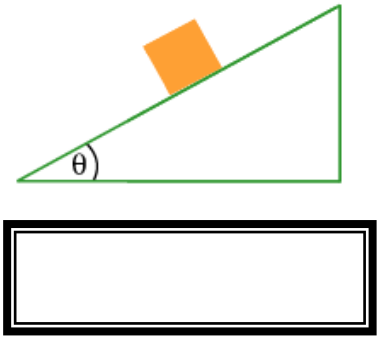


2. วัตถุวางบนพื้นเอียง

แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา



แรงกระทำต่อวัตถุ



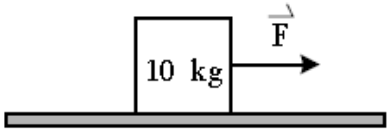
สรุปกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ตามสมการคณิตศาสตร์

กฎข้อที่ 1 ถ้า ..... แล้ววัตถุจะหยุดนิ่ง (.....) หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (.....) นั้นคือ .....

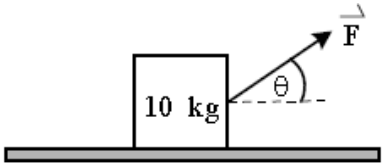
กฎข้อที่ 2 ถ้า ..... จะได้ ..... โดยที่ทิศทางของ ..... จะมีทิศเดียวกับ .....

กฎข้อที่ 3 ถ้ามี F ..... ต้องมี F ..... หรือ ..... = ...

Ex 13 จงหาขนาดและทิศทางของแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อวัตถุ



Ex 14 จงหาขนาดและทิศทางของแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อวัตถุ เมื่อแรง $F = 100\ N$ และทำมุม $\theta = 37^\circ$



Ex 15 รถบรรทุกมวล 5,000 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบในแนวเส้นตรงด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ถ้าต้องการให้รถนี้หยุดสนิทใน 50 เมตร จะต้องใช้แรงต้านขนาดเท่าใด (มีนา' 47)

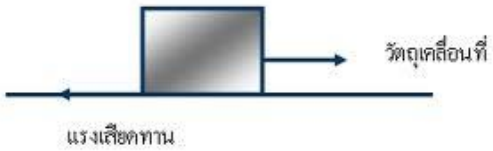
1. 5,000 นิวตัน
2. 10,000 นิวตัน
3. 20,000 นิวตัน
4. 40,000 นิวตัน

Ex 16 รถเข็นมวล 100 กิโลกรัม เดิมอยู่นิ่ง ถูกแรงในแนวระดับขนาด 50 นิวตัน ผลักให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบ ถ้าแรงเสียดทานที่กระทำต่อรถทั้งหมดเท่ากับ 30 นิวตัน ถามว่า ถ้าแรงกระทำเป็นเวลา 12 วินาที จะทำให้รถเข็นมีความเร็วเท่าใด (A-Net' 49)

1. 2.4 เมตร/วินาที
2. 7.2 เมตร/วินาที
3. 9.6 เมตร/วินาที
4. 14.4 เมตร/วินาที

แรงเสียดทาน (Frictional Force : f)

แรงเสียดทาน คือ แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุที่มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ หรือมีทิศตรงข้ามกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ ใช้สัญลักษณ์ f เราจะพบว่า แรงเสียดทานเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงปฏิกิริยาตั้งฉาก (N) ของวัตถุคู่สัมผัส โดยเป็นไปตามสูตร



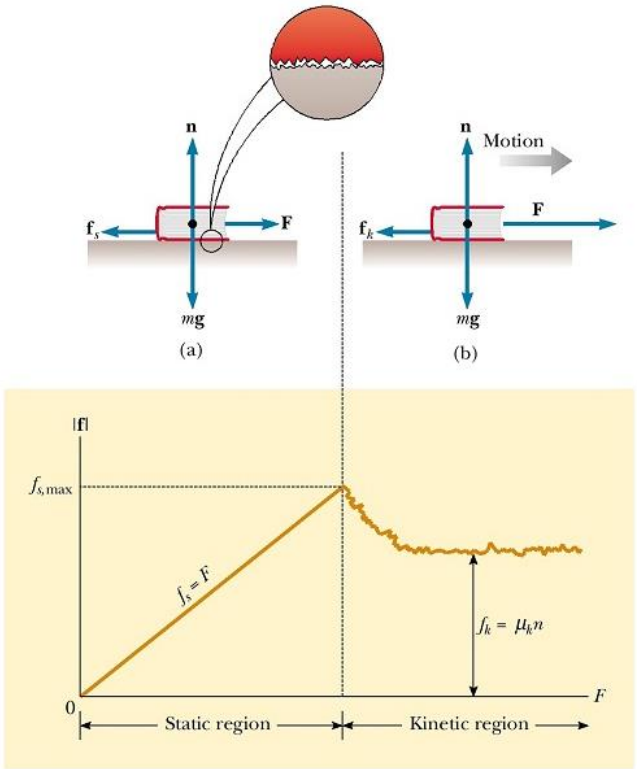
แรงเสียดทานมี 2 ประเภท คือ

1. แรงเสียดทานสถิต (Static friction force : f_s) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุไม่มีการเคลื่อนที่ หรือเริ่มเคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตมีค่าไม่แน่นอน โดยมีค่าตั้งแต่ศูนย์จนกระทั่งค่ามากที่สุด

โดย

2 แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic friction force : f_k) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ แรงเสียดทานจลน์มีค่าแน่นอน

โดย

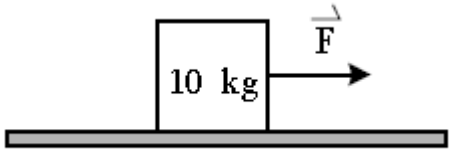


ลักษณะของแรงเสียดทาน

1. ไม่ขึ้นกับจำนวนพื้นที่ผิวสัมผัส
2. ไม่ขึ้นกับความเร็วที่วัตถุเคลื่อนที่ และมีทิศตรงข้ามการเคลื่อนที่ของวัตถุ
3. ขึ้นอยู่กับแรงที่วัตถุกดพื้นในแนวตั้งฉาก หรือแรงปฏิกิริยาของ พื้นในแนวตั้งฉาก
4. ขึ้นกับพื้นผิวสัมผัส เช่น ขรุขระ หรือเรียบ
5. สำหรับผิวสัมผัสคู่หนึ่ง μ_s มีค่ามากกว่า μ_k

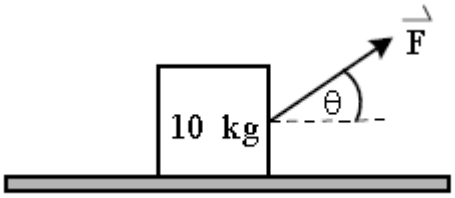
Ex 17 จงหาแรงเสียดทานสถิตสูงสุด และแรงเสียดทานจลน์ที่พื้นกระทำต่อวัตถุ

(กำหนด $\mu_s = 0.5$, $\mu_k = 0.2$)



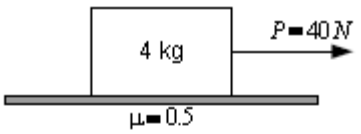
Ex 18 จงหาแรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อวัตถุ เมื่อแรง $F = 100$ N และทำมุม $\theta = 30^\circ$

(กำหนด $\mu_s = 0.5$, $\mu_k = 0.2$)

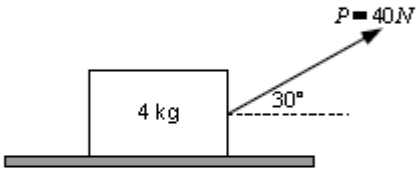


Ex 19 จงหาความเร่งของวัตถุในแต่ละรูป

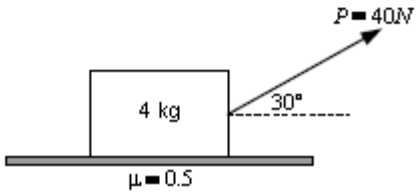
1.



2.



3.



Ex 20 ชายคนหนึ่งลากกระเป๋ามวล 5 กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นราบที่ไม่มีความฝืดด้วยแรง 40 นิวตัน โดยแรงนี้ทำมุม 30฿ กับแนวราบ กระเป๋าจะเคลื่อนไปตามพื้นราบด้วยความเร่งเท่าใด (Ent' 31)

1. 0.50 m/s^2
2. 0.48 m/s^2
3. 4.00 m/s^2
4. 6.93 m/s^2

Ex 21 ชายสองคนต้องการขนย้ายวัตถุขนาดใหญ่จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง โดยชายคนแรกดึง 32 นิวตัน ทำมุม 60฿ กับแนวระดับ ส่วนชายคนที่สองออกแรงผลัก 20 นิวตัน อีกด้านหนึ่งของวัตถุในแนวระดับ โดยพื้นมีแรงเสียดทานกระทำต่อวัตถุขนาด 5 นิวตัน และวัตถุมีความเร่ง 0.5 เมตร/วินาที^{2} มวลของวัตถุก้อนนี้มีค่ากี่กิโลกรัม (PAT 2 ก.ค. 53)

หลักการแก้ปัญหาโจทย์

การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันเพื่อแก้ปัญหาโจทย์ มีหลักทั่ว ๆ ไปดังนี้

ขั้นที่ 1 ใส่แรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุที่เราสนใจให้ครบ แรงพวกนี้ ได้แก่ น้ำหนัก, แรงเสียดทาน, แรงตึงเชือก, แรงปฏิกิริยาตั้งฉาก และแรงที่เรากระทำโดยตรง

ขั้นที่ 2 แตกแรงให้อยู่ในแนวความเร่งกับแนวตั้งฉากกับความเร่ง (แรงใดอยู่ในสองแนวนี้อยู่แล้วไม่ต้องแตก)

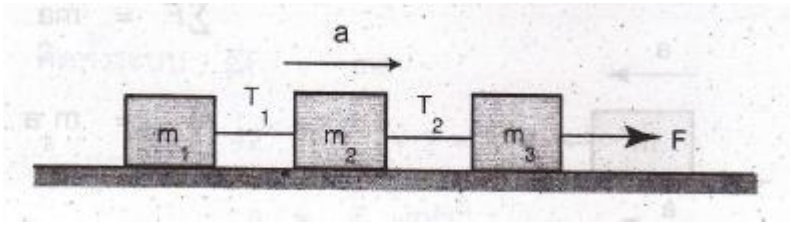
ขั้นที่ 3 เข้าสมการ

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

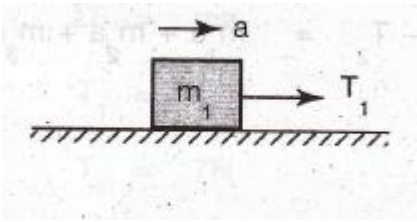
From 1 พื้นไม่มีแรงเสียดทาน

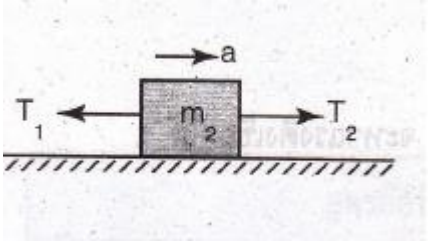
เทคนิคนิวตัน 1 ดึงตามแนวราบไม่คิดน้ำหนัก พื้นลื่น (ไม่คิดแรงเสียดทาน)

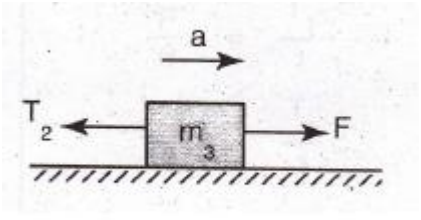
ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ



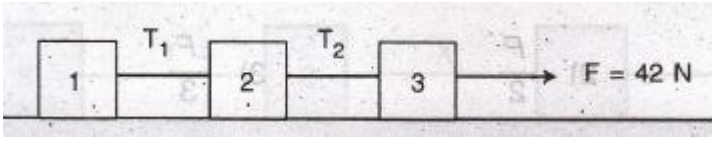
ขั้นที่ 2 พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุแต่ละก้อน เพื่อหา T_1 และ T_2

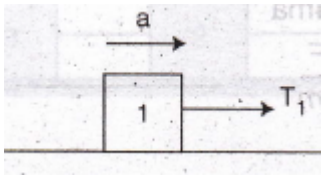


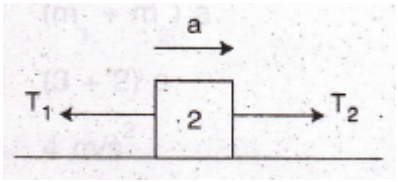




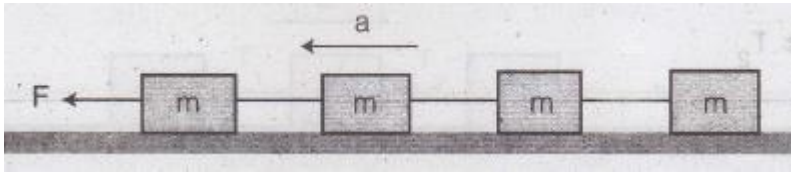
Ex 1 แรงตึงเชือก F ขนาด 42 นิวตัน กระทำต่อวัตถุมวล 1, 2 และ 3 กิโลกรัม โดยรถทั้งสามต่อกันด้วยเชือกสองเส้น ถ้าพื้นไม่มีแรงเสียดทาน จงหาแรงตึงเชือก T_1 และ T_2







Ex 2 จากรูป จงหาค่าความตึง T ในเชือกเส้นขวาสุด (Ent)



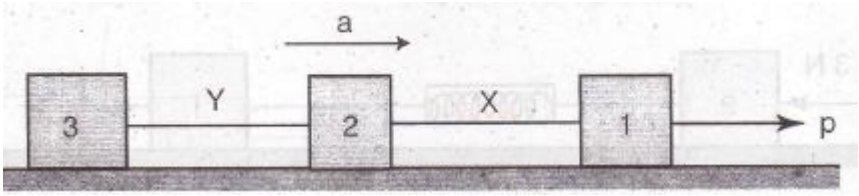
ก. F

ข. $\frac{F}{2}$

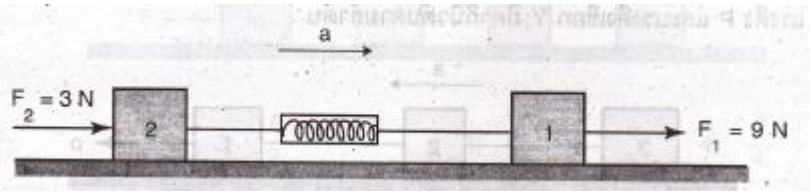
ค. $\frac{F}{3}$

ง. $\frac{F}{4}$

Ex 3 ใช้แรง P ดึงรถทดลองสามคันที่มีมวล 1, 2 และ 3 กิโลกรัม โดยรถทั้งสามต่อกันด้วยเชือก X และ Y ดังรูป (ถือว่าไม่มีแรงเสียดทานระหว่างรถกับพื้น) ถ้าเส้นเชือก X มีความตึง 20 นิวตัน แรงตึง P และแรงดึงเชือก Y มีค่ากี่นิวตันตามลำดับ (Ent)

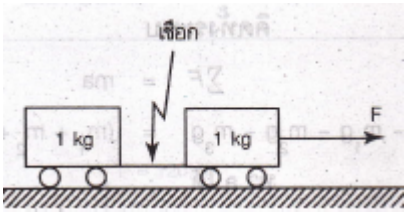


Ex 4 จากรูป ถ้ามวล 1 กิโลกรัมและ 2 กิโลกรัม อยู่บนพื้นราบผิวเกลี้ยงและไม่คิดมวลของเครื่องชั่งสปริงและเชือก ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเป็นเท่าไร (Ent)

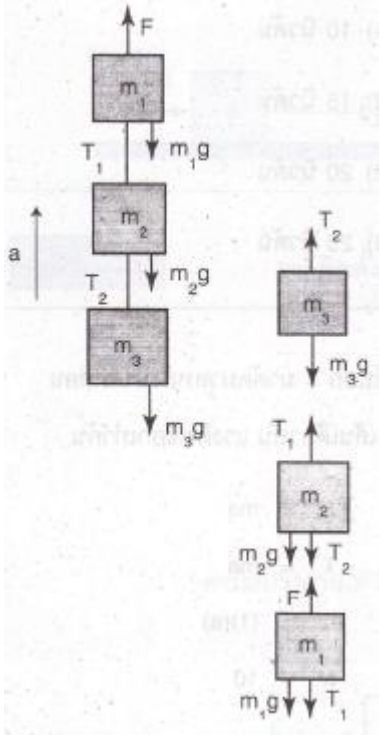


Ex 5 รถ 2 คัน ผูกติดกันด้วยเชือกที่รับแรงได้สูงสุด 10 นิวตัน โดยไม่ขาด รถแต่ละคันมีมวล 1 กิโลกรัม ค่าสูงสุดของแรง F ที่จะดึงให้รถทั้งสองคันเคลื่อนที่ไปด้วยกันโดยเชือกไม่ขาดมีค่าเท่ากับเท่าไร (พื้นฐานวิศวะ)

ก. 10 นิวตัน
ข. 15 นิวตัน
ค. 20 นิวตัน
ง. 25 นิวตัน



เทคนิคนิวตัน 2 ดึงตามแนวดิ่งคิดน้ำหนัก



ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ

ขั้นที่ 2 พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุแต่ละก้อน เพื่อหา T_1 และ T_2

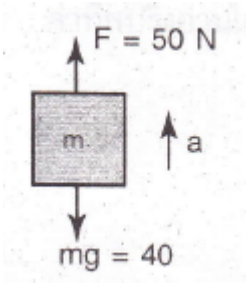
Ex 6 เชือกเส้นหนึ่งทนแรงดึงได้สูงสุด 50 นิวตัน ผูกไว้กับมวล 4 กิโลกรัม จะดึงมวลขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร่งมากที่สุดเท่าใดเชือกจึงไม่ขาด (Ent)

ก. 2.5 m/s^2

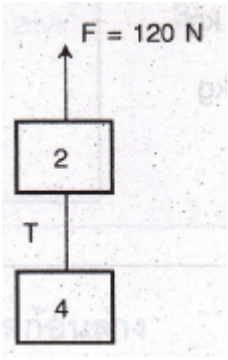
ข. 10 m/s^2

ค. 12.5 m/s^2

ง. 22.5 m/s^2



Ex 7 นิดาออกแรงดึงมวล 2 ก้อนขึ้นตามแนวดิ่งด้วยแรง 120 นิวตัน ถ้ามวลก้อนบนมีค่า 2 กิโลกรัม มวลก้อนล่างมีค่า 4 กิโลกรัม จงหาแรงตึงเชือกระหว่างมวลก้อนบนและก้อนล่าง



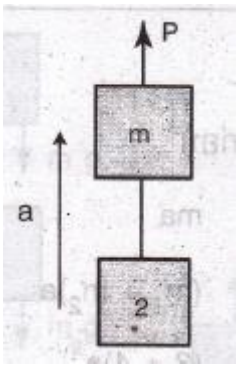
Ex 8 จากรูป วัตถุมวล m ผูกติดกับวัตถุมวล 2 กิโลกรัม เชือกเส้นล่างขณะที่วัตถุทั้งสองถูกดึงจากเชือกเส้นบนด้วยความเร่ง a เมตร/วินาที^{2} ขนาดแรงดึงเชือกเส้นล่าง (T) มีค่า 28 นิวตัน ถ้าในขณะนั้นขนาดแรงดึงของเชือกเส้นบน (P) มีค่า 98 นิวตัน m มีค่าเท่าใด (Ent)

ก. 4.0 กิโลกรัม

ข. 5.0 กิโลกรัม

ค. 6.0 กิโลกรัม

ง. 10 กิโลกรัม



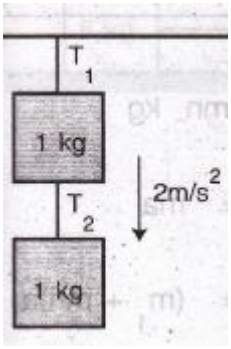
Ex 9 มวล 2 ก้อน มีมวลก้อนละ 1 กิโลกรัม ผูกติดเชือกน้ำหนักเบาและแขวนติดกับเพดานของลิฟต์ดังรูป ถ้าลิฟต์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} จงหาแรงตึงเชือก T_1 และ T_2 (Ent)

ก. $T_1 = 16$ นิวตัน , $T_2 = 8$ นิวตัน

ข. $T_1 = 20$ นิวตัน , $T_2 = 10$ นิวตัน

ค. $T_1 = T_2 = 20$ นิวตัน

ง. $T_1 = 24$ นิวตัน , $T_2 = 12$ นิวตัน



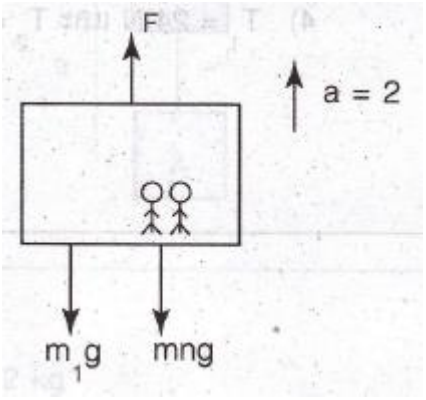
Ex 10 ลิฟต์มวล 200 กิโลกรัม เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} และเชือกที่แขวนลิฟต์ทนแรงดึงได้สูงสุด 7,000 นิวตัน ลิฟต์จะบรรจุคนได้มากที่สุดกี่คน กำหนดให้คนหนึ่งคนมีมวลเฉลี่ย 50 กิโลกรัม และ g = 10 เมตร/วินาที^{2} (พื้นฐานวิศวะ)

ก. 7 คน

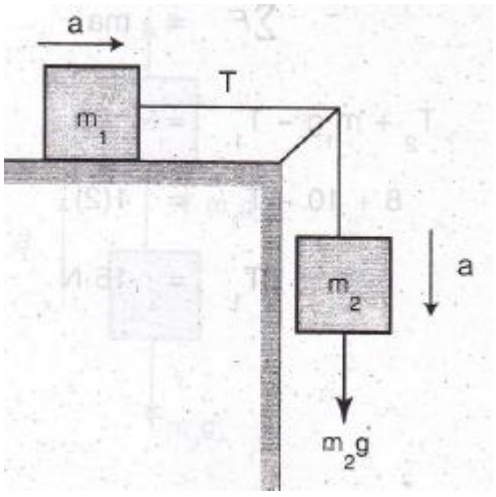
ข. 8 คน

ค. 10 คน

ง. 14 คน



เทคนิคนิวตัน 3 ดึงแนวราบ + ดึงแนวดิ่ง

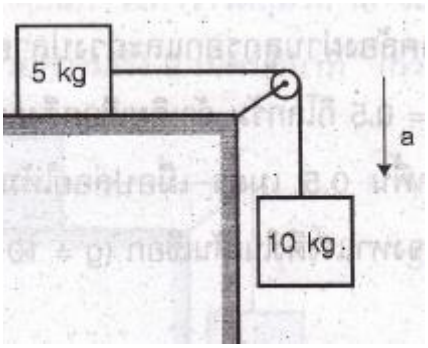


ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ

ขั้นที่ 2 หาแรงตึงเชือก T (คิดข้างบน)

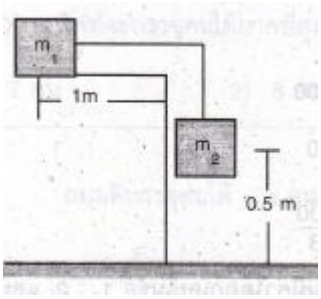
Ex 11 พิจารณาระบบดังในรูป กำหนดให้เชือกไม่มีมวลและพื้นไม่มีความเสียดทาน แรงดึงในเชือก T จะมีค่ากี่นิวตัน (รับตรง ม.ขอนแก่น)

ก. 100 นิวตัน
ข. 50 นิวตัน
ค. $\frac{100}{3}$ นิวตัน
ง. ไม่มีข้อถูก



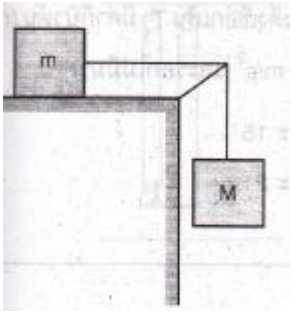
Ex 12 มวล $m_1 = 2.0$ กิโลกรัม วางอยู่บนโต๊ะแนวระดับที่ไม่มีความฝืดห่างจากขอบโต๊ะ 1.00 เมตร ผูกมวล m_1 ด้วยเชือกคล้องผ่านลูกรอกและถ่วงปลายเชือกด้วยมวล $m_2 = 0.5$ กิโลกรัม ถ้าเดิมเชือกตึงและมวล m_2 อยู่สูงจากพื้น 0.5 เมตร เมื่อปล่อยให้มวลทั้งสองเคลื่อนที่ จงหาแรงดึงในเส้นเชือก ($g = 10$ เมตร/วินาที^{2}) (Ent)

ก. 1.0 นิวตัน
ข. 4.0 นิวตัน
ค. 5.0 นิวตัน
ง. 15.0 นิวตัน



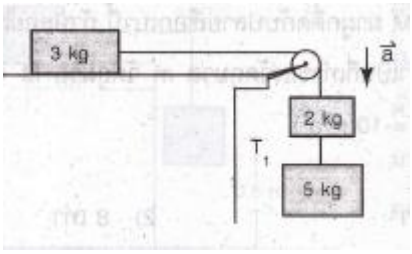
Ex 13 จากรูป วัตถุมวล m วางอยู่บนโต๊ะที่ไม่มีความเสียดทาน ผูกเชือกเบากับวัตถุมวล m แล้วคล้องผ่านรอกที่ไม่มีความฝืดแล้วนำวัตถุมวล M มาผูกติดกับปลายเชือกเบานี้ ถ้าปล่อยให้ m และ M เคลื่อนที่ จงหาว่าวัตถุมวล M จะต้องมีค่าเป็นกี่เท่าของวัตถุมวล m วัตถุมวล M จึงจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 9 เมตร/วินาที^{2} ($g = 10$ เมตร/วินาที^{2}) (Ent)

ก. 3 เท่า
ข. 8 เท่า
ค. 9 เท่า
ง. 10 เท่า



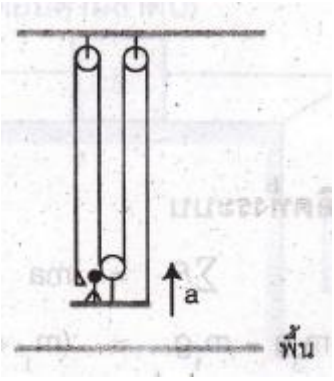
Ex 14 มวล 2, 3 และ 5 กิโลกรัม ผูกต่อกันด้วยเชือกสองเส้น โดยมวล 3 กิโลกรัม อยู่บนโต๊ะผิวเกลี้ยงในแนวราบ ส่วนมวล 2 และ 5 กิโลกรัม อยู่ในแนวดิ่ง เมื่อปล่อยให้มีการเคลื่อนที่ ขนาดของความเร่งเป็นกี่ m/s^2 และแรงดึงเชือก T_1 มีค่ากี่นิวตัน ($g = 10$ เมตร/วินาที^{2} และรอกไม่มีมวล) (โควตา มอ.)

ก. 7 และ 21
ข. 7 และ 15
ค. 4 และ 30
ง. 4 และ 21
จ. 4 และ 15

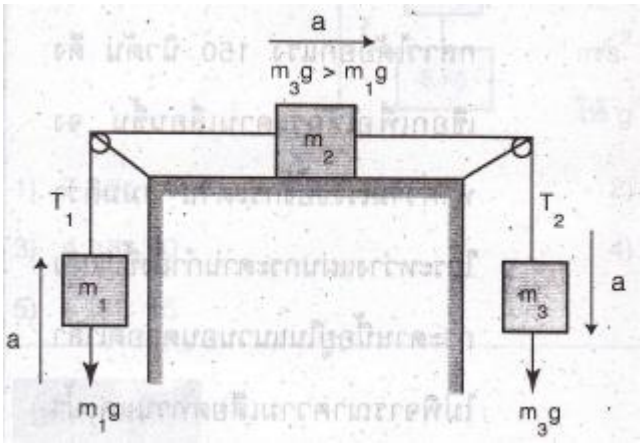


Ex 15 เด็กคนหนึ่งนั่งอยู่บนแผ่นกระดานซึ่งแขวนอยู่กับขบวนรอกดังรูป มวลของแผ่นกระดานและเด็กคนนี้ชั่งรวมกันได้เท่ากับ 30 กิโลกรัม ถ้าเด็กคนดังกล่าวได้ออกแรง 150 นิวตัน ดึงเชือกเพื่อให้กระดานเลื่อนขึ้น จงหาความเร่งของกระดาน สมมติว่าในระหว่างแผ่นกระดานกำลังขึ้น แผ่นกระดานนี้อยู่ในแนวนอนตลอดเวลา ไม่พิจารณาความเสียดทานและน้ำหนักของรอก (พื้นฐานวิศวะ)

ก. 0 m/s^2
ข. 10 m/s^2
ค. 20 m/s^2
ง. เด็กคนนี้ไม่สามารถดึงแผ่นกระดานขึ้นได้

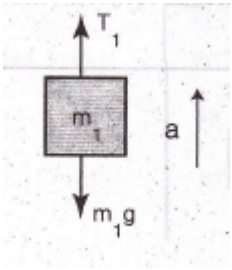


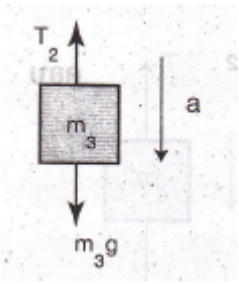
เทคนิคนิวตัน 4 ดึงแนวราบ + ดึงแนวดิ่ง 2 ข้าง



ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ

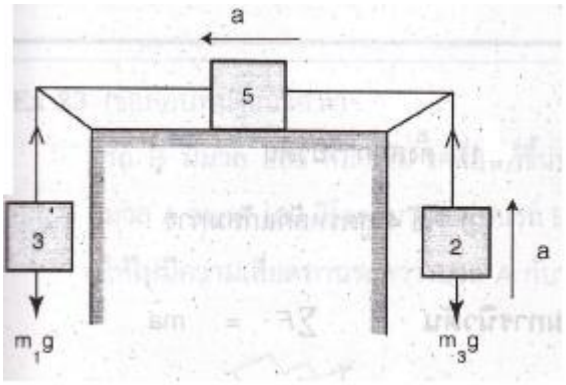
ขั้นที่ 2 หาแรงตึงเชือก T_1 และ T_2 (คิดทีละก้อน)





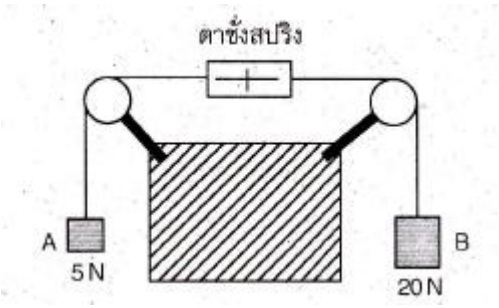
Ex 16 วัตถุมวล 5 กิโลกรัม วางอยู่บนโต๊ะที่ไม่มีความเสียดทาน ปลายทั้งสองข้างผูกเชือกเบาแล้วคล้องผ่านรอกที่ไม่มีความฝืด นำวัตถุมวล 3 กิโลกรัม และ 2 กิโลกรัม ผูกติดกับปลายเชือกทั้งสองด้าน ดังรูป เมื่อปล่อยให้มวลทั้งหมดเคลื่อนที่แรงที่เชือกดึงมวล 3 กิโลกรัม และ 2 กิโลกรัม เป็นเท่าใด (ตอบตามลำดับ) (Ent)

ก. 30 นิวตัน และ 20 นิวตัน
ข. 27 นิวตัน และ 22 นิวตัน
ค. 25 นิวตัน และ 20 นิวตัน
ง. 20 นิวตัน และ 15 นิวตัน

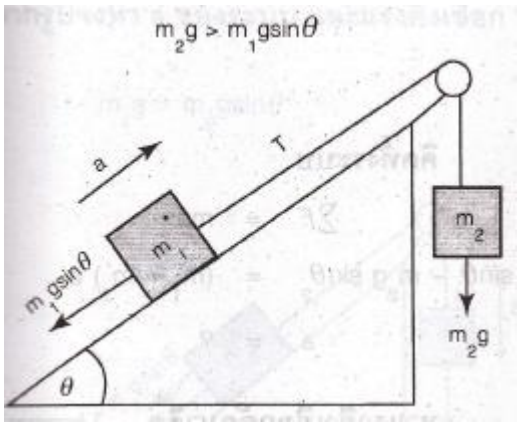


Ex 17 จากรูปที่กำหนดให้ ระบบเริ่มต้นจากสภาวะหยุดนิ่ง เมื่อเวลาผ่านไป 1.5 วินาที ความเร็วของวัตถุ B จะเป็นเท่าไร เมื่อไม่คิดน้ำหนักของรอกและตาชั่งสปริง (พื้นฐานวิศวะ)

ก. 0.6 m/s
ข. 0.9 m/s
ค. 6.0 m/s
ง. 9.0 m/s



เทคนิคนิวตัน 5 ดึงพื้นเอียง + แนวดิ่ง



ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ (ไม่คิดเชือก)

ขั้นที่ 2 หาแรงตึงเชือก T

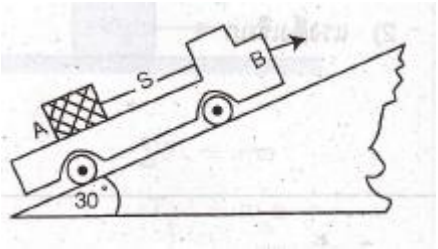
Ex 18 รถ B มีมวล 200 กิโลกรัม เคลื่อนที่ขึ้นพื้นเอียงด้วยความเร่ง 2 g เมตร/วินาที^{2} มวล A ขนาด 100 กิโลกรัม วางอยู่บนรถ B และถูกยึดไว้ด้วยเชือก S ดังรูป กำหนดให้ไม่มีความเสียดทานระหว่างมวล A และ B จงหาว่าแรงดึงในเชือกมีค่าเท่าใด (พื้นฐานวิศวะ)

ก. 200 g นิวตัน

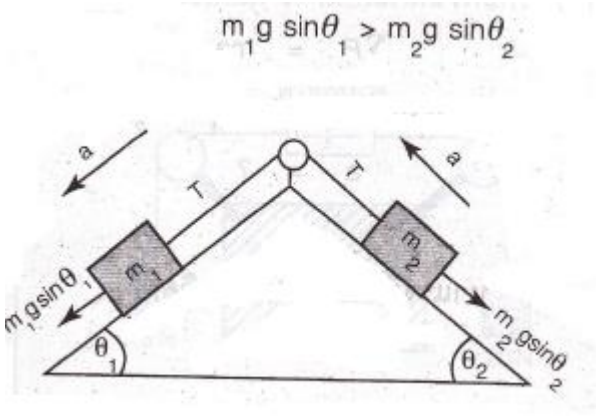
ข. 250 g นิวตัน

ค. 400 g นิวตัน

ง. 600 g นิวตัน



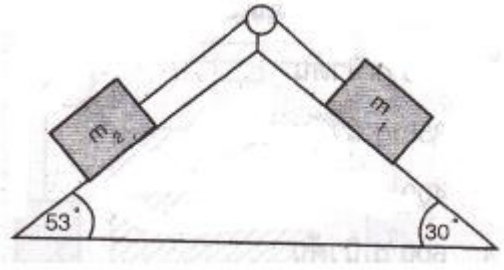
เทคนิคนิวตัน 6 ดึงพื้นเอียง 2 ข้าง คิดน้ำหนัก



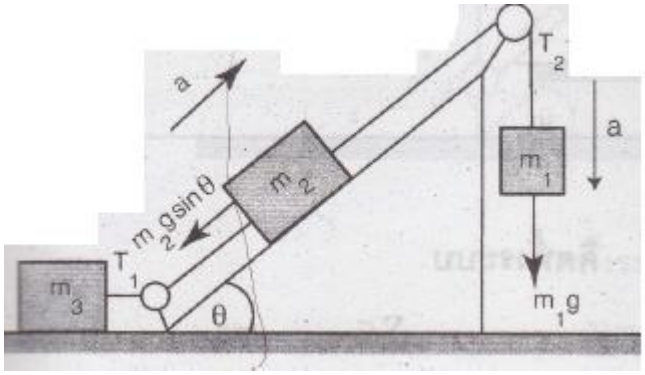
ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ

ขั้นที่ 2 หาแรงตึงเชือก T

Ex 19 จากรูปมวล $m_1 = 10$ กิโลกรัม และมวล $m_2 = 5$ กิโลกรัม ถ้าปิเตอร์ปล่อยจากหยุดนิ่ง (พื้นลื่น) ($g = 10$ เมตร/วินาที^{2}) จงหา ความเร่งของระบบและแรงตึงเชือก

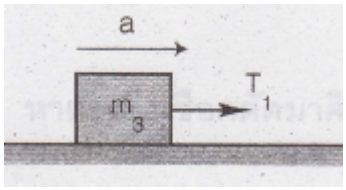


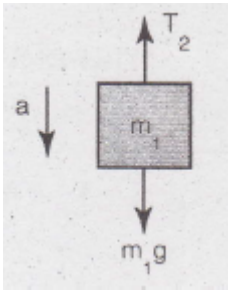
เทคนิคนิวตัน 7 ดึงแนวราบ + พื้นเอียง + แนวดิ่ง แบบที่ 1



ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ

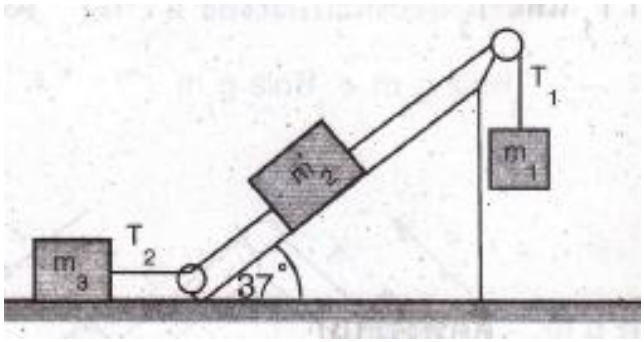
ขั้นที่ 2 หาแรงตึงเชือก T (ตัดมาคิด)





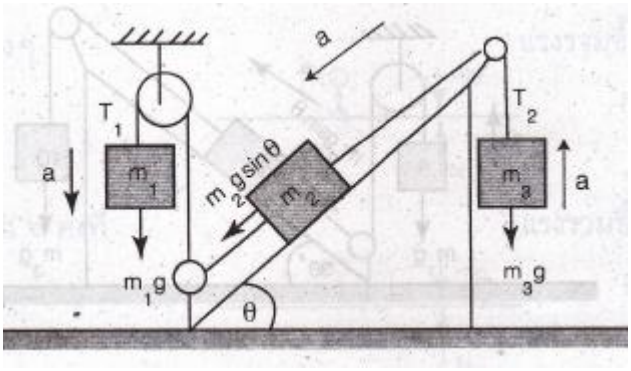
Ex 20 จากรูปทุกผิวสัมผัสลื่น วัตถุมวล m_1 , m_2 , m_3 มีมวล 10 , 6 และ 4 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเคลื่อนที่จากหยุดนิ่ง ($g = 10$ เมตร/วินาที^{2}) จงหา

1) ความเร่งของระบบ
2) แรงตึงเชือก T_1
3) แรงตึงเชือก T_2

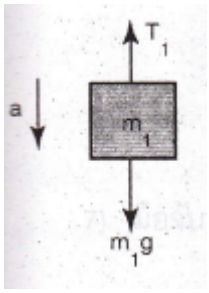


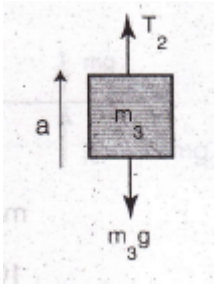
เทคนิคนิวตัน 8 ดึงบนพื้นเอียง + แนวดิ่ง + แนวราบ แบบที่ 2

ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ



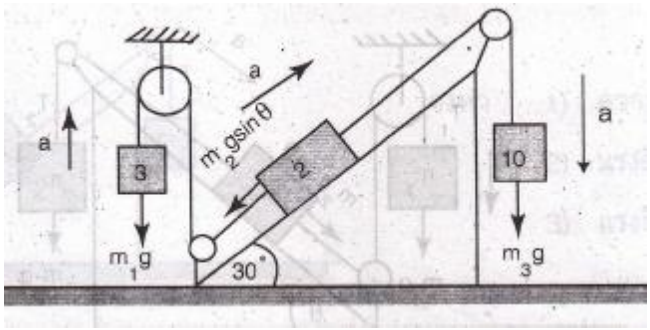
ขั้นที่ 2 หาแรงตึงเชือก T (ตัดมาคิด)





Ex 21 จากรูปวัตถุมวล 3 , 2 และ 10 กิโลกรัม ถูกปล่อยจากหยุดนิ่ง จงหา

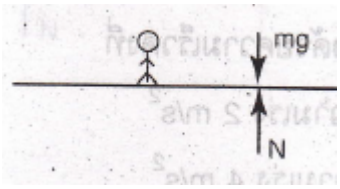
1) ความเร่งของระบบ
2) แรงตึงเชือก



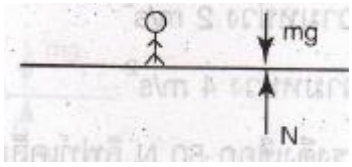
เทคนิคนิวตัน 9 ชั่งน้ำหนักในลิฟต์

ค่าที่ตาชั่งอ่านได้คือค่าของ N

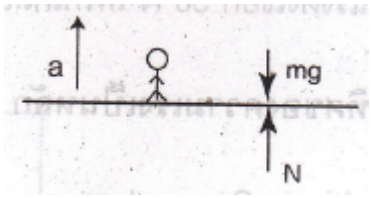
1) ลิฟต์อยู่นิ่ง ๆ



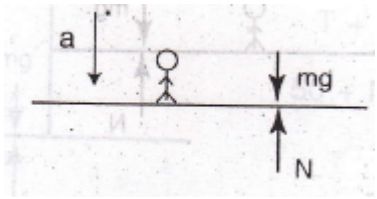
2) ลิฟต์ขึ้น/ลง ด้วย V คงที่



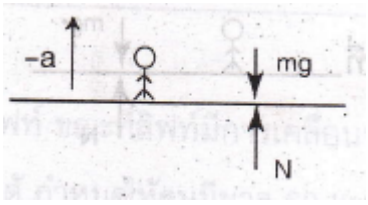
3) ลิฟต์ขึ้นด้วย a



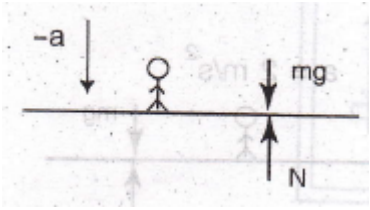
4) ลิฟต์ลงด้วย a



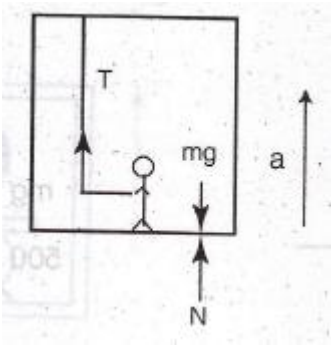
5) ลิฟต์ขึ้นด้วยความหน่วง -a



6) ลิฟต์ขึลงด้วยความหน่วง -a

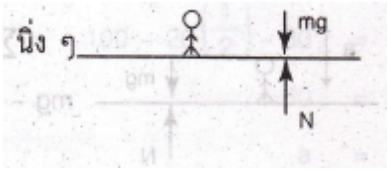


7) มือจับเชือกขึ้นด้วยความเร่ง a

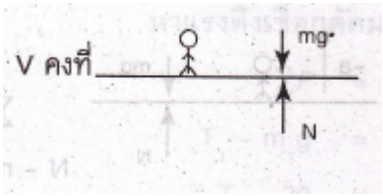


Ex 22 เอมีมวล 50 กิโลกรัม ขึ้นไปชั่งน้ำหนักบนลิฟต์ในศูนย์การค้าแห่งหนึ่ง จงหาค่าที่ตาชั่งอ่านได้ ($g = 10$ เมตร/วินาที^{2})

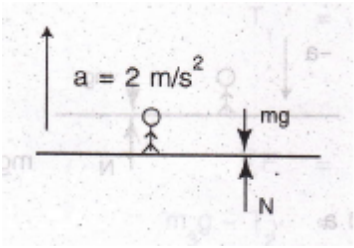
ก. ลิฟต์อยู่นิ่ง ๆ



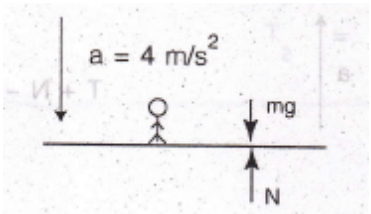
ข. ลิฟต์ขึ้นหรือลงด้วยความเร็วคงที่



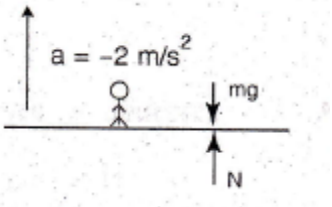
ค. ลิฟต์ขึ้นด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2}



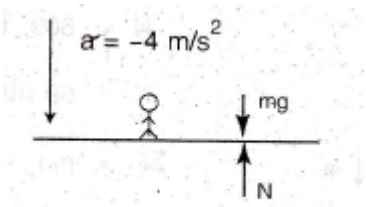
ง. ลิฟต์ลงด้วยความเร่ง 4 เมตร/วินาที^{2}



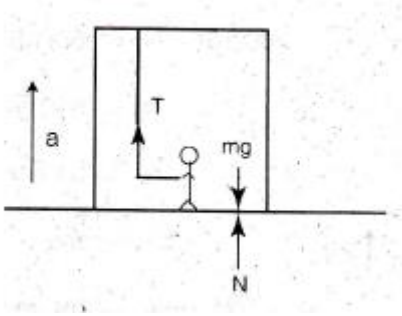
จ. ลิฟต์ขึ้นด้วยความหน่วง 2 เมตร/วินาที^{2}



ฉ. ลิฟต์ลงด้วยความหน่วง 4 เมตร/วินาที^{2}

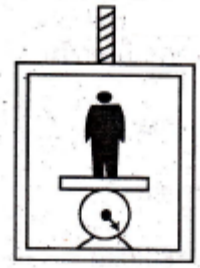


ช. มือจับเชือกมีแรงตึงเชือก 50 นิวตัน ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2}

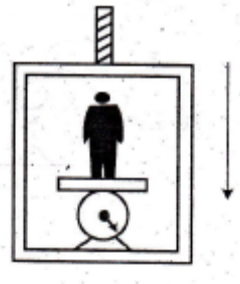


Ex 23 นายจิรเดชยืนบนตาชั่งที่วางในลิฟต์ ขณะที่ลิฟต์มีการเคลื่อนที่เป็น 4 กรณี ดังรูป จงหาค่าที่ตาชั่งอ่านได้ กำหนดให้คนมีมวล 60 กิโลกรัม

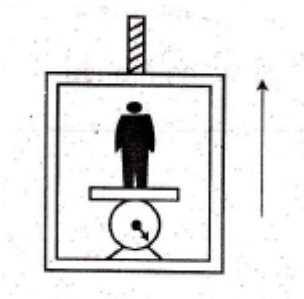
A. หยุดนิ่งตาชั่งอ่านค่าได้ 60 กิโลกรัม



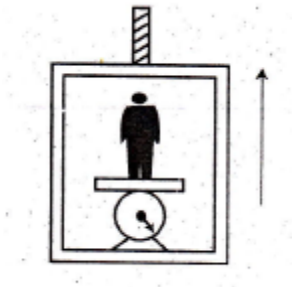
B. เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งคงที่ 1.5 เมตร/วินาที^{2}



C. เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความหน่วงคงที่ 1.5 เมตร/วินาที^{2}



D. เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่งคงที่ 0.5 เมตร/วินาที^{2}

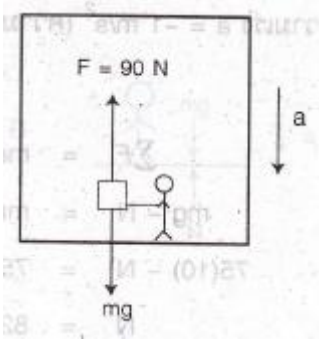


Ex 24 ชายคนหนึ่งมวล 75 กิโลกรัม อยู่ในลิฟต์ กดปุ่มให้ลิฟต์เริ่มลงด้วยความเร่งจนมีความเร็วคงที่ แล้วเริ่มลดอัตราเร็วลงด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที^{2} เพื่อจะหยุดแรงที่ลิฟต์กระทำต่อชายคนนี้ขณะที่ลิฟต์กำลังจะหยุดเป็นกี่นิวตัน (Ent)

Ex 25 ชายคนหนึ่งมีมวล 50 กิโลกรัม ยืนอยู่บนตาชั่งในลิฟต์ เขาพบว่าเมื่อลิฟต์กำลังเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่งค่าหนึ่ง ตาชั่งชี้น้ำหนัก 600 นิวตัน และเขาพบว่าเมื่อลิฟต์นี้กำลังเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งที่มีขนาด เท่าเดิม (ขนาดเท่ากับเมื่อตอนนั่งขึ้น) ตาชั่งชี้น้ำหนัก 400 นิวตัน อยากทราบว่า อัตราเร่งทั้งขาขึ้นและลงนั้นมีขนาดเท่ากับเท่าไร (Ent)

Ex 26 นาย ก. หนัก 70 กิโลกรัม ถือกระเป๋าหนัก 10 กิโลกรัม ยืนอยู่ในลิฟต์ที่กำลังเคลื่อนที่ลง ถ้าแรงที่เขาใช้ในการถือกระเป๋ามีค่า 90 นิวตัน จงหาค่าอัตราเร่งของลิฟต์มีค่ากี่เมตรต่อวินาที (โควตา มช.)

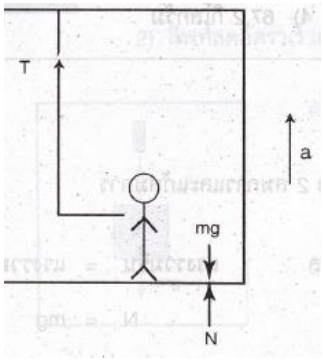
ก. 0.2 เมตรต่อวินาที
ข. 0.8 เมตรต่อวินาที
ค. 8.0 เมตรต่อวินาที
ง. 8.7 เมตรต่อวินาที



Ex 27 ลิฟต์และน้ำหนักบรรทุกรวมกันมีมวล 800 กิโลกรัม เคลื่อนที่ลงด้วยความเร็ว 6 เมตรต่อวินาที ถ้าทำให้ลิฟต์หยุดภายในระยะทาง 15 เมตร ด้วยความเร่ง (ความหน่วง) คงที่ จงหาความตึงในสายเคเบิลเป็นกี่นิวตัน (โควตา มข.)

ก. 7,040.0 นิวตัน
ข. 8,960.0 นิวตัน
ค. 160.0 นิวตัน
ง. 1,760.0 นิวตัน

Ex 28 นักเรียนคนหนึ่งมีมวล 50 กิโลกรัม ยืนอยู่บนตาชั่งในลิฟต์ที่กำลังเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที^{2} ในขณะเดียวกันมือของเขาก็ดึงเชือกที่แขวนอยู่กับเพดานลิฟต์ ถ้าเชือกมีความตึง 150 นิวตัน เข็มของตาชั่งจะชี้ที่กี่กิโลกรัม (โควตา มข.)

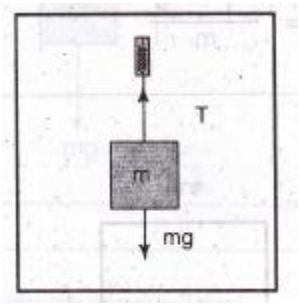


Ex 29 ชายคนหนึ่งมวล 50 กิโลกรัม ยืนอยู่บนตาชั่งในลิฟต์ที่กำลังวิ่งขึ้นด้วยอัตราเร่งขนาดหนึ่งนั้น ตาชั่งชี้น้ำหนัก 600 นิวตัน และพบว่า เมื่อลิฟต์นั้นวิ่งลงด้วยอัตราเร่งที่มีขนาดเท่าเดิม (เท่ากับเมื่อตอนวิ่งขึ้น) ตาชั่งจะชี้น้ำหนัก 400 นิวตัน จงหาว่าอัตราเร่งทั้งตอนขึ้นและตอนลงนั้นมีขนาดเป็นเท่าไร (Ent)

Ex 30 นายแดงยืนอยู่บนตาชั่งสปริงในลิฟต์ ถ้าลิฟต์อยู่นิ่ง ๆ นายแดงอ่านน้ำหนักตัวจากตาชั่งสปริงได้ 560 นิวตัน ถ้าลิฟต์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} นายแดงจะอ่านน้ำหนักตัวจากตาชั่งสปริงได้เท่าไร (Ent)

ก. 40 กิโลกรัม
ข. 44.8 กิโลกรัม
ค. 50 กิโลกรัม
ง. 67.2 กิโลกรัม

Ex 31 วัตถุก้อนหนึ่งมีมวล 0.5 กิโลกรัม ห้อยแขวนไว้กับเครื่องชั่งสปริงซึ่งอยู่ในลิฟต์ ลิฟต์เริ่มเคลื่อนจากหยุดนิ่งขึ้นด้วยความเร่ง 0.4 เมตร/วินาที^{2} จนมีความเร็วคงที่ 0.6 เมตร/วินาที แล้วลดอัตราเร็วลงจนหยุดนิ่งด้วยขนาดของความเร่ง 0.4 เมตร/วินาที^{2} ในระหว่างที่ลิฟต์ลดอัตราเร็วลงนั้นเครื่องชั่งสปริงอ่านได้เท่าใดในหน่วยนิวตัน (Ent)



Ex 32 ชายคนหนึ่งมีมวล 75 กิโลกรัม อยู่ในลิฟต์กดปุ่มให้ลิฟต์ลง ลิฟต์เริ่มลงด้วยอัตราความเร่งจนมีความเร็วคงที่แล้วเริ่มลดอัตราเร็วลงด้วยขนาดของความเร่ง 1 เมตร/วินาที^{2} เพื่อจะหยุดแรงที่ลิฟต์กระทำต่อชายคนนี้ขณะที่ลิฟต์กำลังจะหยุดเป็นกี่นิวตัน (Ent)

Ex 33 ชายคนหนึ่งมีมวล m ได้นำตาชั่งขึ้นไปบนลิฟต์ ถ้าลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นและลงด้วยขนาดความเร่ง a เท่ากัน

ถ้าขาขึ้น เขาชั่ง ตาชั่งวัดน้ำหนักได้ N_1 นิวตัน

ถ้าขาลง เขาชั่ง ตาชั่งวัดน้ำหนักได้ N_2 นิวตัน

ความเร่ง a ของลิฟต์มีค่าเท่าไร (พื้นฐานวิศวะ)

ก. $a = \dfrac{N_1 - N_2}{2m}$

ข. $a = \dfrac{N_1 + N_2}{2m}$

ค. $a = \dfrac{N_1 - N_2}{m}$

ง. $a = \dfrac{N_1 + N_2}{m}$

Ex 34 นักเรียนคนหนึ่งถือเชือกเบาซึ่งปลายข้างหนึ่งผูกติดกับแท่งวัตถุมวล 2.0 กิโลกรัม ให้หาแรงที่เชือกดึงมือ เมื่อดึงเชือกขึ้นด้วยความเร่ง 5 เมตร/วินาที^{2} (Ent)

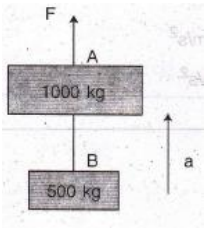
ก. 20.0 นิวตัน
ข. 30.0 นิวตัน
ค. 35.0 นิวตัน
ง. 40.0 นิวตัน

Ex 35 ลวดเหล็กกล้ามีขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น 4×10^{7} N/m^2 มีพื้นที่หน้าตัด 1×10^{-3} m^2 นำมาใช้ยกลิฟต์ที่มีมวลรวมทั้งสิ้น 2,000 กิโลกรัม ดังรูป อยากทราบว่าความเร่งสูงสุดของลิฟต์ที่จะไม่ทำให้ลวดเหล็กนี้เกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น (พื้นฐานวิศวะ)

ก. 100.0 เมตร/วินาที^{2}
ข. 10.0 เมตร/วินาที^{2}
ค. 1.0 เมตร/วินาที^{2}
ง. 0.1 เมตร/วินาที^{2}

Ex 36 เชือก A ทนแรงดึงได้ 24,000 นิวตัน และเชือก B ทนแรงดึงได้ 7,000 นิวตัน อยากทราบว่า ค่าอัตราเร่ง (a) สูงสุด ในการดึงมวลทั้งสองก้อน โดยเชือกไม่ขาดเท่าไร (มวลของเชือกมีค่าน้อย และ g = 10 เมตร/วินาที^{2}) (พื้นฐานวิศวะ)

ก. 4 เมตร/วินาที^{2}
ข. 5 เมตร/วินาที^{2}
ค. 6 เมตร/วินาที^{2}
ง. 7 เมตร/วินาที^{2}



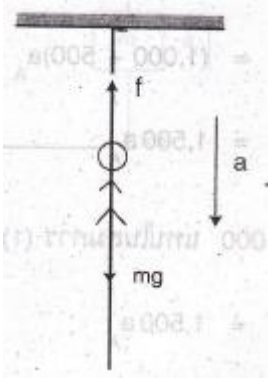
Ex 37 ลิงตัวหนึ่งมีมวล m รูดลงมาจากเสาธงด้วยอัตราเร่ง a อยากทราบว่าแรงเนื่องจากความฝืดอันเนื่องจากลิงกุมเสาไว้นั้นมีขนาดเท่าไร ($g = 10$ เมตร/วินาที^{2}) (Ent)

ก. $m(g+a)$

ข. $m(g-a)$

ค. $\frac{g+a}{m}$

ง. $\frac{g-a}{m}$



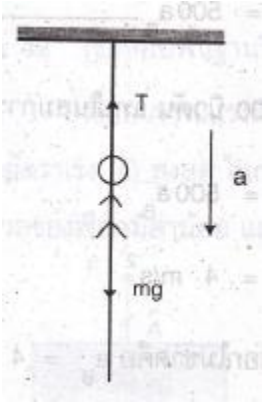
Ex 38 ลิงตัวหนึ่งมีมวล 10 กิโลกรัม เกาะเชือกที่แขวนไว้ในแนวดิ่ง โดยลิงอยู่สูงจากพื้น 18 เมตร เมื่อลิงรูดตัวลงมาตามเชือกจนถึงพื้นด้วยความเร่งคงที่ในเวลา 3 วินาที ความตึงของเส้นเชือก ขณะที่ลิงรูดตัวลงมาเท่ากับกี่นิวตัน (โควตา มข.)

ก. 40 นิวตัน

ข. 60 นิวตัน

ค. 140 นิวตัน

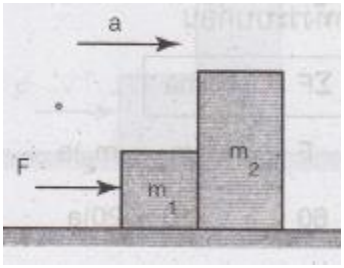
ง. 160 นิวตัน



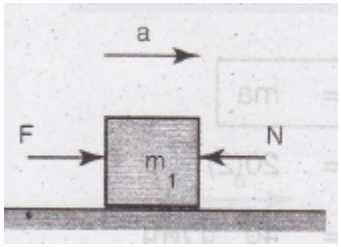
เทคนิคนิวตัน 10 ถามแรงที่มวลดันกัน 2 ก้อน

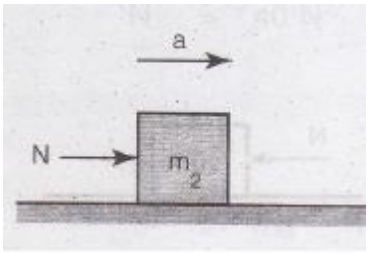
<u>หลักการ action = reaction (m_1 ดัน m_2 = m_2 ดัน m_1)</u>

ขั้นที่ 1 คิดทั้งระบบ หาความเร่ง (a) ได้



ขั้นที่ 2 ตัดมาคิดทีละก้อน หา N





Ex 39 น้องสมหวังออกแรง 60 นิวตัน กระทำต่อกล่องไม้ 2 กล่อง ที่วางติดกัน มีมวลใบละ 10 และ 20 กิโลกรัม ตามลำดับ ถ้าพื้นลื่นจงหาแรงปฏิกิริยาที่กล่องไม้ทั้งสองดันกัน

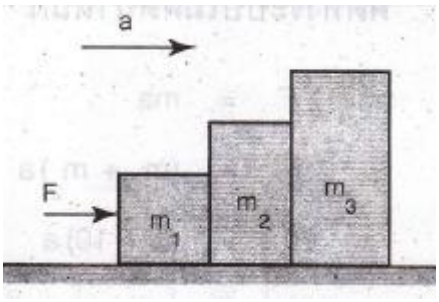
Ex 40 บีออกแรง 60 นิวตัน ดันกล่อง 2 ใบ ที่มีมวล 5 และ 10 กิโลกรัม ตามลำดับบนพื้นลื่น จงหา

ก. A ของระบบ

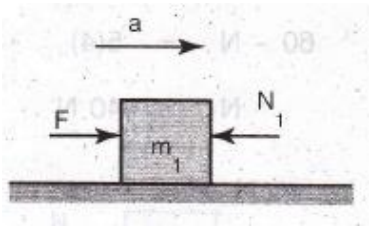
ข. แรงที่มวล 5 กิโลกรัม ดันมวล 10 กิโลกรัม

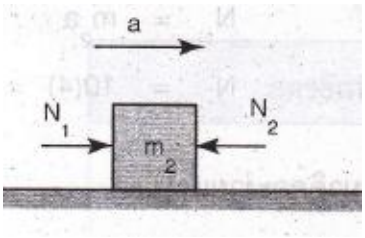
เทคนิคนิวตัน 11 มวลดันกัน 3 ก้อน

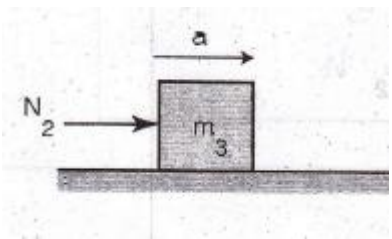
ขั้นที่ 1 คิดทั้งระบบ หาความเร่ง (a) ได้



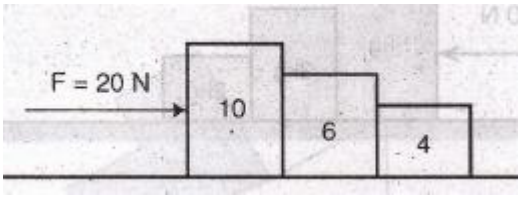
ขั้นที่ 2 ตัดมาคิดทีละก้อน หา N





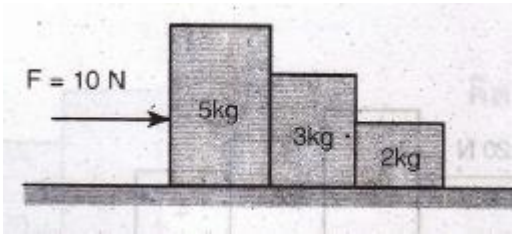


Ex 41 ถ้าออกแรงผลัก 20 นิวตัน กระทำต่อแท่งไม้มวล 10 กิโลกรัม 6 กิโลกรัม และ 4 กิโลกรัม วางติดกันบนพื้นเกลี้ยงดังรูป จงหาขนาดของแรงที่แท่งไม้ 4 กิโลกรัม กระทำต่อแท่งไม้ 6 กิโลกรัม

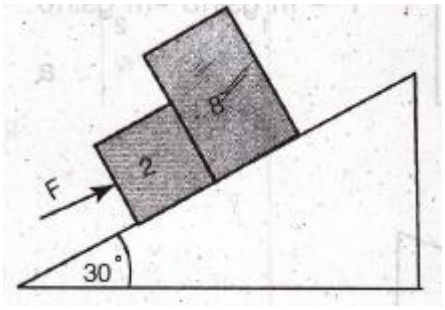


Ex 42 แท่งไม้มวล 5 กิโลกรัม 3 กิโลกรัม และ 2 กิโลกรัม วางติดกันบนพื้นเกลี้ยง ถ้าออกแรงผลัก 10 นิวตัน ดังรูป จงหาขนาดของแรงที่แท่งไม้ 2 กิโลกรัม กระทำต่อแท่งไม้ 3 กิโลกรัม (Ent)

ก. 2 นิวตัน
ข. 5.0 นิวตัน
ค. 8.0 นิวตัน
ง. 10.0 นิวตัน

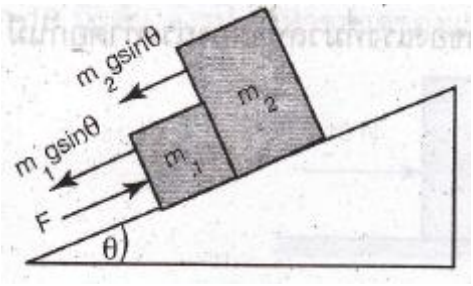


Ex 43 วัตถุมวล $m_1 = 2$ กิโลกรัม และ $m_2 = 8$ กิโลกรัม วางติดกันอยู่บนพื้นเอียงลื่น ถ้ามีแรง F ขนาด 40 นิวตัน กระทำดังรูป ขนาดของแรงที่มวลทั้งสองกระทำต่อกันมีค่าเท่ากับกี่นิวตัน

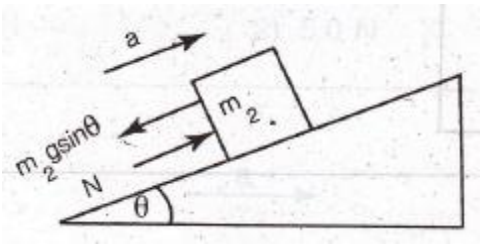


เทคนิคนิวตัน 12 มวลดันกันบนพื้นเอียง

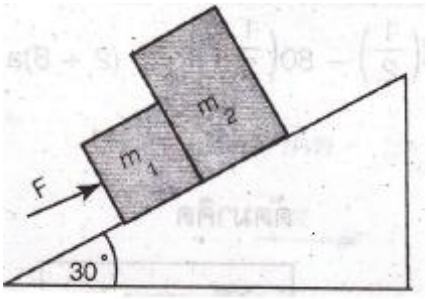
ขั้นที่ 1 คิดทั้งระบบ หาความเร่ง (a) ได้



ขั้นที่ 2 ติดมาคิดทีละก้อน หา N

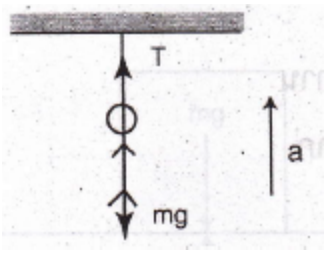


Ex 44 วัตถุ $m_1 = 1$ กิโลกรัม และ $m_2 = 4$ กิโลกรัม วางติดกันอยู่บนพื้นเอียงไม่มีความเสียดทาน มีแรง F ขนาด 20 นิวตัน กระทำดังรูป ขนาดของแรงที่มวลทั้งสองกระทำต่อกันมีค่าเท่ากับกี่นิวตัน (โควตา มข.)

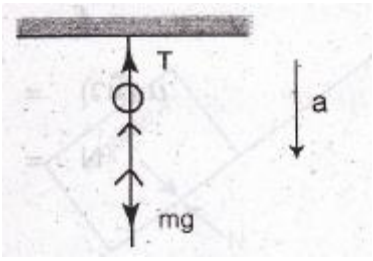


เทคนิคนิวตัน 13 ลิงไต่เชือก (เอาทิศของ a เป็นตัวตั้ง)

1) ลิงไต่ขึ้น

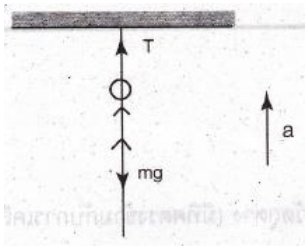


2) ลิ่งไต่ลง

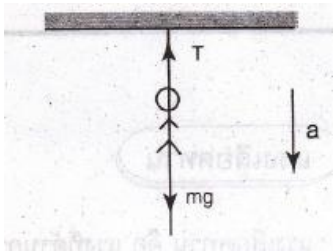


Ex 45 ลิงชะนีมวล 20 กิโลกรัม กำลังไต่เชือก ($g = 10$ เมตร/วินาที^{2}) จงหา

ก. แรงตึงเชือกเมื่อลิงไต่ขึ้นด้วยความเร่ง 4 เมตร/วินาที^{2}



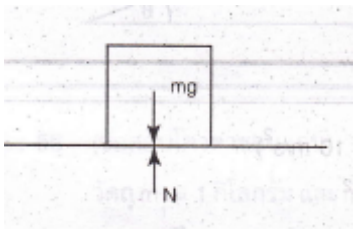
ข. แรงตึงเชือกเมื่อลิงรูดตัวลงมาด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที^{2}

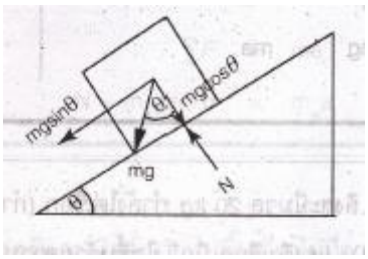


แรงเสียดทาน (f) คือ แรงที่ต้านการเคลื่อนที่

สูตร $\boxed{f = \mu N}$

เมื่อ f คือ แรงเสียดทาน
μ (มิว) คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
N คือ แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉาก





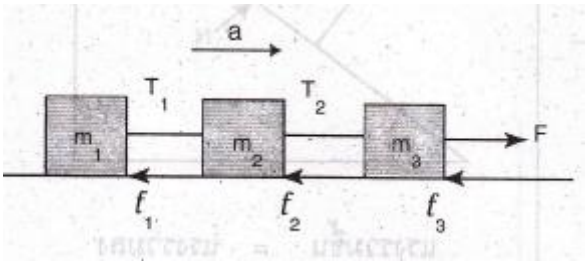
$f = \mu N$
$f = \mu mg$

$f = \mu N$
$f = \mu mg\cos\theta$

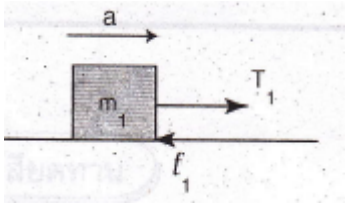
From 2 พื้นมีแรงเสียดทาน

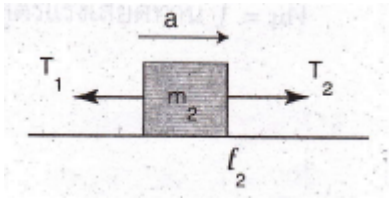
เทคนิคนิวตัน 14 ดึงตามแนวราบบนพื้นมีแรงเสียดทาน

ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ

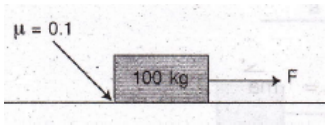


ขั้นที่ 2 พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุแต่ละก้อน เพื่อหา T_1 และ T_2





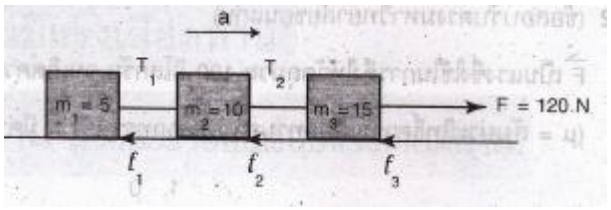
Ex 46 $\bar{F}$ เป็นแรงซึ่งใช้ในการดึงวัตถุมวล 500 กิโลกรัม จนเกิดความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} (μ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์) อยากทราบว่า $\bar{F}$ มีค่ากี่นิวตัน (รับตรง มช.)



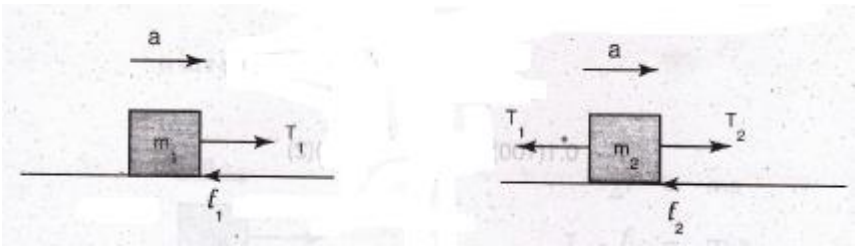
ก. 0 นิวตัน
ข. 98 นิวตัน
ค. 298 นิวตัน
ง. 200 นิวตัน

Ex 47 วัตถุมวล 5, 10 และ 15 กิโลกรัม ดังรูป ถูกโรสดึงด้วยแรง 120 นิวตัน ให้เคลื่อนที่บนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.1 จงหา

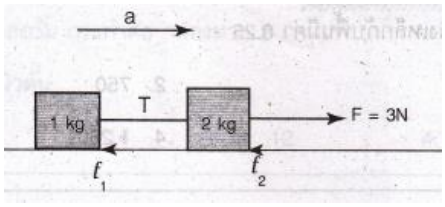
1) ความเร่งของระบบ



2) แรงตึงเชือก T_1 และ T_2

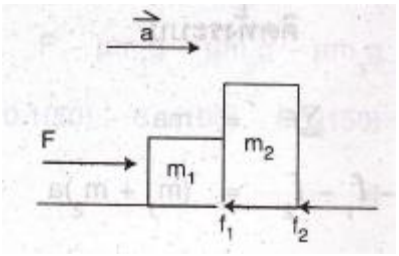


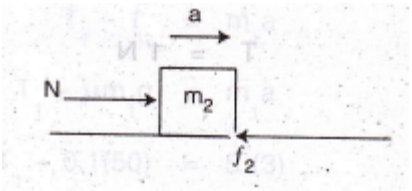
Ex 48 มวลสองอันผูกติดกันด้วยเชือกเบา และถูกลากไปด้วยแรง 3 นิวตัน บนพื้นระดับที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานต่อมวลแต่ละอันเป็น μ อยากทราบว่าความตึง T ในเส้นเชือกมีค่ากี่นิวตัน (Ent)



Ex 49 แท่งเหล็กมวล 60 กิโลกรัม และ 140 กิโลกรัม วางอยู่ชิดกันบนพื้นราบ ถ้าออกแรง 800 นิวตัน กระทำต่อแท่งเหล็กแท่งแรกในแนวขนานกับพื้น จงหาว่าแรงที่แท่งเหล็กทั้งสองกระทำต่อกันมีค่ากี่นิวตัน ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างแท่งเหล็กกับพื้นมีค่า 0.25 (รับตรง มช.)

ก. 560 นิวตัน
ข. 750 นิวตัน
ค. 800 นิวตัน
ง. 1,260 นิวตัน





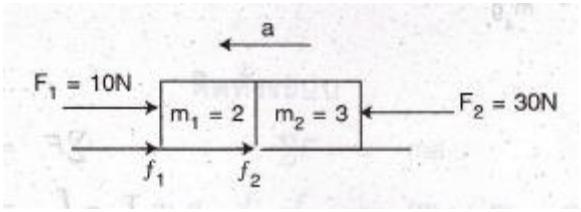
Ex 50 กล่องมวล 2 กิโลกรัม และ 3 กิโลกรัม ถูกแรง 10 นิวตัน และ 30 นิวตัน กระทำตามแนวระดับดังรูป ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของกล่องกับพื้นเท่ากับ 0.3 แรงที่กล่องมวล 3 กิโลกรัม กระทำต่อกล่องมวล 2 กิโลกรัม เป็นกี่นิวตัน (รับตรง มอ.)

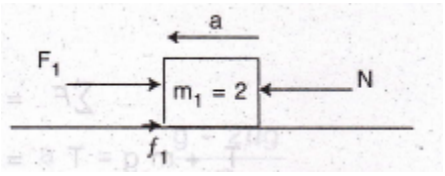
ก. 18 นิวตัน

ข. 14 นิวตัน

ค. 12 นิวตัน

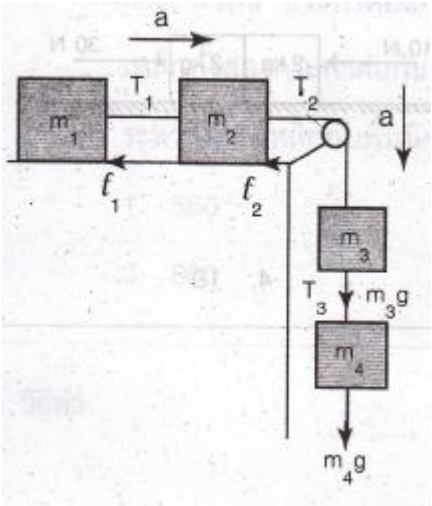
ง. 10 นิวตัน



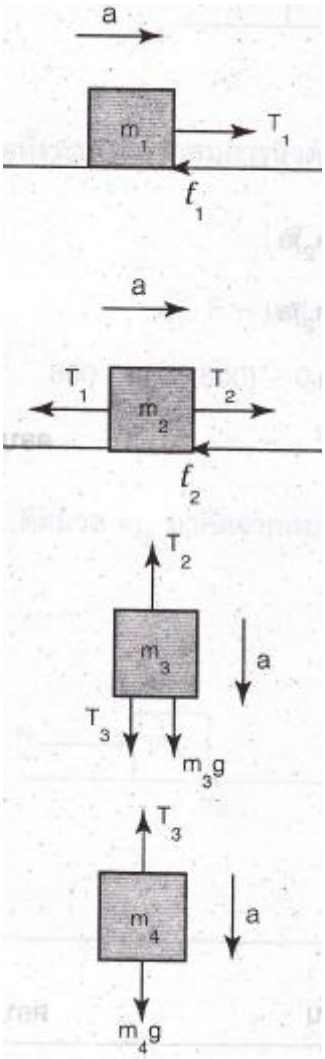


เทคนิคนิวตัน 15 ดึงแนวราบ + แนวดิ่งบนพื้นมีแรงเสียดทาน

ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ



ขั้นที่ 2 พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุแต่ละก้อน เพื่อหา T_1 , T_2 และ T_3



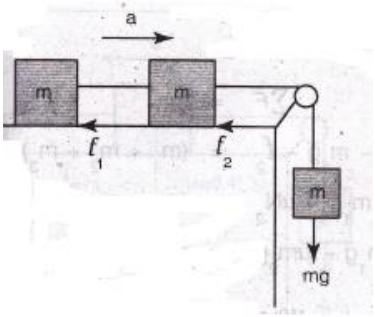
Ex 51 มวลขนาดเท่ากับ 3 ก้อน ผูกกัน ดังรูป สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นกับมวลเป็น $\frac{1}{4}$ มวลทั้งสามเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด (Ent)

ก. $\frac{g}{6}$

ข. $\frac{g}{4}$

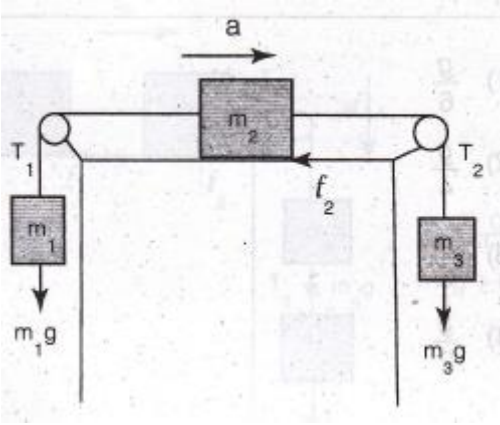
ค. $\frac{g}{3}$

ง. $\frac{g}{2}$

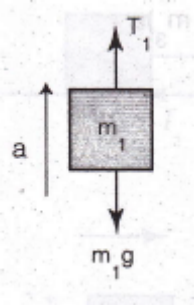


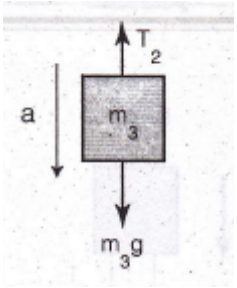
เทคนิคนิวตัน 16 ดึงแนวราบ + แนวดิ่ง 2 ข้าง บนพื้นมีแรงเสียดทาน

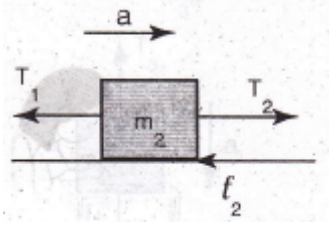
ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ



ขั้นที่ 2 พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุแต่ละก้อน เพื่อหา T_1 และ T_2

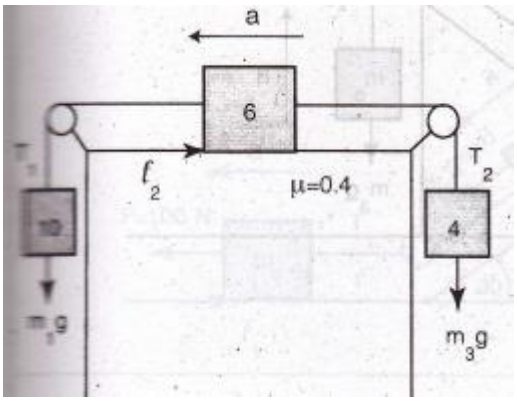




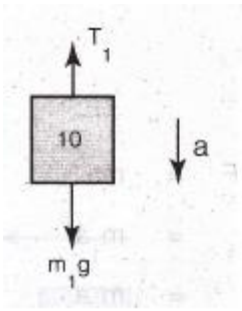


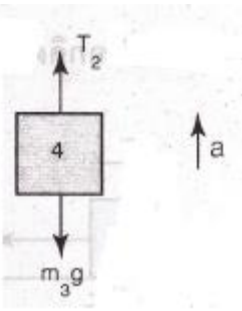
Ex 52 จากรูปด้านล่างวัตถุมวล 10 , 6 และ 4 กิโลกรัม ถูกปีเตอร์ปล่อยให้เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งบนพื้นผิวที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเท่ากับ 0.4 จงหา

1) ความเร่งของระบบ



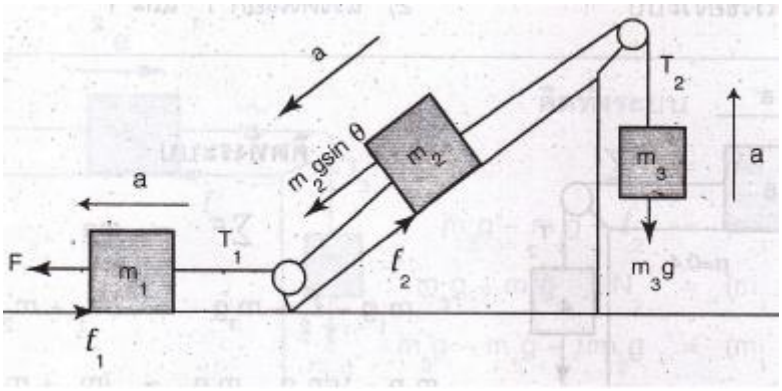
2) แรงตึงเชือก T_1 และ T_2



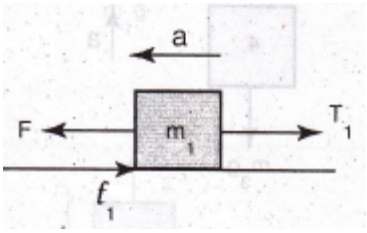


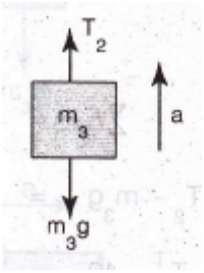
เทคนิคนิวตัน 17 ดึงแนวราบ + แนวดิ่ง + พื้นเอียง

ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ



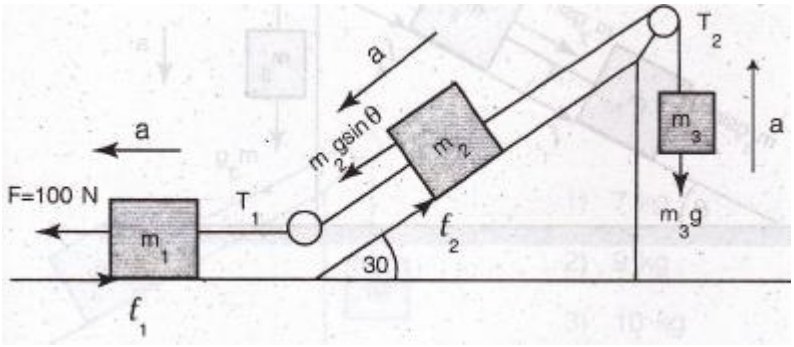
ขั้นที่ 2 พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุแต่ละก้อน เพื่อหา T_1 และ T_2



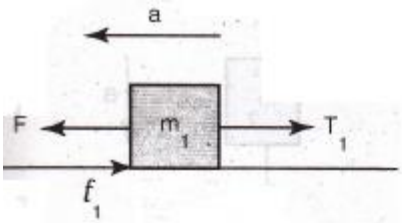


Ex 53 จากรูปวัตถุมวล $m_1 = 2$, $m_2 = 4$ และ $m_3 = 6$ กิโลกรัม ถูกก้อยดึงจากหยุดนิ่ง ด้วยแรง 100 นิวตัน (กำหนดให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานเท่ากับ 0.1) จงหา

1) ความเร่งของระบบ

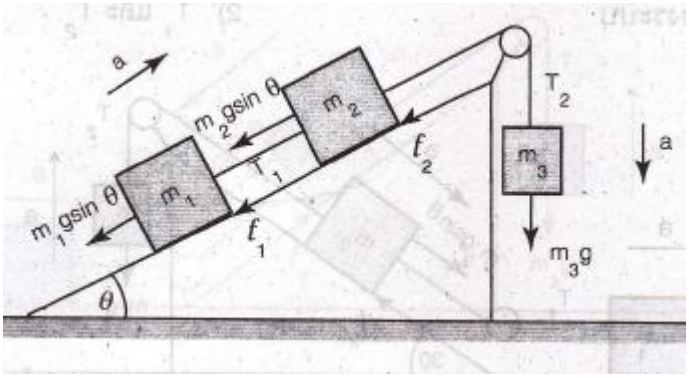


2) แรงตึงเชือก T_1 และ T_2

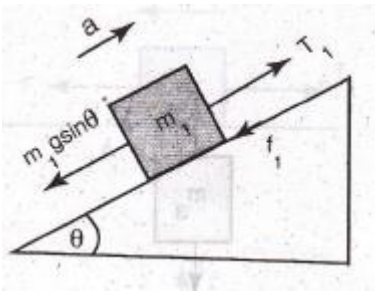


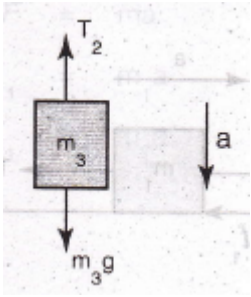
เทคนิคนิวตัน 18 จากรูปจงหาความเร่งของระบบและแรงตึงเชือก T_1 และ T_2

ขั้นที่ 1 หาความเร่งของระบบ



ขั้นที่ 2 พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุแต่ละก้อน เพื่อหา T_1 และ T_2





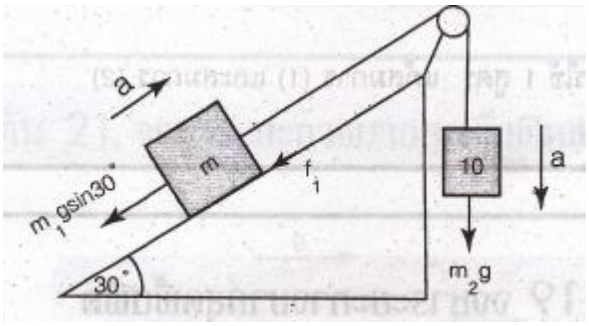
Ex 54 มวล m วางบนพื้นเอียงที่ทำมุม 30° กับพื้นราบ ถูกโยงกับมวล 10 กิโลกรัม ด้วยเชือกไร้น้ำหนัก ซึ่งพาดอยู่บนรอก ดังรูป ถ้ามวล m กำลังเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างมวล m กับพื้นเอียงคือ 0.5 มวล m จะใกล้เคียงกับค่าใด

ก. 7 กิโลกรัม

ข. 9 กิโลกรัม

ค. 10 กิโลกรัม

ง. 11 กิโลกรัม



From 3 สมการนิวตัน รวมกับ 4 สูตร (a คงที่)

หลักการ

1) ตั้งสมการนิวตัน

2) ตั้งสมการ 4 สูตรหลัก

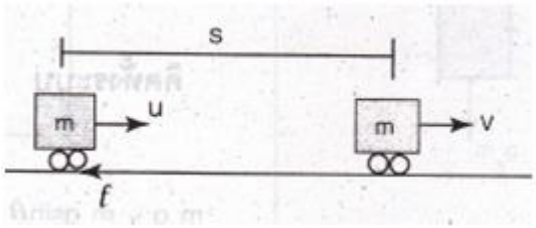
3) แก้สมการ

$$\Sigma\vec{F} = m\bar{a} \qquad \text{_____ (1)}$$

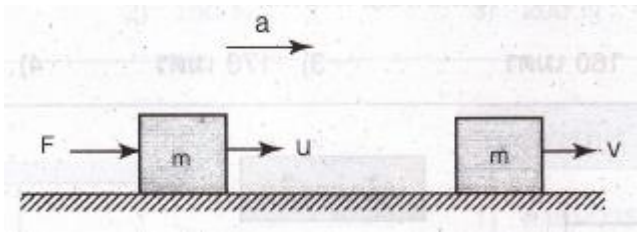
4 สูตรหลัก a คงที่	แต่ละสูตรมี 4 ตัวแปร	ไม่มี
$v = u + at$	v, u, a, t	s
$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$	s, u, v, t	a
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$	s, u, t, a	v
$v^2 = u^2 + 2as$	v, u, a, s	t

_____ (2)

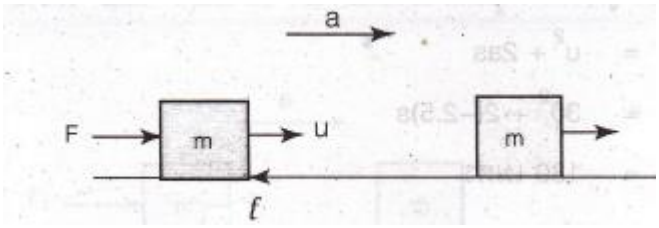
เทคนิคนิวตัน 19 จงหาระยะทางมากสุดพื้นฝืด แบบ 1



เทคนิคนิวตัน 20 จงหาระยะทางมากสุดพื้นลื่น แบบ 1

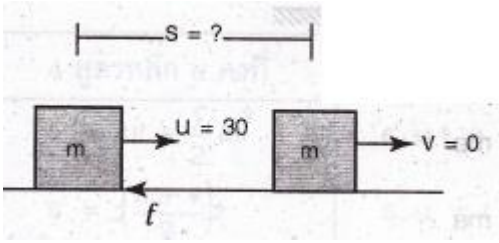


เทคนิคนิวตัน 21 จงหาระยะทางมากสุดพื้นลื่น แบบ 2



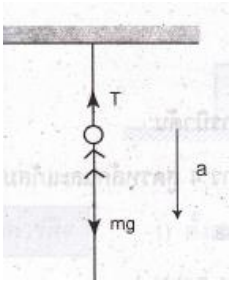
Ex 55 หนังสือเล่มหนึ่งวางอยู่บนเบาะรถยนต์ที่กำลังวิ่งด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างหนังสือกับเบาะมีค่าเท่ากับ 0.25 จงคำนวณหาระยะทางที่สั้นที่สุดที่รถหยุดด้วยความเร่งคงที่ โดยที่หนังสือบนเบาะไม่ไถล (Ent)

ก. 150 เมตร
ข. 160 เมตร
ค. 170 เมตร
ง. 180 เมตร

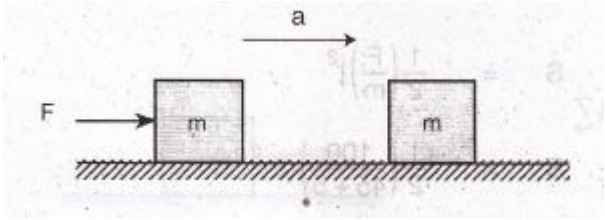


Ex 56 เชือกแขวนไว้กับเพดาน มีลิงมวล 20 กิโลกรัม โหนเชือกอยู่สูงจากพื้น 10 เมตร ได้รูดตัวลงมากับเชือกด้วยความเร่งคงที่ถึงพื้นใช้เวลา 2 วินาที ความตึงของเชือกเป็นเท่าใด ไม่คิดมวลของเชือก (Ent)

ก. 100 นิวตัน
ข. 150 นิวตัน
ค. 200 นิวตัน
ง. 250 นิวตัน

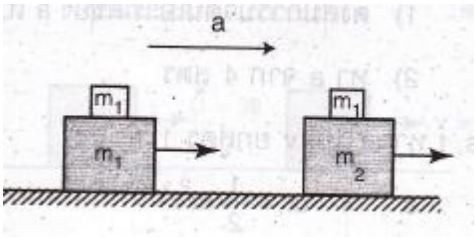


เทคนิคนิวตัน 22 จงหาระยะทางมากสุดพื้นลื่น แบบ 2



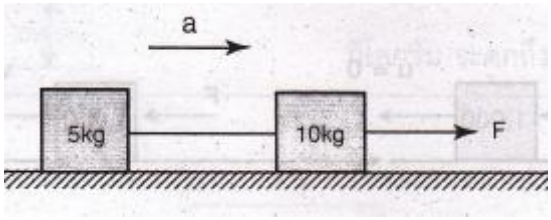
Ex 57 ชายคนหนึ่งต้องการลากรถมวล 5 กิโลกรัม บรรจุของมวล 45 กิโลกรัม ด้วยแรง 100 นิวตัน ถ้าคิดว่าพื้นไม่มีความฝืด เด็กคนนั้นจะลากรถไปได้ไกลเท่าใดจากหยุดนิ่งในเวลา 2 วินาที (Ent)

ก. 10 เมตร
ข. 8 เมตร
ค. 4 เมตร
ง. 2 เมตร



Ex 58 วัตถุมวล 5 และ 10 กิโลกรัม ผูกติดกันด้วยเชือกเบา ดังรูป วัตถุทั้งสองวางอยู่บนพื้นราบที่ไม่มีความฝืด ให้ F ซึ่งมีค่าคงที่กระทำต่อวัตถุทั้งสอง หลังจากดึงไปนาน 15 วินาที วัตถุทั้งสองมีความเร็ว 45 เมตร/วินาที แรงดึงมวล 5 กิโลกรัมเป็นกี่นิวตัน (Ent)

ก. 10 นิวตัน
ข. 15 นิวตัน
ค. 20 นิวตัน
ง. 25 นิวตัน



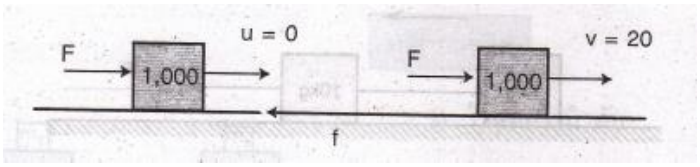
Ex 59 สมศรีผลักรถยนต์มวล 1,000 กิโลกรัม ในแนวราบจากหยุดนิ่ง ให้เคลื่อนที่จนมีความเร็ว 20 เมตร/วินาที ในเวลา 10 วินาที ถ้าพื้นมีค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน 0.50 สมศรีต้องออกแรงกี่นิวตัน (โควตา มข.)

ก. 7,000 นิวตัน

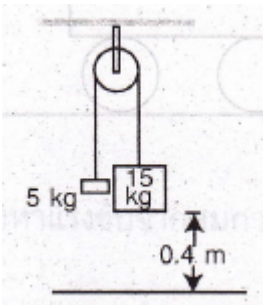
ข. 2,000 นิวตัน

ค. 3,000 นิวตัน

ง. 5,000 นิวตัน



Ex 60 วัตถุมวล 5 กิโลกรัม และ 15 กิโลกรัม ผูกแขวนอยู่คนละข้างของเชือกเบาที่คล้องผ่านรอกเบาและหมุนได้คล่อง ดังรูป ถ้าขณะเมื่อเริ่มต้นวัตถุอยู่สูงจากพื้น 0.40 เมตร จงหาว่าวัตถุมวล 15 กิโลกรัม จะตกถึงพื้นในเวลากี่วินาที (รับตรง มช.)



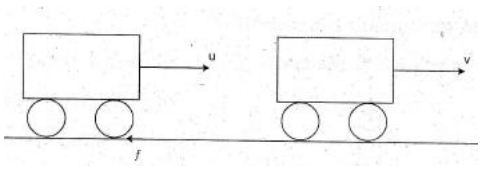
Ex 61 รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง เกิดเหตุที่ทำให้คนขับต้องเหยียบเบรคกะทันหัน สมมติว่าการเหยียบเบรกทำให้ล้อรถหยุดหมุนทันที จงหาว่าหลังจากที่เหยียบเบรคไปแล้ว 2 วินาที ความเร็วของรถยนต์จะลดลงเหลือเท่าไร กำหนดให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางรถยนต์กับถนนเท่ากับ 0.5 และ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก เท่ากับ 10 เมตร/วินาที^{2}

ก. 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ข. 32 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ค. 36 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ง. 62 กิโลเมตร/ชั่วโมง



Ex 62 เครื่องบินแฮริเออร์ใช้ประจำการในกองทัพสามารถขึ้นลงในแนวดิ่งได้ มีมวลขณะนั้น 45,000 กิโลกรัม กำลังจะทำการลงจอดบนดาดฟ้าเรือ ขณะนั้นเครื่องอยู่สูงจากดาดฟ้า 150 เมตร พบว่าเครื่องมีอัตราเร็วตกตามแนวดิ่งเป็น 12 เมตร/วินาที ต้องการให้ลดระดับมาแตะพื้นที่ความเร็วตอนแตะดาดฟ้าเป็น 0 เมตร/วินาที โดยเครื่องยนต์ถูกปรับแรงขับให้คงที่อยู่ค่าหนึ่ง เมื่อเริ่มทำการลงจอด จงหาแรงขับที่เหมาะสมของเครื่องยนต์ ซึ่งแรงขับถูกผันอยู่ในแนวดิ่งทั้งหมด ให้ $g = 10\ m/s^2$ (พื้นฐานวิศวะ)

ก. 450,000 นิวตัน

ข. 428,000 นิวตัน

ค. 461,400 นิวตัน

ง. 471,600 นิวตัน

Ex 63 รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว u สามารถเบรกให้หยุดได้ในระยะทาง s ถ้ารถมีผู้โดยสารทำให้มวลเพิ่มขึ้น 40% จากมวลเดิมและเบรกด้วยแรงเท่าเดิม ระยะทางที่รถยนต์คันนั้นจะเบรกให้หยุดได้ จะกลายเป็นเท่าใด (Ent)

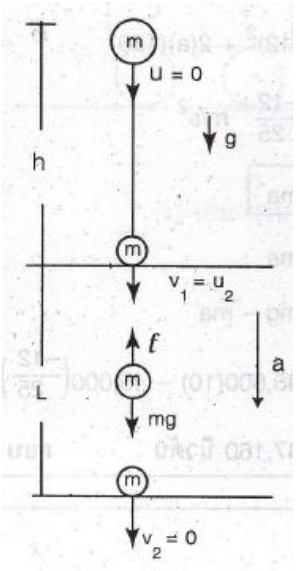
ก. 4 s

ข. 1.4 s

ค. $(1.4)^2$ s

ง. 2.5 s

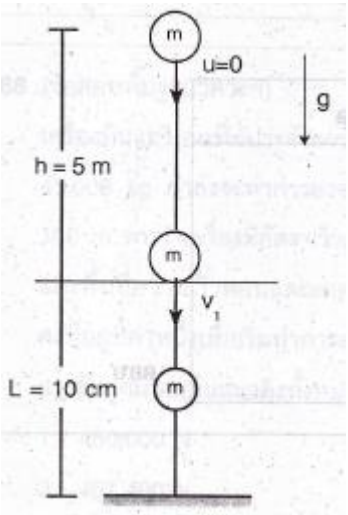
เทคนิคนิวตัน 23 หาแรงต้านในพื้นทรายหรือตาข่าย



$$f = mg\left(1+\frac{h}{L}\right)$$ สูตรลัด

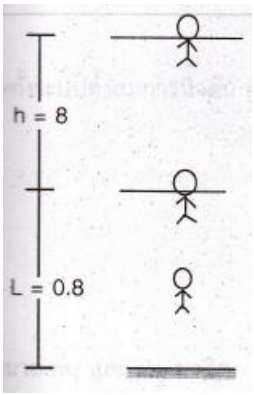
Ex 64 ปล่อยลูกตุ้มมวล 4 กิโลกรัม จากที่สูง 5 เมตร และกระทบพื้นทราย ปรากฏว่าลูกตุ้มจมไปในทรายลึก 10 เซนติเมตร จงหา

1) ลูกตุ้มกระทบพื้นทรายด้วยความเร็วเท่าไร
2) แรงต้านในพื้นทราย



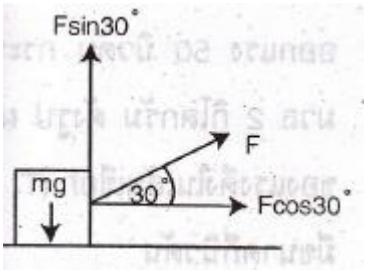
Ex 65 ในเหตุการณ์ไฟไหม้ครั้งหนึ่งชายมวล 60 กิโลกรัม ติดอยู่บนตึกสูงและจำเป็นต้องกระโดดลงมาบนตาข่ายซึ่งคนข้างล่างช่วยกันจับเอาไว้ โดยเขาอยู่สูงจากตาข่าย 8 เมตร ภายหลังกระโดดลงตาข่ายยุบจากระดับเดิม 0.8 เมตร โดยที่ตัวชายผู้นั้นมิได้กระดอนจากตาข่ายเลย จงหาแรงเฉลี่ยที่ตาข่ายกระทำต่อชายผู้นี้ (Ent)

ก. 5,400 นิวตัน
ข. 6,600 นิวตัน
ค. 7,200 นิวตัน
ง. 8,100 นิวตัน



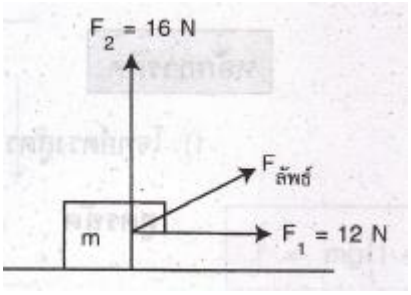
Ex 66 ชายคนหนึ่งลากกระเป๋ามวล 5 กิโลกรัม ให้เลื่อนไปตามพื้นราบที่ไม่มีความฝืดด้วยแรง 40 นิวตัน โดยแรงนี้ทำมุม 30° กับแนวราบ กระเป๋าจะเลื่อนไปตามพื้นราบด้วยความเร่งเท่าไร (Ent)

ก. 0.50 เมตร/วินาที^{2}
ข. 0.87 เมตร/วินาที^{2}
ค. 4.00 เมตร/วินาที^{2}
ง. 6.93 เมตร/วินาที^{2}

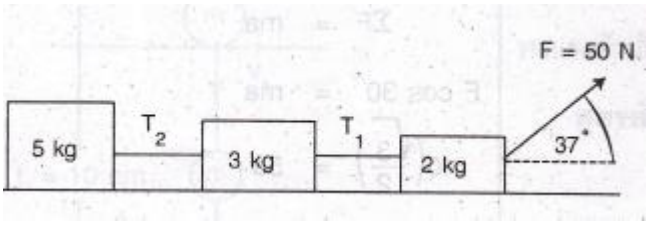


Ex 67 ถ้ามีแรงขนาด 12.0 นิวตัน และ 16.0 นิวตัน กระทำต่อวัตถุซึ่งมีมวล 4.0 กิโลกรัม โดยแรงทั้งสองกระทำในทิศตั้งฉากซึ่งกันและกัน วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งเท่าใด (Ent)

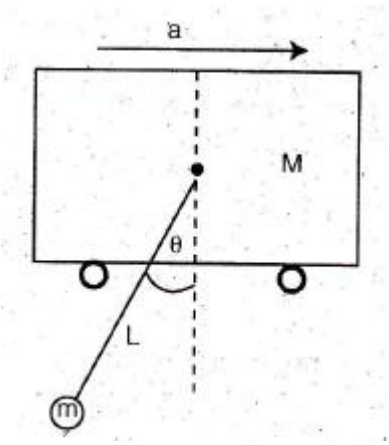
ก. 3.0 เมตร/วินาที^{2}
ข. 4.0 เมตร/วินาที^{2}
ค. 5.0 เมตร/วินาที^{2}
ง. 6.0 เมตร/วินาที^{2}



Ex 68 วัตถุมวล 2, 3 และ 5 กิโลกรัม ผูกติดกันด้วยเชือกเบาวางยนพื้นที่ไม่มีความฝืด เมื่อออกแรง 50 นิวตัน กระทำต่อมวล 2 กิโลกรัม ดังรูป ผลต่างของแรงดึงในเส้นเชือก ($T_1 - T_2$) มีขนาดกี่นิวตัน (รับตรง มอ.)



Ex 69 ถ้ารถมีมวล M มีมวล m แขวนติดไว้กับรถดังรูป ถ้ารถเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง a มุม θ จะมีค่าเท่าไร ถ้าเชือกยาว L



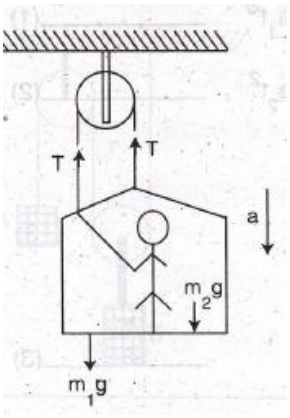
ก. $\cos^{-1}\left(\frac{a}{gL}\right)$

ข. $\sin^{-1}\left(\frac{gL}{a}\right)$

ค. $\tan^{-1}\left(\frac{a}{g}\right)$

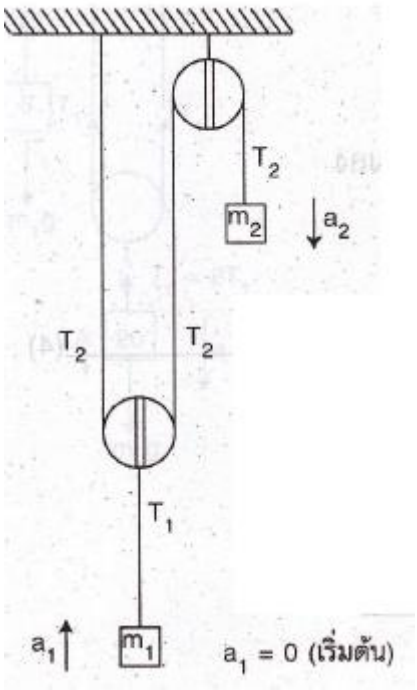
ง. $\tan^{-1}\left(\frac{g}{a}\right)$

Ex 70 จากรูปชายคนหนึ่งมีมวล 80 กิโลกรัม อยู่ในห้องมวล 20 กิโลกรัม ถ้าต้องการให้ห้องเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งคงที่ 1 เมตร/วินาที^{2} ชายคนนี้ต้องออกแรงดึงเชือกเท่าใด กำหนด $g = 10\ m/s^2$ (โควตา มอ.)



รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ (ความเร่งไม่เท่ากัน)

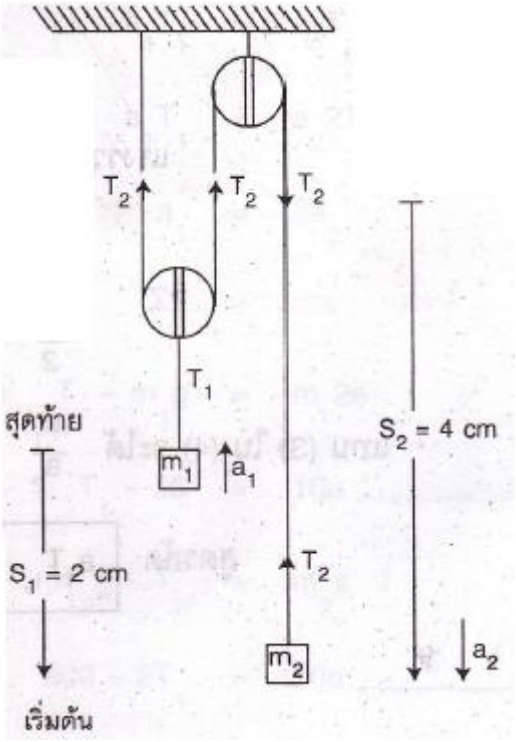
ตอนแรก



m_1 ขึ้นด้วยความเร่ง a_1

m_2 ขึ้นด้วยความเร่ง a_2

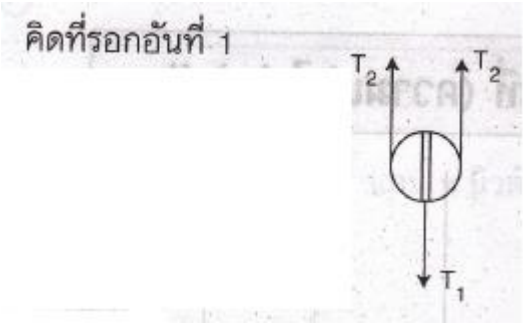
ตอนหลัง



m_1 วิ่งขึ้นได้ระยะทาง S_1

m_2 วิ่งขึ้นได้ระยะทาง S_2

จากรูปจะได้ $S_2 = 2S_1$



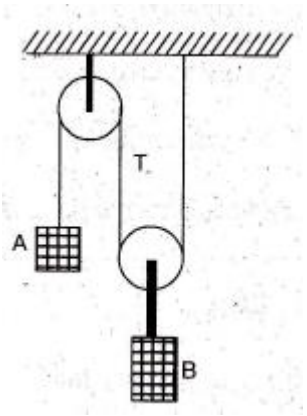
Ex 71 รอกแต่ละตัวไม่มีความฝืดและไม่คิดน้ำหนักให้มวล A เท่ากับ 20 กิโลกรัม มวล B เท่ากับ 5 กิโลกรัม จงหาอัตราเร่งของมวล A กำหนด $g = 10\ m/s^2$ (พื้นฐานวิศวะ)

ก. 2.50 m/s^2

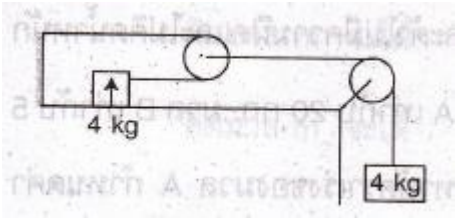
ข. 3.33 m/s^2

ค. 6.67 m/s^2

ง. 5.00 m/s^2



Ex 72 ระบบดังรูปเมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างพื้นกับมวล 4 กิโลกรัม เท่ากับ 0.2 ถ้าหากรอกเบาและลื่น เชือกไม่มีมวล แรงที่ผนังกระทำต่อเส้นเชือกเป็นกี่นิวตัน (โควตา มข.)



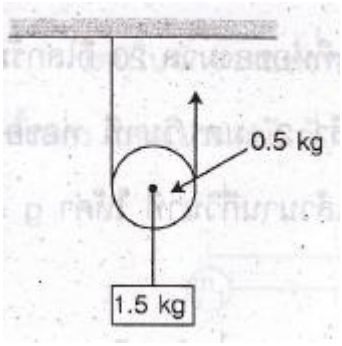
Ex 73 จากรูป ออกแรงดึงเชือกด้วยแรง T = 20 นิวตัน ขึ้นไป เชือกจะเคลื่อนที่ไปด้วยความเร่งเท่าใด (กำหนดให้รอกมีมวล 0.5 กิโลกรัม และไม่มีความฝืด) (โควตา มข.)

ก. 3 m/s^2

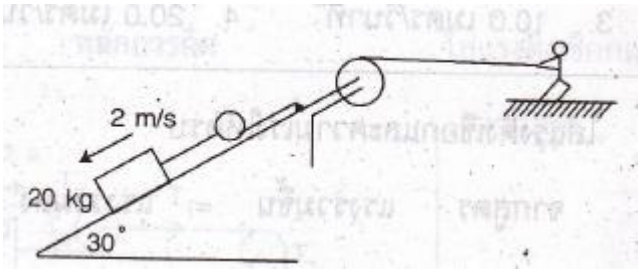
ข. 3.3 m/s^2

ค. 10.0 m/s^2

ง. 20.0 m/s^2



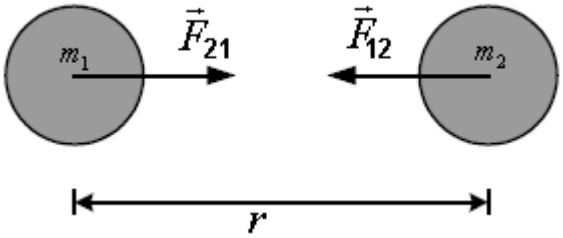
Ex 74 ชายคนหนึ่งออกแรงดึงเชือกด้วยแรง 60 นิวตัน ในขณะที่ห่อของมวล 20 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ลงบนพื้นเอียงที่ไม่มีความฝืดด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที ห่อของจะเริ่มเคลื่อนที่ขึ้นบนพื้นเอียงหลังจากออกแรงดึงเชือกแล้วนานกี่วินาที กำหนด g = 10 m/s^2 (พื้นฐานวิศวะ)



กฎของการโน้มถ่วงของนิวตัน

1. กฎของการโน้มถ่วงของนิวตัน (Newtons law of gravitation)

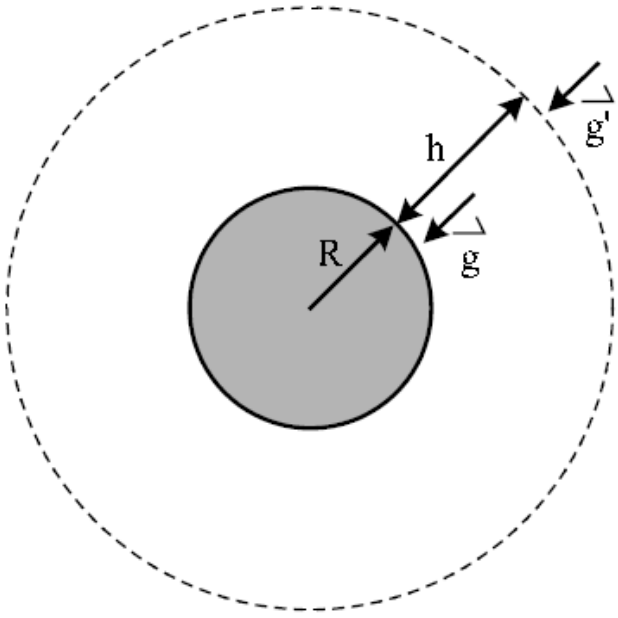
ทุก ๆ อนุภาคในจักรวาล จะส่งแรงกระทำกับอนุภาคอื่น ๆ โดยแรงนี้แปรผันตรงกับผลคูณของมวลอนุภาคทั้งสองและแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างอนุภาคทั้งสอง



$$F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

เมื่อ F = แรงดึงดูดระหว่างมวล
m = มวลก้อนที่ 1
m = มวลก้อนที่ 2
G = ค่านิจโน้มถ่วงสากล
= 6.67×10^{-11} $N/m^2/kg^2$

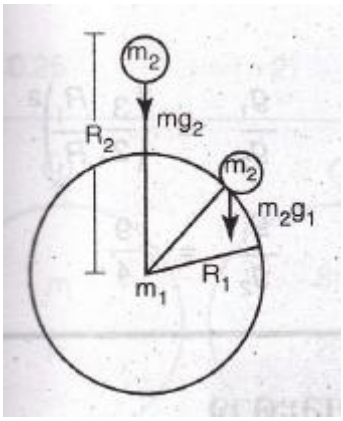
2. ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของดาวเคราะห์



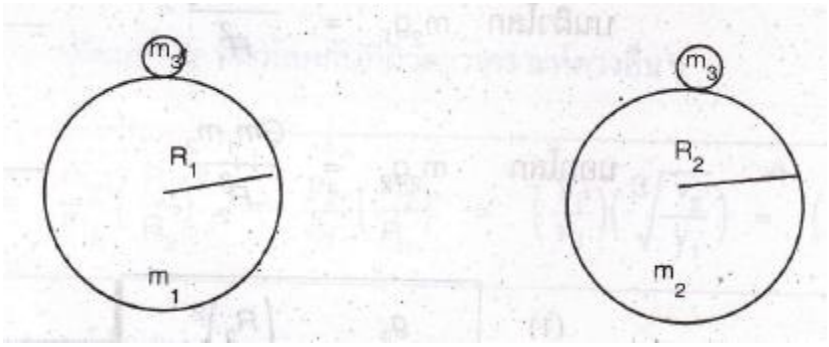
2.1 ความเร่งที่ผิวดาวเคราะห์

2.2 ความเร่งที่ความสูง h จากผิวดาวเคราะห์

เทคนิคนิวตัน 24 เปรียบเทียบค่า g บนโลกกับนอกโลก

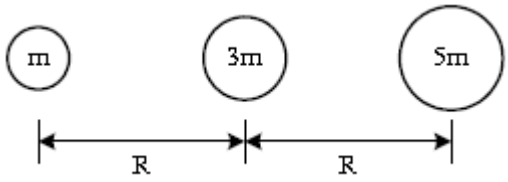


เทคนิคนิวตัน 25 เปรียบเทียบค่า g ของดาวคนละดวง



Ex 75 จงหาอัตราส่วนของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ต่อความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่ความสูงจากพื้นโลกเป็นระยะ 2 เท่าของรัศมีโลก

Ex 76 มวล m , 3m และ 5m วางอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันด้วยระยะห่างดังรูป มวลทั้งสามออกแรงกระทำซึ่งกันและกัน จงหาอัตราส่วนของแรงที่กระทำต่อมวล 3m ต่อแรงที่กระทำต่อมวล m



Ex 77 วัตถุอันหนึ่งมีมวล 3 กิโลกรัม บนโลก เมื่อนำวัตถุนี้ไปที่ดาวพฤหัสที่มีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็น 10 เท่า ของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก วัตถุนี้จะมีมวลเท่าใด

1. 3.0 กิโลกรัม
2. 9.8 กิโลกรัม
3. 30 กิโลกรัม
4. 98 กิโลกรัม

Ex 78 ข้อความกล่าวถึงความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ($\vec{g}$) ได้ถูกต้อง

1. ที่จุดศูนย์กลางของโลก ขนาดของ $\vec{g}$ มีค่าเป็นอนันต์
2. ภายใต้ผิวโลกขนาดของ $\vec{g}$ มีค่าเท่ากันทุกตำแหน่ง
3. ยิ่งลึกลงไปใต้ผิวโลกขนาดของ $\vec{g}$ จะยิ่งมีค่าเพิ่มขึ้น
4. ยิ่งลึกลงไปใต้ผิวโลกขนาดของ $\vec{g}$ จะยิ่งมีค่าลดลง

Ex 79 ที่ความสูงจากพื้น 2R จะมีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็นกี่เท่าของ g เมื่อ R คือ รัศมีโลก

Ex 80 จงหาอัตราส่วนของแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อยานอวกาศ เมื่ออยู่บนผิวโลกต่อแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อยานอวกาศเมื่ออยู่ที่ระดับสูงจากผิวโลกเป็นระยะทางเท่ากับครึ่งหนึ่งของรัศมีโลก

Ex 81 ดาวเทียมดวงหนึ่งจะต้องโคจรสูงจากผิวโลกเท่าใด จึงจะทำให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเหลือเพียง $\frac{1}{4}$g (กำหนด รัศมีโลก = 6,400 km)

Ex 82 ดาวดวงหนึ่งมีมวลเป็น 3 เท่าของมวลโลก และมีรัศมีเป็น 2 เท่า ของรัศมีโลก จงหาความเร่งที่พื้นผิวของดาวดวงนั้น

Ex 83 ดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก และมีมวลเป็น 1/8 ของมวลของโลก ชายคนหนึ่งหนัก 500 นิวตัน บนโลก จะหนักเท่าใด เมื่อขึ้นไปอยู่บนผิวดาวเคราะห์ดวงนี้

Ex 84 ถ้าความเร่งของมวลก้อนที่หนึ่งที่ผิวโลกเป็น 6 เท่าของความเร่งที่ผิวดวงจันทร์ จงหาว่าความเร่งของวัตถุที่ห่างจากผิวโลกเป็น 2 เท่าของรัศมีโลก จะเป็นอัตราส่วนอย่างไรกับความเร่งที่ผิวดวงจันทร์

Ex 85 จงหาความหนาแน่นของโลก เมื่อกำหนดให้รัศมีของโลกเป็น R เมตร และค่านิจโน้มถ่วงสากลเป็น G นิวตัน.เมตร^2/กิโลกรัม^2 โดยที่ g ที่ผิวโลกเป็น 10 เมตร/วินาที^{2} (Ent'36)

1. $\frac{40}{3\pi GR}$
2. $\frac{15}{2\pi GR}$
3. $\frac{5}{2\pi GR}$
4. $\frac{3}{2\pi GR}$