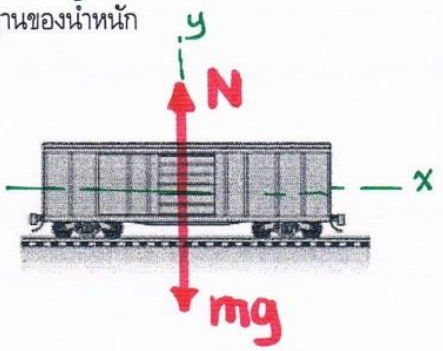
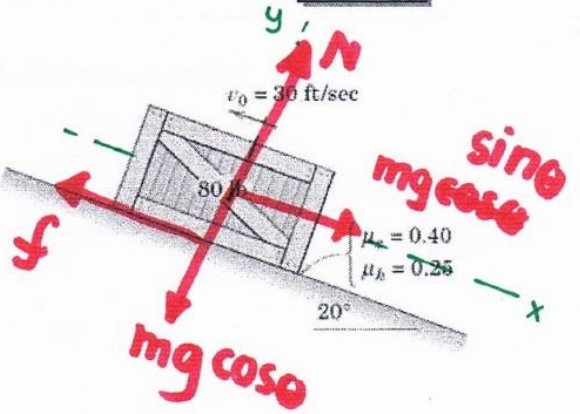
CHAPTER 3

Force, Mass and Law of Motion

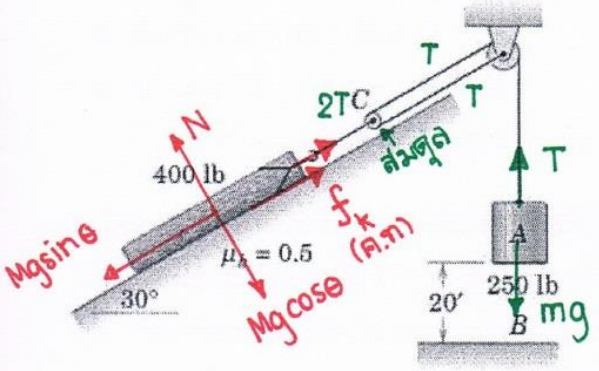
นิยามพื้นฐานและกฎที่ 1 ของนิวตัน

- แรง ($\vec{F}$) คือ ปริมาณทางฟิสิกส์ที่ทำให้มวลมีความเร่ง
- มวล (m) คือ สมบัติของวัตถุที่จะต้านการเปลี่ยนสภาวะการเคลื่อนที่มีค่าคงที่ทุกตำแหน่งที่นำไปวาง
- น้ำหนัก ($\vec{W}$) คือ แรงที่โลกดึงดูดวัตถุเข้าหาศูนย์กลางโลกค่าของน้ำหนักขึ้นกับค่า $\vec{g}$ ของโลก $W = mg$
- รูปแรงพื้นฐานของน้ำหนัก





EX จงเขียนแผนภาพแรง (FBD) ของระบบต่อไปนี้



Tension
1) พุ่งออก เส้มอ
2) เส้นเดียวกัน T เท่ากัน
3) เกิดเมื่อตัดเชือก

- ***นิยาม กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน***

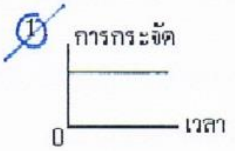
"กฎของความเฉื่อย" (Law of Inertia) กล่าวว่า

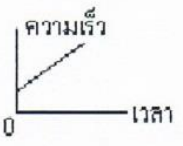
1. วัตถุใดที่อยู่ในภาวะนิ่งก็จะนิ่งต่อไป
2. วัตถุใดกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปในแนวเส้นตรงด้วย**ความเร็วคงที่**

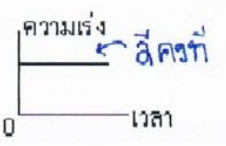
} $\sum \vec{F} = 0$

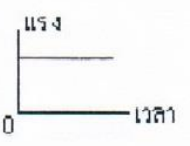
วัตถุจะคงรักษาสภาพการเคลื่อนที่ดังข้อ 1 และ 2 ($\vec{a} = 0$) ยกเว้นมีแรงภายนอกที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำ บางครั้งเรียกว่า กฎของความสมดุล เช่น การเอนตัวไปข้างหน้าเมื่อรถเบรก, การกระแทกด้ามค้อนเพื่อให้หัวค้อนแน่น เป็นต้น

Ent 1 กราฟในข้อใดที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของอนุภาคตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน ไม่มี a

1. 

2. 

3. 

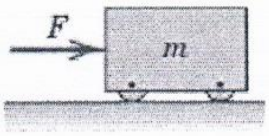
4. 

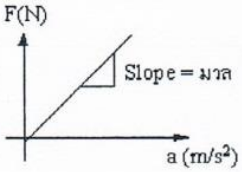
Ent 2 เด็กชายผู้หนึ่งถือลูกโป่งที่บรรจุด้วยแก๊สฮีเลียมขึ้นไปบนรถประจำทางคันหนึ่ง เมื่อขึ้นไปนั่งเรียบร้อย เขาก็ผูกเชือกลูกโป่งเข้ากับราวพนักที่นั่งข้างหน้าเขา ขณะที่รถแล่นไปเรื่อยๆเด็กชายนั่งตรงบนเบาะที่นั่งและลูกโป่งก็ลอยตั้งตรงในอากาศ ถ้าคนขับต้องเหยียบเบรกกะทันหัน ท่านคิดว่าจะเห็นสภาพการณ์บนรถประจำทางคันนี้เป็นอย่างไร

1. ทั้งศีรษะเด็กและลูกโป่งเอนไปทางหลังรถ (คือตรงข้ามกับทิศทางที่รถกำลังแล่นไปอยู่)
2. ทั้งศีรษะเด็กและลูกโป่งเอนไปทางหน้ารถ
3. ศีรษะเด็กเอนไปทางหน้ารถแต่ลูกโป่งเอนไปทางหลังรถ
4. ศีรษะเด็กเอนไปทางหลังรถแต่ลูกโป่งเอนไปทางหน้ารถ

กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุจะทำให้มีความเร่งในทิศเดียวกันกับแรงลัพธ์





ใช้คำนวณ ตาม แกน $\vec{a}$

$\sum F = ma$ → สูตรการค.ท. เลือกระบบมวล

$F_{ลุด} - F_{ต้าน}$

หลักการวิเคราะห์

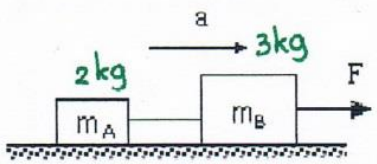
① **เลือกระบบ** ที่เราสนใจ

- เลือกทั้งหมดเป็นระบบเพื่อหา $\bar{a}$
- (เมื่อโจทย์กำหนดข้อมูล v, u, s, t มาให้)
  การหา $\bar{a}$ บางครั้งอาจหาจาก 5 สูตรหากินได้

② **ใส่แรง** ภายนอกที่กระทำต่อระบบ (แรงภายในไม่ต้องนำมาเขียน)

- สนใจแรงที่อยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่(แรงที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ไม่นำมาพิจารณา **ยกเว้น** มีแรงเสียดทาน)
- ต้องการหาแรงตรงส่วนไหนของระบบให้แยกระบบออกเป็นระบบย่อย ๆ (ตัด section)
- แรงดึงเชือกมีทิศออกจากระบบเสมอ (เชือกเส้นเดียวกันแรงดึงเชือกเท่ากันทั้งเส้น)

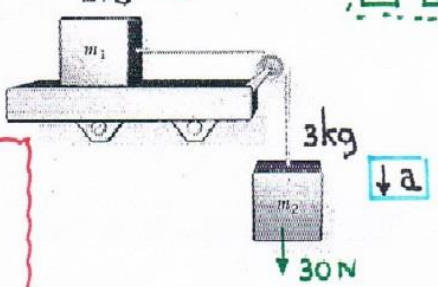
EX 1



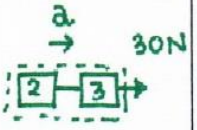
Sol: $a = \frac{v-u}{t} = \frac{20-0}{5} = 4\ m/s^2$ #

EX 2

u = 0
v = 20 m/s
t = 5 s
จงหา a



$\Sigma F = ma$
$30 = 5a$
$a = 6\ m/s^2$ #

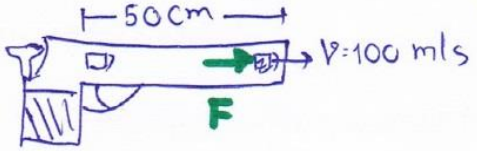


③ **ตั้งแกน** ตามความเหมาะสม

④ **แทนค่า** ตัวแปรต่าง ๆ เพื่อหาสิ่งที่โจทย์ถาม

- ถ้าถาม**แรงดล**หรือ**แรงลัพธ์** หมายถึง $\sum F$ (จึงไม่ต้องแทนแรงย่อยลงไป) แทนแต่ m และ a เท่านั้น

Ent 3 ลูกปืนมวล 20 g ยิงออกจากลำกล้องยาว 50 cm ด้วยความเร็วปลายกระบอกปืนเท่ากับ 100 m/s จงหา a ของลูกปืนภายในลำกล้องปืนและแรงที่ทำให้ลูกปืนเคลื่อนที่



(1) $v^2 = u^2 + 2as$

$100^2 = 0 + 2a(0.5)$

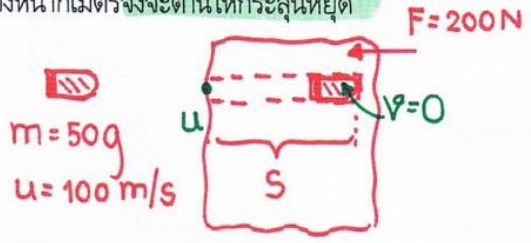
$a = 10{,}000\ m/s^2$ #

(2) $\Sigma F = ma$

$F = \frac{20}{1000}(10^4)$

$F = 200\ N$ #

Ent 4 กระสุนปืนมวล 50 g เคลื่อนที่เข้ากระสอบทรายด้วยความเร็ว 100 m/s โดยทรายมีแรงต้าน 200 N คงที่ ถามว่ากระสอบทรายต้องหนากี่เมตรจึงจะต้านให้กระสุนหยุด



$v^2 = u^2 + 2as$

$0 = 100^2 + 2(-4000)S$

$S = 1.25\ m$ #

$\Sigma F = ma$

$-200 = \frac{50}{1000}a$

$a = -4000\ m/s^2$

Ent 5 ถ้ามีแรงขนาด 12.0 นิวตัน และ 16.0 นิวตันกระทำต่อวัตถุซึ่งมีมวล 4.0 กิโลกรัม โดยแรงทั้งสองกระทำในทิศตั้งฉากซึ่งกันและกัน วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งเท่าใด (Ent'40)

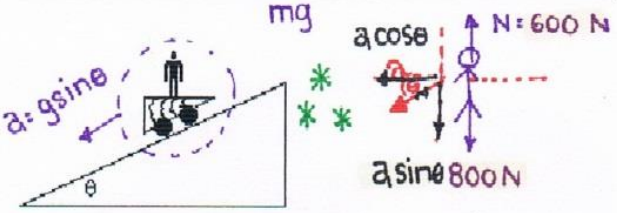
1. 3.0 m/s^2
2. 4.0 m/s^2
3. 5.0 m/s^2
4. 6.0 m/s^2

$\Sigma F = ma$

$\sqrt{12^2 + 16^2} = 4a$

$a = 5\ m/s^2$ #

Ent 6 เด็กคนหนึ่งยืนชั่งน้ำหนักอยู่บนแท่งไม้ติดล้อที่ไม่มีความฝืด ซึ่งอยู่บนพื้นเอียง ดังรูป ปรากฏว่าเขาอ่านน้ำหนักได้ 600 นิวตัน ถ้าปกติเด็กคนนี้มีน้ำหนัก 800 นิวตัน จงหาว่าพื้นนั้นเอียงทำมุมเท่าไรกับแนวระนาบ



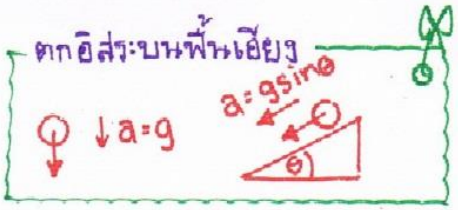
y: $\Sigma F = ma_y$

$800 - 600 = 80(a\sin\theta)$

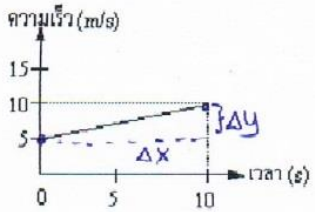
$\frac{200}{80} = g\sin\theta \cdot \sin\theta$

$\sin^2\theta = \frac{1}{4}$

$\sin\theta = \frac{1}{2} \rightarrow \theta = 30^\circ$ #



Ent 7 แรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุมวล 50 กิโลกรัม ทำให้มวลเคลื่อนที่โดยมีความเร็วสัมพันธ์กับเวลา ดังกราฟที่กำหนดให้ จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนี้ในหน่วยนิวตัน (Ent Oct'41 เติมคำ)



$\Sigma F = ma$

$= m(\text{slope})$

$= 50\left(\frac{5}{10}\right)$

$\therefore \Sigma F = 25\ N$ #

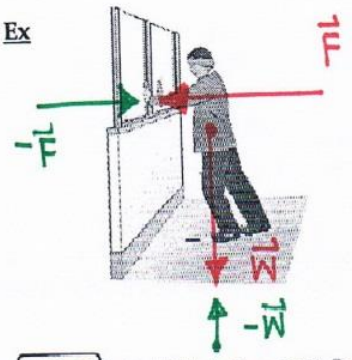
กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน และ แรงเสียดทาน

◈ นิยาม กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

"Action = Reaction" แรงกิริยาทุกแรงต้องมีปฏิกิริยา ซึ่งมีเงื่อนไขดังนี้

1. เป็นแรงที่มีขนาดเท่ากัน
2. มีทิศทางตรงข้ามกัน
3. กระทำบนวัตถุคนละก้อน (ห้ามนำมาหักล้างกัน)
4. อาจเกิดบนผิวสัมผัสที่ไม่แตะกันก็ได้

Ex



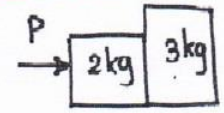
$\vec{F}$: มือ ดัน กำแพง

$-\vec{F}$: กำแพง ดัน มือ

$\vec{W}$: โลก ดึง คน

$-\vec{W}$: คน ดึง โลก

Note



2 kg ดัน 3kg = 3 kg ดัน 2kg

NOTE
1. แรง Action และ Reaction จะทำให้เกิดความเสียหายของวัตถุทั้ง 2 ชนิด เช่น รถชนลูกช้าง
2. การจะพิจารณาว่าแรงใดเป็น Action หรือ Reaction นั้น พยายามหาให้ได้ว่าแรง Action เป็นแรงที่อะไรทำกับอะไร แล้วก็กลับคำพูดนั้นเสียก็จะกลายเป็นแรง Reaction

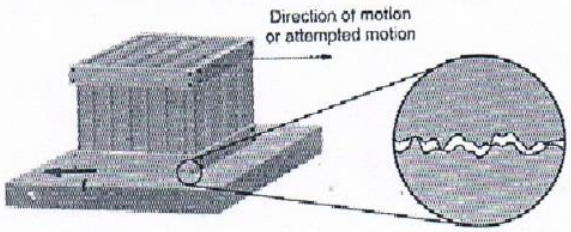
◈ แรงเสียดทาน (Friction)

แรงเสียดทานปกติ มี 3 ประเภท แต่ที่นิยมใช้ในระดับม.ปลายมี 2 ประเภทกล่าวคือ

ไม่มี F กระทำ → เริ่ม ค.ก.

1. **แรงเสียดทานสถิตย์** (f_s) เกิดเมื่อวัตถุยังไม่เคลื่อนที่หรือเริ่มเคลื่อนที่มีได้หลายค่าโดยมีค่า $0 \le f_s \le f_{s,max}$

$$f_{s,max} = \mu_s N$$



เมื่อ μ_s = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตย์

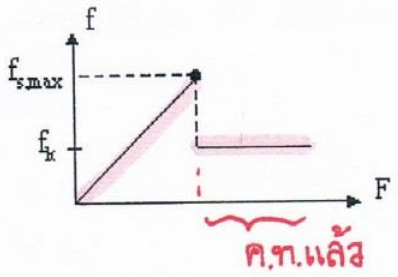
2. **แรงเสียดทานจลน์** (f_k) เกิดเมื่อวัตถุเคลื่อนที่แล้วมีเพียง 1 ค่าตลอดการเคลื่อนที่

$$f_k = \mu_k N$$

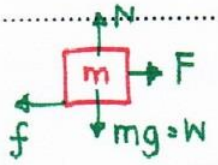
} เจอในกฎข้อ 2

เมื่อ μ_k = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

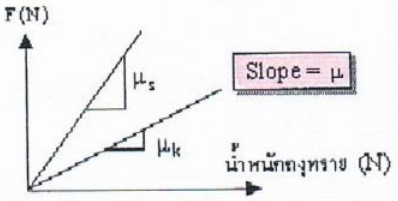
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง F และ f



อธิบายได้ว่า เมื่อเพิ่มแรงดึง ..... f_s จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึง $f_{s,max}$ ..... ∴ หลังจากนั้น f_s เปลี่ยนเป็น f_k .....



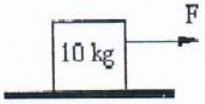
สมดุล
$\rightarrow = \leftarrow$
$F = f$
$F = \mu N$



สรุปผล

1. $\mu_s > \mu_k$ เสมอ
2. $f_s \left\{ \begin{matrix} > \\ = \end{matrix} \right\} f_k$

Ent 8 จงหาค่า f_s ของกรณีต่อไปนี้



กำหนด $\mu_s = 0.1$ และ $\mu_k = 0.05$

ค่าของแรง	ค่า f_s
1. F = 8 N	8 N
2. F = 9 N	9 N
3. F = 10 N ◎	10 N
4. F = 15 N	10 N

$f_{s,max} = \mu_s N$
$= 0.1(100)$
$= 10$ N

Ent 9 จงแสดงแรงคู่กิริยาและปฏิกิริยาของระบบแรงต่อไปนี้

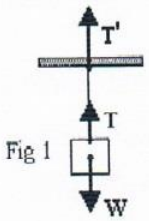
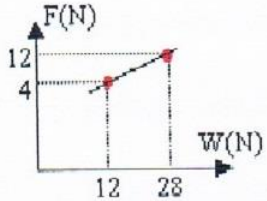


Fig 1

$\vec{T}'$: เพดานดึงเชือก
$-\vec{T}'$: เชือกดึงเพดาน
$\vec{T}$: เชือกดึงมวล
$-\vec{T}$: มวลดึงเชือก
$\vec{W}$: โลกดึงมวล
$-\vec{W}$: มวลดึงโลก

Ent 10 จากรูปการทดลองเรื่องการหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน จงหาค่า μ_k

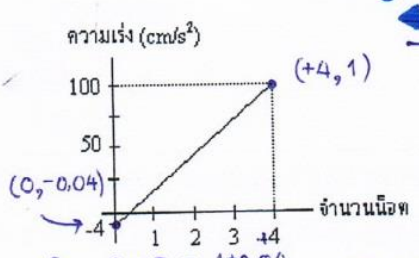


μ_k = slope
$= \frac{12-4}{28-12} = 0.5$ #

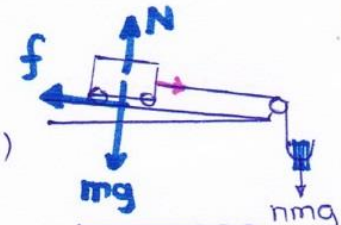
Ent 11 ในการทดลองเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง โดยใช้น้ำหนักน็อตเป็นแรงดึงให้รถทดลองเคลื่อนที่บนรางไม้ซึ่งชุดเชยแรงเสียดทาน และหาความเร่งของรถทดลองจากจุดบนแถบกระดาษที่ถูกรถดึงผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา มีการทำซ้ำจดได้ข้อมูลมากพอนำมาเขียนกราฟได้ ดังรูปถ้ารถทดลอง 1 คันมีมวล 500 กรัม น็อต 1 ตัว มีมวลเท่าใดในหน่วย กรัม (Ent'37)

ยกมุมขึ้นเล็กน้อย

1. 12.5 g
2. 13.0 g
3. 50.0 g
4. 52.0 g



$\therefore 2mg = \frac{1+0.04}{+4} \rightarrow m = 0.013\ kg = 13\ g$ #



ถือว่ามวลอยู่แขวนรอก

สมมติ น็อต 1 ตัว m kg
น็อต n ตัว nmg kg
แทนแรงดึง

$\Sigma F = ma$
$nmg - f = (0.5)a$
$a = \frac{2nmg - f}{8}$
$a = (2mg)n - f$
$y = (slope)x - c$ —*

Ent 12 ยิงลูกปืนมวล 12 กรัม ไปยังแท่งไม้ซึ่งตรึงอยู่กับที่ ปรากฏว่าลูกปืนฝังเข้าไปในเนื้อไม้เป็นระยะ 5 เซนติเมตร ถ้าความเร็วของลูกปืนคือ 200 เมตรต่อวินาที จงหาแรงต้านทานเฉลี่ยของเนื้อไม้ต่อลูกปืน (Ent Mar'43)

1. 4,800 N
2. 6,000 N
3. 9,600 N
4. 12,000 N

$\Sigma F = ma$

$F = \frac{12}{1000}\left(\frac{-4\times10^5}{5}\right)$

$\therefore F = 4800\ N$ #

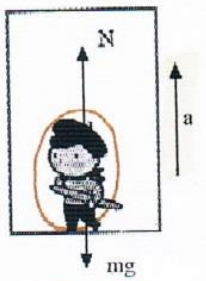
$v^2 = u^2 + 2as$
$0 = 200^2 + 2a\left(\frac{5}{100}\right)$
$a = -4\times10^5\ m/s^2$

การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

① แรงปฏิกิริยาของลิฟต์ คน → หา N ทั้งลิฟต์ → หา สลิง T

โจทย์มักถามแรง N ซึ่งอาจจะใช้คำถามหลายแบบ

N = น้ำหนักที่อ่านจากตาชั่งในลิฟต์
= แรงที่มวลกดลงบนพื้นลิฟต์
= แรงปฏิกิริยาที่พื้นลิฟต์ทำต่อมวล
= แรงหรือแรงเฉลี่ยระหว่างมวลกับพื้น



$\Sigma F = ma$
$N - mg = ma$ —①

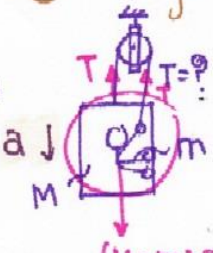
$\Sigma F = ma$
$mg - N = ma$ —②

NOTE
1. จากรูปข้างต้นเป็นการพิจารณาคนในลิฟต์เป็นระบบ
รูป A : ตาชั่งจะอ่านน้ำหนักได้มากกว่าความเป็นจริง
รูป B : ตาชั่งจะอ่านน้ำหนักได้น้อยกว่าความเป็นจริง

2. ถ้าเราเลือกทั้งลิฟต์เป็นระบบจะพบว่าแรง N จะเป็นแรงภายในทันที

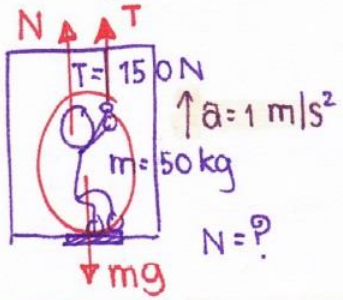
3. ถ้าลิฟต์เคลื่อนที่ด้วยความหน่วง (หมายความว่า ช้าลง) ให้ **แทน a เป็นลบ**

Ex



$(M+m)g$
$\Sigma F = ma$
$(M+m)g - 2T = (m+M)a$ #

Ent 13 นักเรียนคนหนึ่งมีมวล 50 kg ยืนอยู่บนตาชั่งในลิฟต์ที่กำลังเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 1 m/s² ในขณะเดียวกันมือของเขาก็ดึงเชือกที่แขวนอยู่กับเพดานลิฟต์ ถ้าเชือกมีแรงตึง 150 N เข็มของตาชั่งจะชี้ที่กี่กิโลกรัม



$\Sigma F = ma$

$T + N - mg = ma$

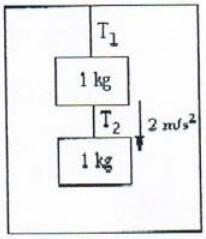
$150 + N - 500 = 50(1)$

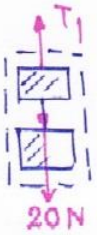
$N = 400$ N

$= 40$ kg #

Ent 14 มวล 2 ก้อน มีมวลก้อนละ 1 กิโลกรัมผูกติดเชือกน้ำหนักเบา และแขวนติดกับเพดานของลิฟต์ดังรูป ถ้าลิฟต์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 2 m/s จงหาแรงตึงในเส้นเชือก T_1 และ T_2 (Ent Mar'43)

1. $T_1 = 16$ N และ $T_2 = 8$ N
2. $T_1 = 20$ N และ $T_2 = 10$ N
3. $T_1 = T_2 = 20$ N
4. $T_1 = 24$ N และ $T_2 = 12$ N

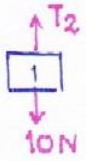




$\Sigma F = ma$

$20 - T_1 = 2(2)$

$T_1 = 16$ N #



$\Sigma F = ma$

$10 - T_2 = 1(2)$

$T_2 = 8$ N #

Ent 15 ลิฟต์เครื่องหนึ่งขณะเคลื่อนที่ขึ้นจะมีความเร่ง 3 m/s² และลวดที่แขวนลิฟต์จะทนแรงดึงได้ไม่เกิน 8,000 N ถ้าลิฟต์มวล 200 kg และคนหนึ่งคนมีมวลเฉลี่ย 60 kg ลิฟต์จะบรรทุกคนได้กี่คนที่ความเร่งดังกล่าว

② ระบบมวลหลายก้อน และมวลติดรอกเดี่ยวตายตัว

โจทย์ประเภทนี้เป็นโจทย์ HIT-HOT ที่นิยมนำมาออกข้อสอบ ENT บ่อยๆ

หลัก 1. กำหนดทิศทางเคลื่อนที่ ($\bar{a}$) ของวัตถุ 2. แตกแรงให้อยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่

3. ถ้าคิดทั้งหมดเป็นระบบแรงภายในไม่ต้องนำมาคำนวณ

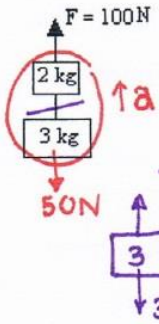
4. ถ้าต้องการหาแรงภายในให้ตัด Section ณ.จุดนั้นๆ ออกมา (แรง T พุ่งออกจากระบบเสมอ)

5. แรงที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ไม่ต้องนำมาคำนวณ (**ยกเว้นแรงเสียดทาน**) เพราะอยู่คนละแกนกันจะไม่มีผล

NOTE ตาชั่งสปริงติดระหว่างเชือก (หมายถึง ตัวเองประพฤติตัวเป็นเชือกเส้นนั้น) ดังนั้น แรงที่ตาชั่งสปริงอ่านได้ ก็คือแรงตึงเชือกนั่นเอง

$\frac{100}{2+3} = \frac{T}{3}$ → $T = 60$ N # (ไม่มี friction)

1.



$\Sigma F = ma$

$100 - 50 = 5a$

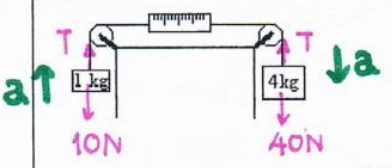
$a = 10\ m/s^2$

$\Sigma F = ma$

$T - 30 = 3(10)$

$T = 60$ N #

2.



$\Sigma F = ma$

$40 - 10 = 5a$

$a = 6\ m/s^2$

1kg

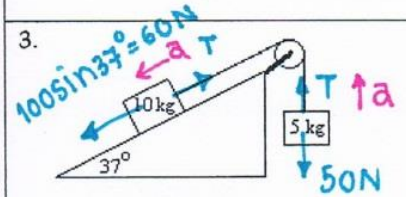
$\Sigma F = ma$

$T - 10 = 1(6)$

$T = 16$ N

↳ ตาชั่งอ่านได้

3.



$\Sigma F = ma$

$60 - 50 = 15a$

$a = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}\ m/s^2$

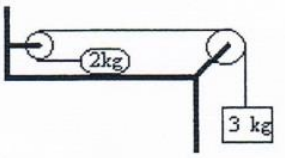
5kg

$\Sigma F = ma$

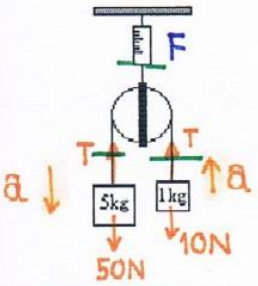
$T - 50 = 5(\frac{2}{3})$

$T = 53.33$ N #

4.



Ent 16 จากรูปรอกเบาและเกลี้ยงแขวนไว้กับตาชั่งสปริงมีมวล 5 kg และ 1 kg ผูกติดกันด้วยเชือกเบาคล้องผ่านรอกเคลื่อนที่อิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงโลกจะอ่านค่าจากตาชั่งสปริงได้เท่าไร



$\Sigma F = ma$

$50 - 10 = 6a$

$a = \frac{40}{6} = \frac{20}{3}\ \frac{m}{s^2}$

1kg: $\Sigma F = ma$

$T - 10 = 1(\frac{20}{3})$

$T = \frac{50}{3}$ N

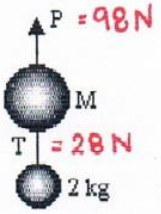
↑ = ↓

$F = 2T$

$F = \frac{100}{3}$ N #

Ent 17 จากรูป วัตถุมวล M ถูกผูกติดกับวัตถุมวล 2 กิโลกรัม ด้วยเชือกเส้นล่าง ขณะที่วัตถุทั้งสองถูกดึงขึ้นจากเชือกเส้นบนด้วยความเร่ง a เมตร/วินาที² ขนาดแรงตึงของเชือกเส้นล่าง (T) มีค่า 28 นิวตัน ถ้าในขณะนั้นขนาดแรงตึงเชือกของเชือกเส้นบน (P) มีค่า 98 นิวตัน M มีค่าเท่าใด

1. 4.0 กิโลกรัม
2. ~~5.0 กิโลกรัม~~
3. 6.0 กิโลกรัม
4. 10 กิโลกรัม

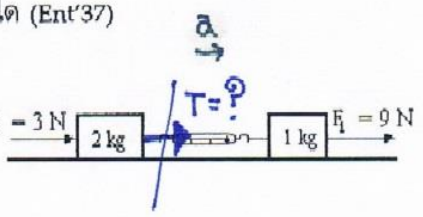


$\frac{28}{2} = \frac{98}{M+2}$

$M = 5$ kg #

Ent 18 จากรูป ถ้ามวล 1 กิโลกรัม และ 2 กิโลกรัมอยู่บนพื้นราบผิวเกลี้ยง และไม่คิดมวลเครื่องชั่งสปริงและเชือก ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งเป็นเท่าใด (Ent'37)

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



$\Sigma F = ma$

$9 + 3 = 3a$

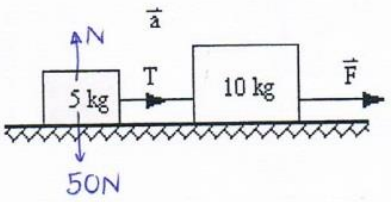
$a = 4\ m/s^2$

2 kg: $\Sigma F = ma$

$T + 3 = 2(4)$

$T = 5$ N #

Ent 19 วัตถุมวล 5.0 และ 10.0 กิโลกรัม ผูกติดกันด้วยเชือกเบาดังรูป วัตถุทั้งสองวางอยู่บนพื้นราบที่ไม่มีความฝืดให้แรง F ซึ่งมีค่าคงที่กระทำต่อวัตถุทั้งสอง หลังจากดึงได้นาน 15 วินาที วัตถุทั้งสองก็มีความเร็ว 45.0 เมตรต่อวินาที แรงดึงมวล 5 กิโลกรัมเป็นกี่นิวตัน (Ent'38 เติมคำ)



5kg : $\Sigma F = ma$

$T = 5(3)$

$T = 15$ N #

$v = u + at$

$45 = 0 + a(15)$

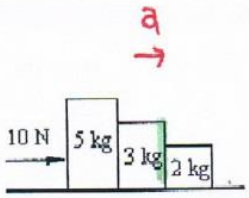
$a = 3\ m/s^2$

Ent 20 มวล 2 ก้อนผูกติดกันด้วยเชือกซึ่งมีมวล 8 kg และมีแรง 480 N ดึงในแนวดิ่ง จงหา

1. a ของระบบ
2. แรงตึงเชือกที่ปลายบน
3. แรงตึงเชือกที่ตรงกลาง
4. แรงตึงเชือกที่ปลายล่าง

Ent 21 แท่งไม้มวล 5 กิโลกรัม, 3 กิโลกรัม และ 2 กิโลกรัม วางติดกันบนพื้นเกลี้ยง ถ้าออกแรงผลัก 10 นิวตัน ดังรูป จงหาขนาดของแรงที่แท่งไม้ 2 กิโลกรัม กระทำต่อแท่งไม้ 3 กิโลกรัม (Ent Oct'41)

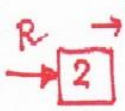
1. 2.0 N
2. 5.0 N
3. 8.0 N
4. 10.0 N



$\Sigma F = ma$

$10 = 10a$

$a = 1\ m/s^2$



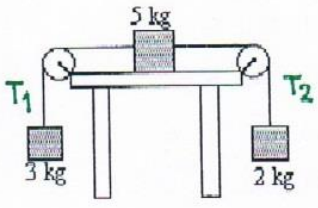
$\Sigma F = ma$

$R = 2(1)$

$R = 2$ N #

Ent 22 วัตถุมวล 5 กิโลกรัม วางอยู่บนโต๊ะที่ไม่มีความเสียดทาน ปลายทั้งสองข้างผูกเชือกเบาแล้วคล้องผ่านรอกที่ไม่มีความฝืดนำวัตถุมวล 3 กิโลกรัม และ 2 กิโลกรัม ผูกติดกับปลายเชือกทั้งสองด้านดังรูป เมื่อปล่อยให้มวลทั้งหมดเคลื่อนที่แรงที่เชือกดึงมวล 3 กิโลกรัม และ 2 กิโลกรัม เป็นเท่าใด (ตอบตามลำดับ) (Ent'39)

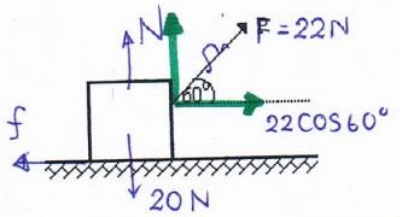
1. 30 N. และ 20 N.
2. 27 N. และ 22 N.
3. 25 N. และ 20 N.
4. 20 N. และ 15 N.



$T_2 > 20$ N (sense)

Ent 23 กล่องใส่มวล 2 กิโลกรัม ถูกดึงจากหยุดนิ่งด้วยแรงคงที่ขนาด 22 นิวตัน ในทิศ 60 องศากับแนวราบให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นราบจนมีความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ในเวลา 0.8 วินาที ถ้าคิดว่าแรงเสียดทานคงที่แรงเสียดทาน P จะมีขนาดกี่นิวตัน (Ent'38)

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



$\Sigma F = ma$

$22\cos 60^\circ - f = 2(2.5)$

$f = 6$ N #

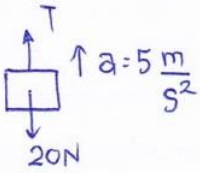
$v = u + at$

$2 = 0 + a(0.8)$

$a = 2.5$ m/s²

Ent 24 นักเรียนคนหนึ่งถือเชือกเบาซึ่งปลายข้างหนึ่งผูกติดกับแท่งวัตถุมวล 2.0 กิโลกรัม ให้หาแรงที่เชือกดึงมือเมื่อดึงเชือกขึ้นด้วยความเร่ง 5.0 เมตรต่อวินาที² (Ent'38)

1. 20.0 N
2. 30.0 N
3. 35.0 N
4. 40.0 N



$\Sigma F = ma$

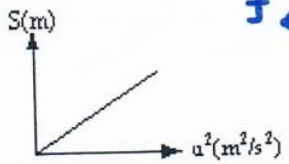
$T - 20 = 2(5)$

$T = 30$ N #

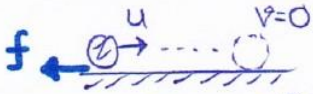
เท่ากับ มือ ดึง เชือก } T
เท่ากัน เชือก ดึง มวล }

Ent 25 ในการทดสอบโต๊ะบิลเลียด โดยให้ลูกบิลเลียดมวล 500 กรัม วิ่งด้วยความเร็วต้น u ต่าง ๆ กัน ไปบนพื้นโดยไม่กระทบขอบโต๊ะ แล้ววัดระยะทางที่ลูกบิลเลียดวิ่งไปได้ S ปรากฏว่ากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง S และ u^2 เป็นกราฟเส้นตรง ความชันของกราฟเป็น 0.1 s²/m จากข้อมูลข้างต้นแรงต้านเฉลี่ยที่พื้นโต๊ะกระทำต่อลูกบิลเลียดเป็นเท่าใด (Ent'39)

1. 2.5 N.
2. 3.0 N.
3. 3.5 N.
4. 4.0 N.



Slope ↑



$\Sigma F = ma$

$f = m\frac{u^2}{2S}$

$v^2 = u^2 + 2as$

$0 = u^2 - 2as$

$a = \frac{u^2}{2S}$

$S = \left(\frac{m}{2f}\right)u^2$ Slope

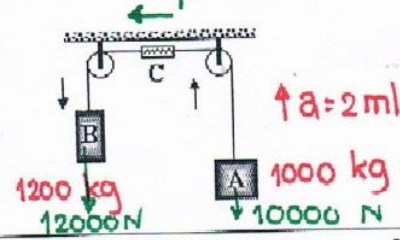
$0.1 = \frac{0.5}{2f}$

$f = 2.5$ N #

ใส่ F ภายนอก

Ent 26 ระบบลิฟต์ประกอบด้วยห้องโดยสาร A หนัก 1,000 kg ตุ้มถ่วง B หนัก 1,200 kg และระบบฉุดลาก C พร้อมรอกและสายพานหากขณะที่ห้องโดยสารเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 2 m/s² และตุ้มถ่วงเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งที่เท่ากัน จงหาแรงฉุดลากที่ C กระทำต่อสายพาน โดยสมมติว่าไม่มีแรงเสียดทานของรอกและสายพานและไม่คิดมวลที่รอกและสายพาน กำหนดให้ g = 10 m/s²

1. 0.4 kN
2. 2 kN
3. 2.4 kN
4. 6.4 kN



$\Sigma F = ma$ ** *

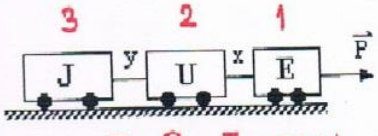
$12000 - 10000 + F = 2200\ (2)$

$F = 2400$ N

$= 2.4$ kN #

Ent 27 ใช้แรง $\vec{P}$ ดึงรถทดลอง 3 คัน มีมวล 1, 2 และ 3 กิโลกรัม รถทั้งสามต่อกันด้วยเส้นเชือก x และ y ดังรูป โดยคิดว่าไม่มีแรงเสียดทานระหว่างรถกับพื้นเลย ถ้าเส้นเชือก x มีความตึง 20 นิวตัน แรงดึง $\vec{P}$ และความตึงเส้นเชือก y จะเป็นกี่นิวตัน ตามลำดับ

1. 12 และ 4
2. 16 และ 12
3. 24 และ 4
4. 24 และ 12

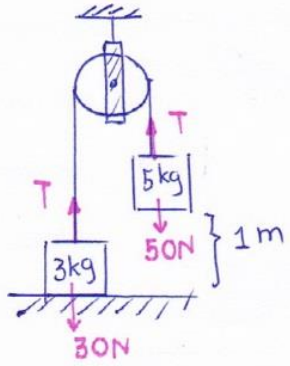


$\frac{T_y}{3} = \frac{20}{3+2} = \frac{P}{1+2+3}$

$T_y = 12$ N

$P = 24$ N #

Ent 28 ผูกมวล 3 และ 5 kg ที่ปลายเชือกแล้วคล้องผ่านรอกลื่นเริ่มต้นจับให้มวล 3 kg แตะพื้นในขณะที่มวล 5 kg อยู่สูงเหนือพื้น 1 เมตรพอดี เมื่อปล่อยให้ระบบเคลื่อนที่มวล 3 kg จะเคลื่อนที่ได้สูงสุด จากพื้นดินเป็นระยะทางเท่าใด



$\Sigma F = ma$

$50-30 = 8a$

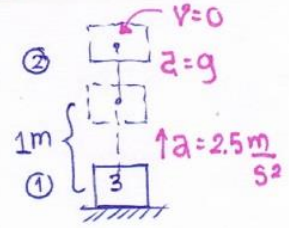
$a = 2.5\ m/s^2$

ขณะ 5 kg ถึงพื้น

$v^2 = u^2 + 2as$

$v^2 = 0 + 2(2.5)1$

$v^2 = 5\ (m/s)^2$



ช่วง ②: $v^2 = u^2 + 2as$

$0 = 5 + 2(-10)s$

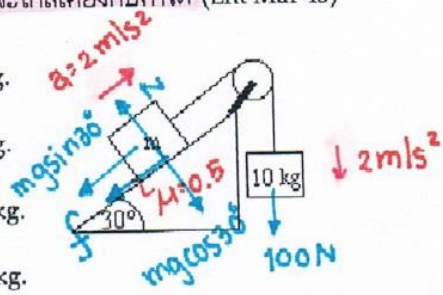
$s = 0.25\ m$

$\therefore s_{max} = 1 + 0.25$

$= 1.25\ m$ #

Ent 29 มวล m วางบนพื้นเอียงทำมุม 30 องศา กับพื้นราบถูกโยงกับมวล 10 กิโลกรัม ด้วยเชือกไร้น้ำหนักซึ่งพาดอยู่บนรอกดังรูป ถ้ามวล m กำลังเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 2.0 m/s^2 และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างมวล m กับพื้นเอียงคือ 0.5 มวล m จะใกล้เคียงกับค่าใด (Ent Mar'43)

1. 7 kg.
2. 9 kg.
3. 10 kg.
4. 11 kg.



มี friction เยอะ F ให้ครบ

$\Sigma F = ma$

$100 - mg\sin30^\circ - f = (10+m)a$

$100 - m(10)\frac{1}{2} - \mu N = (10+m)2$

$100 - 5m - 0.5\,mg\cos30^\circ = 20 + 2m$

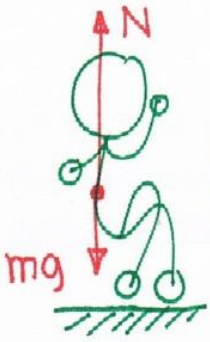
$100 - 5m\frac{\sqrt{3}}{2} = 20 + 7m$

$80 = \left(5\frac{\sqrt{3}}{2} + 7\right)m$

$m \approx 7\ kg$ #

Ent 30 นักกระโดดร่มมวล 65 กิโลกรัม ลงถึงพื้นดินด้วยการย่อตัว ขณะยืดตัวขึ้นจุดศูนย์กลางมวลของร่างกายมีขนาดของความเร่ง 30 m/s แรงที่พื้นกระทำต่อรองเท้าของนักกระโดดร่มคนนี้เป็นเท่าใด (Ent Oct'42)

1. 650 N
2. 1,300 N
3. 1,950 N
4. 2,600 N



$a = 30\ m/s^2$

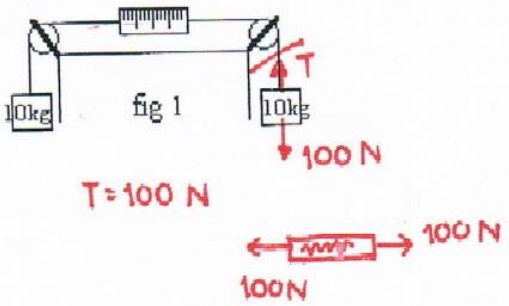
$\Sigma F = ma$

$N - mg = ma$

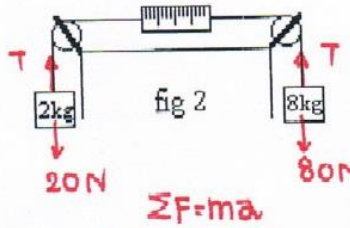
$N - 650 = 65(30)$

$N = 2600\ N$ #

Ent 31 จงหาน้ำหนักที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงในรูปต่อไปนี้



$T = 100\ N$



2kg

$\Sigma F = ma$

$80 - 20 = 10a$

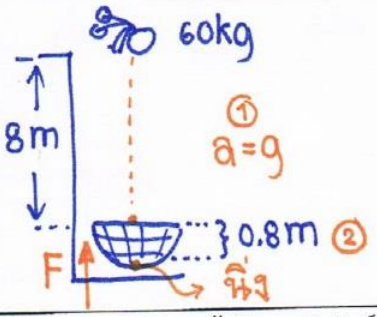
$a = 6\ m/s^2$

$T - 20 = 2(6)$

$T = 32\ N$ #

Ent 32 ในเหตุการณ์ไฟไหม้ครั้งหนึ่ง ชายมวล 60 กิโลกรัมติดอยู่บนตึกสูง และจำเป็นต้องกระโดดลงมาบนตาข่ายซึ่งคนข้างล่างช่วยกันจับไว้ โดยเขาอยู่สูงกว่าตาข่าย 8 เมตร ภายหลังการกระโดดตาข่ายยุบลงจากระดับเดิม 0.8 เมตร โดยที่ตัวชายผู้นี้มิได้กระดอนออกจากตาข่ายเลย จงหาแรงเฉลี่ยที่ตาข่ายกระทำต่อชายผู้นี้ (Ent'41)

1. 5,400 N
2. 6,600 N
3. 7,200 N
4. 8,100 N



① $a = g$

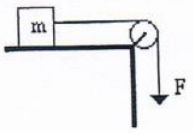
① : $v^2 = u^2 + 2gs$
$= 0 + 20(8)$
$v^2 = 160$

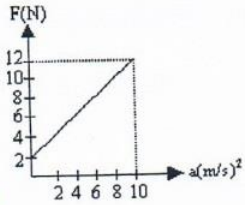
② : $v^2 = u^2 + 2as$
$0 = 160 + 2a(0.8)$

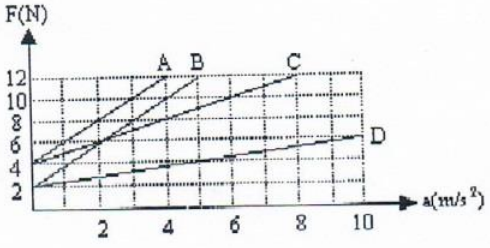
$a = -100\ m/s^2$

$\Sigma F = ma$
$mg - F = 60(-100)$
$F = 600 + 6000$
$F = 6600\ N$ #

Ent 33 จากการออกแรง F ดึงมวล m ดังรูป จะได้ความสัมพันธ์ของแรงดึงและความเร่งของมวล ดังกราฟ ถ้าวางมวล m อีก 1 ก้อนบนมวลเดิม จะได้กราฟของแรงดึงกับความเร่งตามข้อใด (Ent'41)







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

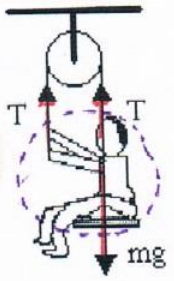
$\Sigma F = ma$
$F - f = ma$
$F = ma + f$ ② $f = \mu N = \mu mg$
$y = mx + c$
slope = มวล

$\therefore m_{1\text{ ก้อน}} = \frac{12-2}{10-0}$ ①
$= 1\ kg$

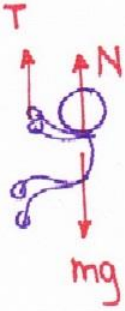
ถ้ามวลเพิ่มเป็น 2 kg
→ slope = 2
→ friction ⇒ 2 เท่า (ระยะตัด y มากขึ้น)
∴ กราฟ A สอดคล้อง

③ การนั่งชิงช้าดึงตัวเอง

หลัก 1. เชือกเส้นเดียวกัน แรงดึงเชือกมีขนาดเท่ากันพิจารณาจากสิ่งใด พุ่งออกจากสิ่งนั้น
2. พิจารณาคนกับชิงช้าเป็นระบบเดียวกันจะมีแรงฉุด 2 แห่ง
3. อย่าสับสน ! แรงที่ **เชือกดึงมือ กระทำที่มือ** แรงที่ **มือดึงเชือก กระทำที่เชือก**



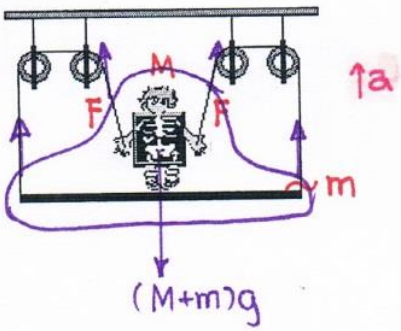
Ex จดตามพี่จ๋อในห้องนะ



แยกก้อน จะมี N

จากรูป $\Sigma F = ma_y$
$2T - mg = ma$
$T = \frac{mg + ma}{2}$ #

Ent 34 ชายคนหนึ่งมีมวล M ยืนบนกระเช้ามวล m ชายคนนี้ดึงเชือกขึ้นดังรูป เขาดึงเชือกแต่ละเส้นด้วยแรง F ทำให้เคลื่อนที่ขึ้นด้วย a จงหาค่า a นี้



$\Sigma F = ma$

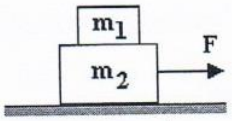
$4F - (M+m)g = (m+M)a$

$a = \frac{4F}{M+m} - g$ #

Ent 35 จรวดมีมวล 2500 กิโลกรัม ปล่อยออกจากฐานยิงจรวด ด้วยอัตราเร่ง 15 เมตร/วินาที^{2} ถ้าแรงต้านของอากาศมีค่าเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของแรงขับดันทั้งหมด จงหาแรงขับดันของแก๊สที่พ่นออกทางด้านท้ายของจรวด (กำหนดให้ g = 10 m/s^2)

1. 69 kN
2. 56 kN
3. 41 kN
4. 33 kN

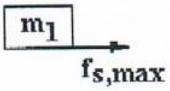
④ การเคลื่อนที่ของมวลซ้อนกัน

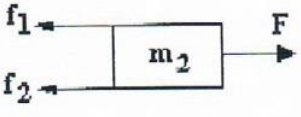


ทุกผิวสัมผัสมีแรงเสียดทาน

หลัก 1. แยกคัด FBD ของแต่ละก้อน (ห้ามคิดรวม 2 ก้อนเด็ดขาด เพราะอาจจะเลื่อนไล่กัน โดยไม่ไปพร้อมกัน , a ไม่เท่ากัน)

2. มวลที่ไม่ถูกฉุด เลื่อนช้ากว่า แยกพิจารณา FBD ดังต่อไปนี้

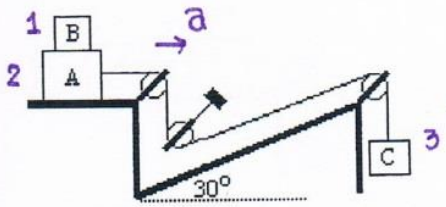


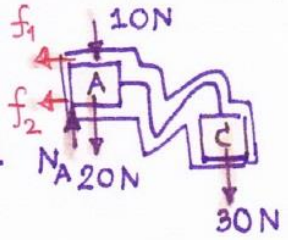


☺ ถ้า $a_1 > a_2$ เป็นไปไม่ได้ ให้คิดหา a ใหม่ โดยถือว่าติดกาวกัน

☺ ถ้า $a_1 < a_2$ เป็นไปได้ คิดแยกเลย

Ent 36 จากรูปมวล A , B และ C มีค่า 2, 1, 3 kg ตามลำดับ ถ้าทุกผิวมี $\mu_s = 0.2$ และ $\mu_k = 0.1$ รอกเบาไม่มีมวล จงหา a_A





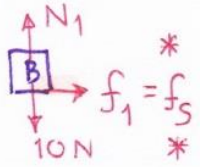
$\Sigma F = ma$

$30 - f_1 - f_2 = (5)a$

$30 - \mu N_1 - \mu N_2 = 5a$

$30 - 0.1(10) - 0.1(30) = 5a$

$a = 5.2\ m/s^2$ #



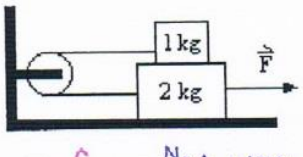
$\Sigma F = ma$ | $0.2(10) = 1a$

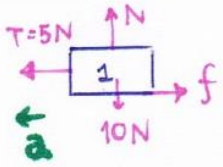
$f_S = ma$ | $a = 2\ m/s^2$

$\mu N = ma$ | ↳ check ว่ามี สไลย กว่าก้อนล่าง

Ent 37 มวล 1 กก. และ 2 กก. ผูกติดกันด้วยเชือกเบา แล้วนำไปคล้องลูกรอกดังรูป จงหาขนาดของแรง F ที่ทำให้ความตึงของเชือกเท่ากับ 5 นิวตัน สัมประสิทธิ์จลน์ระหว่างมวล 1 กก. กับมวล 2 กก.และระหว่างมวล 2 กก. กับพื้นเป็น 0.25

1. 15.0 N
2. 17.5 N
3. 20.0 N
4. 22.5 N



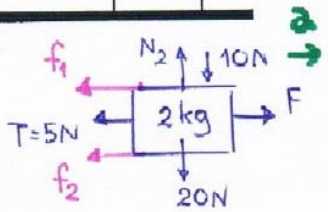


$\Sigma F = ma$

$5 - f = ma$

$5 - \mu N = 1a$

$5 - 0.25(10) = a \rightarrow a = 2.5\ m/s^2$



$\Sigma F = ma$

$F - T - f_1 - f_2 = 2(2.5)$

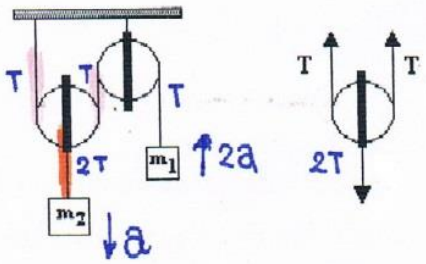
$F - 5 - 0.25(10) - 0.25(20+10) = 5$

$F = 20\ N$ #

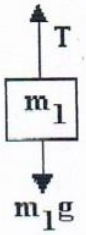
⑤ **ระบบรอกเดี่ยวเคลื่อนที่** (อย่างยาก)

หลัก 1. a เส้นคู่ = 2a เส้นเดี่ยว 2. ตัวรอกสมดุลเสมอ

พิจารณารูปตัวอย่าง



พิจารณามวล m_1 เป็นระบบ



$\Sigma F = ma$

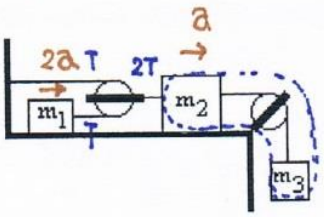
$T - m_1g = m_1(2a)$ —①

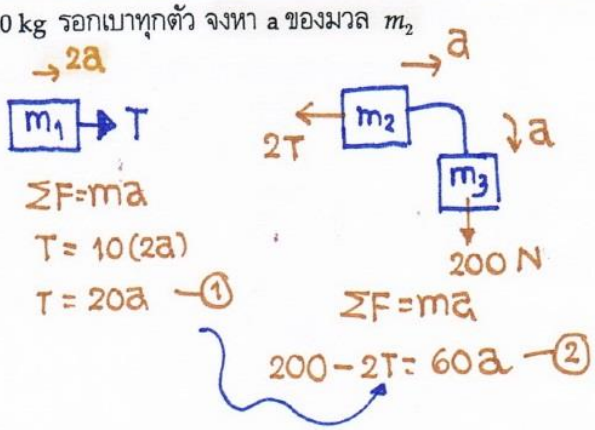
พิจารณามวล m_2 เป็นระบบ

$\Sigma F = ma$

$m_2g - 2T = m_2a$ —②

Ent 38 จากรูป $m_1 = 10\ kg$, $m_2 = 40\ kg$, $m_3 = 20\ kg$ รอกเบาทุกตัว จงหา a ของมวล m_2





ลองทำดู .....

⑥ คนหรือลิงไต่เชือก

หลัก 1. ใช้สูตร $\sum F = ma$ แรงในแนวดิ่ง คือ mg และ T

2. ถ้ามวลเคลื่อนที่ไปทางไหนด้วยความเร่งให้สมมุติว่าแรงข้างนั้นมากกว่า

แบบที่ 1 ลิงไต่เชือกขึ้นด้วยความเร่ง

$\sum F = ma$

$T - mg = ma$ #

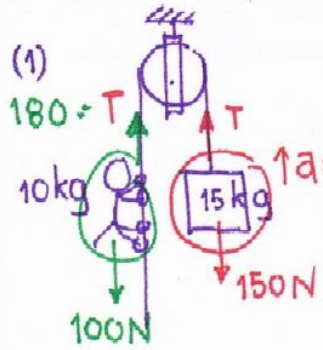
แบบที่ 2 ลิงไต่เชือกลงด้วยความเร่ง

$\sum F = ma$

$mg - T = ma$ #

Ent 39 ลิงตัวหนึ่งมีมวล 10 kg ไต่เชือกเบา ปลายข้างหนึ่งผูกมวล 15 kg จงหา

1. ลิงไต่ ขึ้น – ลง ด้วย a เท่าไร มวล 15 kg จึงเคลื่อนที่ขึ้นด้วย $a = 2\ m/s^2$
2. ถ้าลิงไต่แล้วหยุด ลิงจะเคลื่อนที่ด้วย a เท่าไร และแรงตึงเชือกขณะนั้นเป็นเท่าไร



$\Sigma F = ma$

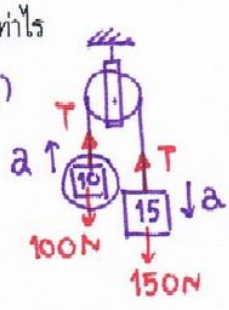
$T - 150 = 15(2)$

$T = 180\ N$

ลิงไต่ขึ้น : $\Sigma F = ma$

$180 - 100 = 10\,a_{ลิง}$

$a_{ลิง} = 8\ m/s^2$ #



$\Sigma F = ma$

$150 - 100 = 25a$

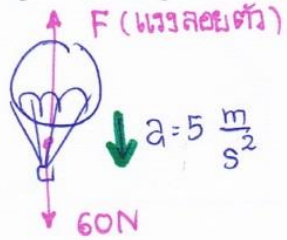
$a = 2\ m/s^2$ #

$T - 100 = 10(2)$

$T = 120\ N$ #

Ent 40 บอลลูนลูกหนึ่งกำลังลอยลงมาในแนวดิ่งด้วยความเร่ง 5 ms^{-2} น้ำหนักของบอลลูนรวมทั้งสิ้น 60 N จะต้องทิ้งมวลออกจากบอลลูนเท่าใด บอลลูนจึงจะลอยขึ้นด้วยความเร่ง 5 ms^{-2} ไม่คิดแรงต้านจากอากาศ

1st

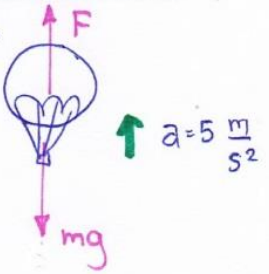


$\Sigma F = ma$

$60 - F = 6(5)$

$F = 30\ N$

2nd



$\Sigma F = ma$

$30 - mg = m(5)$

$30 = 15m$

$m = 2\ kg$

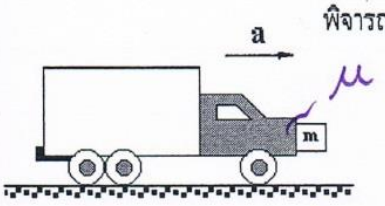
∴ โยนมวลทิ้ง $= 6 - 2 = 4\ kg$ #

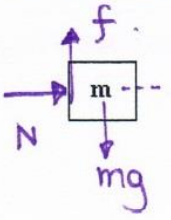
⑦ ระบบบนวัตถุที่มีความเร่ง

หลัก 1. ความเร่งของระบบเท่ากับความเร่งของวัตถุนั้น

2. พิจารณาแรงที่กระทำต่อระบบแล้วนำเข้าสมการนิวตันตามปกติ (แกนใดไม่มีความเร่งแกนนั้นสมดุล)

พิจารณามวล m เป็นระบบ





แกน X : $\Sigma F = ma$

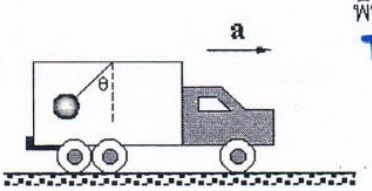
$N = ma$ —①

แกน Y : ↑ = ↓

$f = mg$ —②

$f = \mu N$

พิจารณาลูกตุ้มเป็นระบบ



แกน X : $\Sigma F = ma$

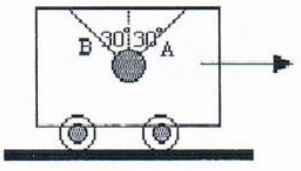
$T\sin\theta = ma$ —①

แกน Y : ↑ = ↓

$T\cos\theta = mg$ —②

Trick ① , $\tan\theta = \frac{a}{g}$ → $a = g\tan\theta$

Ent 41 จงหา a ที่ทำให้แรงตึงเชือก T_A เป็น 2 เท่าของแรงตึงเชือก T_B



→ a

$\Sigma F = ma$

$2T_B \leftarrow T_A\sin30° - T_B\sin30° = ma$

$T_B\sin30° = ma$ —①

↑ = ↓ ($2T_B$)

$T_B\cos30° + T_A\cos30° = mg$

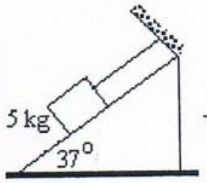
$3T_B\cos30° = mg$ —②

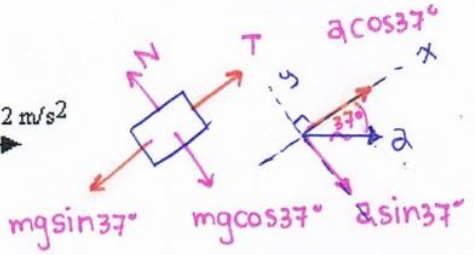
① / ② ; $\frac{\tan30°}{3} = \frac{ma}{mg}$

$a = \frac{10}{3} \times \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{9}\ m/s^2$ #

Ent 42 ลิ่มอันหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} บนลิ่มมีมวล 5 กิโลกรัมผูกด้วยเชือกเบามาก ดังรูป แรงตึงในเชือกมีค่ากี่นิวตัน เมื่อถือว่าผิวสัมผัสเป็นผิวเกลี้ยง

1. 1
2. 34
3. 38
4. 110





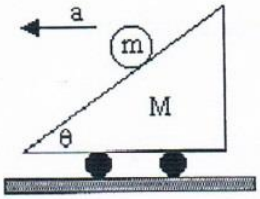
x: $\Sigma F_x = ma_x$

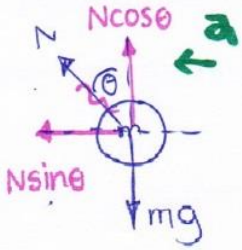
$T - mg\sin 37^\circ = m(a\cos 37^\circ)$

$T - 50\left(\frac{3}{5}\right) = 5\left(2\times\frac{4}{5}\right)$

$T = 38$ N #

Ent 43 จงหา a จากรูปที่ทำให้มวล m เกาะติดไปกับ M ได้





x: $\Sigma F = ma$

$N\sin\theta = ma$ —①

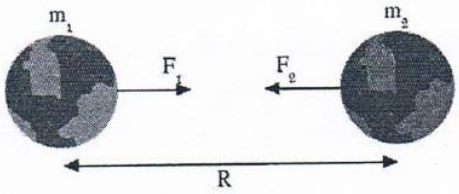
y: $\uparrow = \downarrow$

$N\cos\theta = mg$ —②

$\frac{①}{②}$; $\tan\theta = \frac{a}{g}$ $\rightsquigarrow$ $a = g\tan\theta$ #

กฎแรงดึงระหว่างมวลของนิวตัน และ ความเร่งของดวงดาว

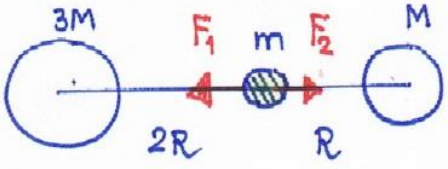
☯ **กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลนิวตัน .....**



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

เมื่อ G = ค่านิจโน้มถ่วงสากล = 6.67×10^{-11} N · m^2/kg^2

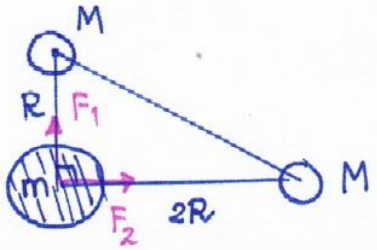
Ex จงหาค่าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อมวล m



$F_1 = \frac{G(3M)m}{(2R)^2} = \frac{3}{4}\frac{GMm}{R^2}$

$F_2 = \frac{GMm}{R^2} = 1\frac{GMm}{R^2}$

$\therefore \quad \Sigma F = F_2 - F_1 = \frac{1}{4}\frac{GMm}{R^2}$ #



$F_1 = \frac{GmM}{R^2}$ $\qquad F_2 = \frac{GmM}{(2R)^2} = \frac{1}{4}\frac{GmM}{R^2}$

$\therefore \quad \Sigma F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

$= \frac{GmM}{R^2}\sqrt{1^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2}$

$= \frac{\sqrt{17}}{2}\frac{GmM}{R^2}$ #

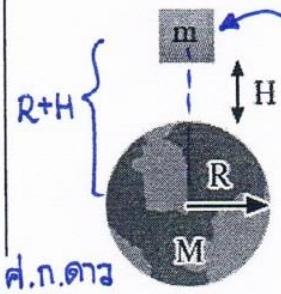
ความเร่งของดาวเคราะห์ดวงใด ๆ .....

จาก $F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$

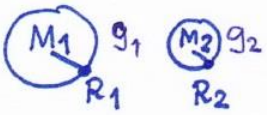
$mg = \frac{GmM}{R^2}$

$\boxed{g = \frac{GM}{R^2}}$ ระยะห่างจาก ศ.ก.ดาว

ระวัง !!! การหาค่า g ณ ความสูง H ใดๆจากผิวดาว



จากรูป $g = \frac{GM}{(R+H)^2}$

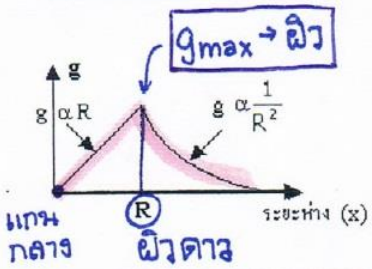


NOTE 1. ถ้าต้องการเปรียบเทียบค่า g ของดาวเคราะห์(แบบ 2 สภาวะ) พิจารณาดังต่อไปนี้

1.1 ถ้าค่า M และ R ไม่คงที่ เราจะพบว่า $g \alpha \frac{M}{R^2}$ จะได้สมการเปรียบเทียบ $\boxed{\frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{M_2}{M_1}\right)\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2}$

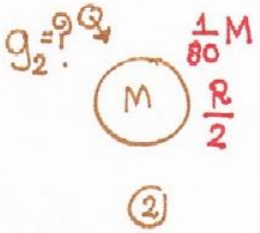
1.2 ถ้าค่า M คงที่จะได้ว่า $g \alpha \frac{1}{R^2}$ จะได้สมการเปรียบเทียบ $\boxed{\frac{g_2}{g_1} = (\frac{R_1}{R_2})^2}$

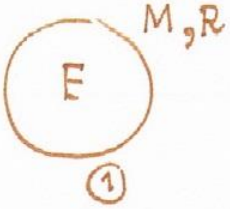
2. เราจะพบว่ายิ่งห่างจากแกนกลางดาวขึ้นมาจนถึงผิวดาวค่า $g \alpha R$ แต่พอขึ้นสูงไปจากพื้นดาวมาก ๆ ค่า $g \alpha \frac{1}{R^2}$



Ent 44 ถ้ามวลของดวงจันทร์เป็น $\frac{1}{80}$ ของโลก และรัศมีของโลกเป็น 2 เท่าของดวงจันทร์ ให้มวลของโลกเป็น M รัศมีของโลกเป็น R และ G เป็นค่านิจโน้มถ่วงสากล วัตถุที่ตกอย่างอิสระบนดวงจันทร์จะมีความเร่งเป็นเท่าไร

1. $\frac{1}{4}g$
2. $\frac{1}{5}g$
3. $\frac{1}{6}g$
4. $\frac{1}{20}g$



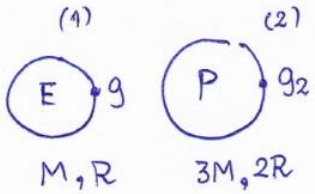


$\frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2}{M_1} \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$

$\frac{g_2}{g} = \frac{\frac{1}{80}M}{M} \cdot \left[\frac{R}{\frac{1}{2}R}\right]^2$

$g_2 = \frac{1}{20}g$ #

Ent 45 ดวงดวงหนึ่งมีมวลเป็น 3 เท่าของมวลโลก และมีรัศมีเป็น 2 เท่าของรัศมีโลก จงหาความเร่งที่พื้นผิวดวงดาวนั้น กำหนดให้ g เป็นความเร่งที่ผิวโลก



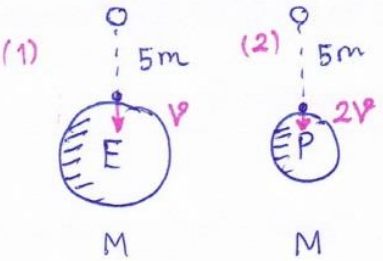
$\frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2}{M_1} \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$

$\frac{g_2}{g} = \frac{3M}{M} \cdot \left(\frac{R}{2R}\right)^2$

$\therefore \quad g_2 = \frac{3}{4}g$ #

Ent 46 ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีมวลเท่ากับมวลของโลก ถ้าปล่อยวัตถุชิ้นหนึ่งจากที่สูง 5 เมตร บนดาวเคราะห์ดวงนี้ พบว่าความเร็วของวัตถุเมื่อตกถึงพื้นมีค่าเป็น 2 เท่าของความเร็ว เมื่อปล่อยวัตถุชิ้นนี้ให้ตกสู่พื้นโลกจากความสูงเท่ากัน จงหาว่ารัศมีของดาวเคราะห์ดวงนี้มีค่าเป็นกี่เท่าของรัศมีของโลก

1. $\frac{1}{4}$
2. $\frac{1}{2}$
3. 1
4. 2



$\frac{R_2}{R_1} = ?$

$v^2 = u^2 + 2gs$ → คิดที่ผิวดาว

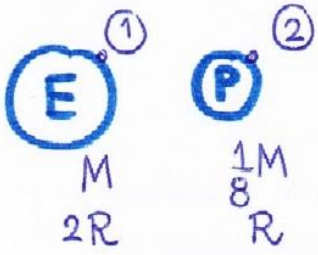
$v^2 = 0 + 2\frac{GM}{R^2}h \rightarrow R^2 \propto \frac{1}{v^2}$

$R \propto \frac{1}{v}$

$\therefore \frac{R_2}{R_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{v}{2v} = \frac{1}{2}$ #

Ent 47 นักบินอวกาศจะมีน้ำหนักกี่เท่าของน้ำหนักที่ชั่งบนโลก ถ้าอยู่บนดาวเคราะห์ที่มีรัศมีครึ่งหนึ่งของโลกและมีมวลเป็น 1/8 ของมวลโลก (Ent Mar'43)

1. 0.25
2. 0.50
3. 0.75
4. 1.25



$\frac{W_2}{W_1} = \frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2}{M_1}\cdot\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$

$= \frac{\frac{1}{8}M}{M}\cdot\left[\frac{2R}{R}\right]^2$

$= \frac{1}{2} = 0.5$ #

Memo.

ถ้ากำหนด

$W_2 = 5W_1$

$(mg)_2 = 5(mg)_1$

$g_2 = 5g_1$