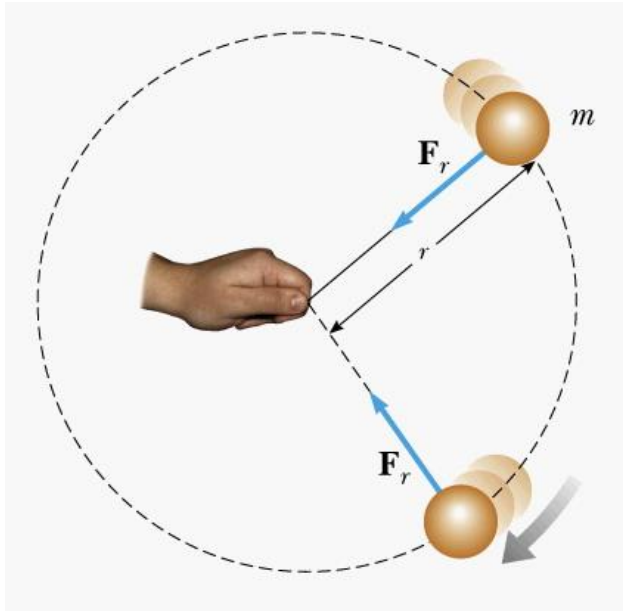


# การเคลื่อนที่แบบวงกลม

1

## การเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่



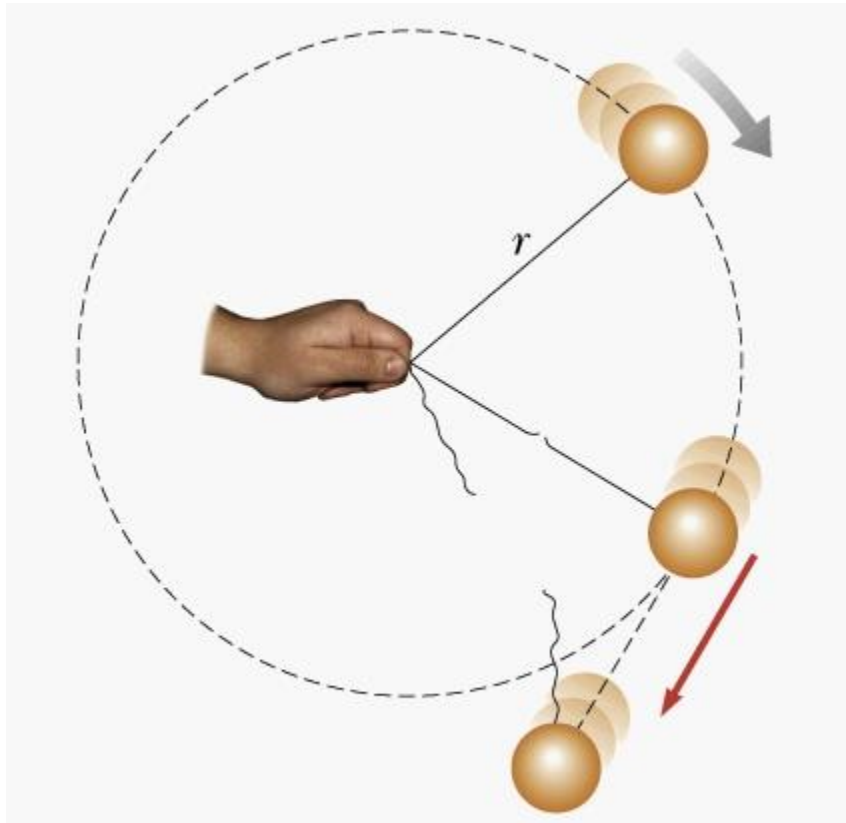
จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน ขนาดแรงลัพธ์ในแนวรัศมี  
มีค่าเท่ากับผลคูณของมวลวัตถุกับความเร่งเข้าสู่  
ศูนย์กลาง

$$\sum F_r = ma_r = m \frac{v^2}{r} \quad (2.9)$$

จากรูป วัตถุผูกติดกับเชือกกำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลม  
ด้วยอัตราเร็วคงที่ ความเร่งนี้เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนทิศ  
ความเร็วและมีทิศเข้าสู่จุดศูนย์กลางของวงกลม

# การเคลื่อนที่แบบวงกลม (ต่อ)

2

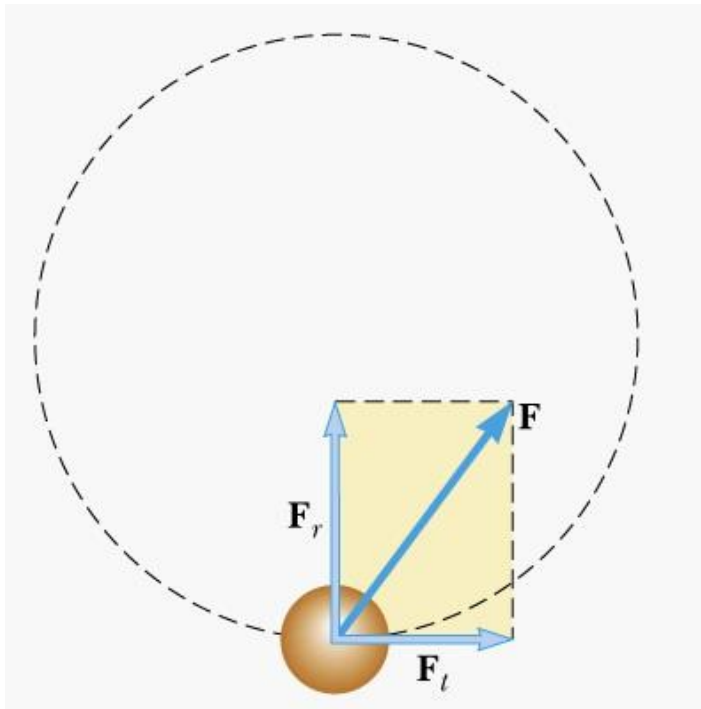


จากรูป จะเห็นว่าเมื่อไม่มีแรงดึงในเส้นเชือก (เส้นเชือกขาด) วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในทิศทางตามแนวเส้นสัมผัส ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน วัตถุจะรักษาสภาพการเคลื่อนที่ ดราบใดที่แรงภายนอก หรือแรงลัพธ์มากระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์

# การเคลื่อนที่เป็นวงกลม (ต่อ)

3

## การเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วไม่คงที่



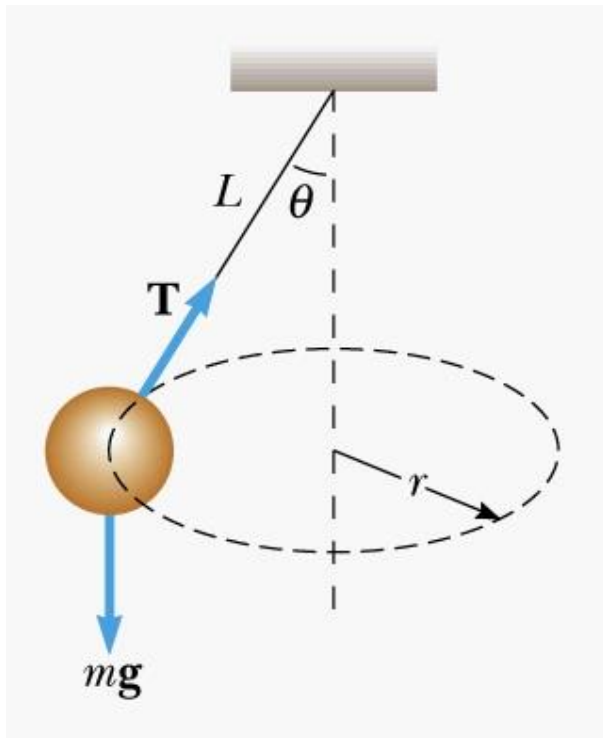
เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วไม่คงที่ คือมีการเปลี่ยนทั้งขนาดและทิศทางของความเร็ว ทำให้เกิดความเร่งสองส่วนคือ ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางและความเร่งในแนวเส้นสัมผัส นั่นคือจะมีแรงลัพธ์ในแต่ละองค์ประกอบคือ

$$\vec{F} = \vec{F}_r + \vec{F}_t = m(\vec{a}_r + \vec{a}_t) \quad (2.10)$$

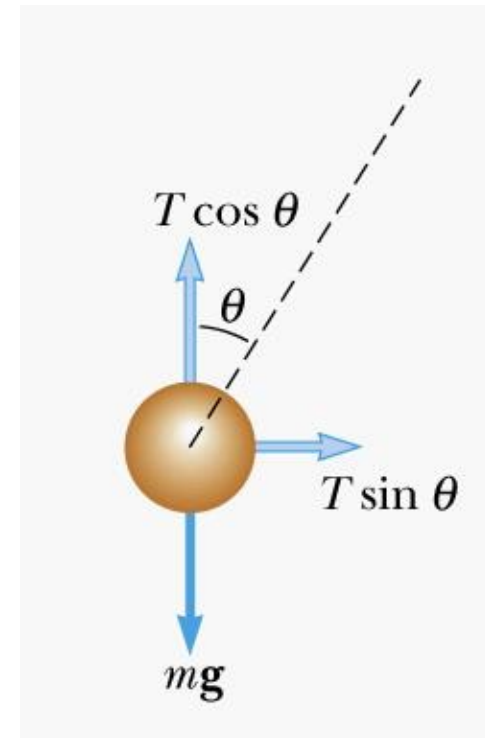
# การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่

4

**ตัวอย่างที่ 9** วัตถุเล็ก ๆ หนึ่งมวล  $m$  ถูกแขวนด้วยเชือกยาว  $L$  ถ้าวัตถุนี้ถูกทำให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมตามแนวราบด้วยอัตราเร็วคงที่  $v$  จงหาค่าความเร็วของวัตถุนี้ในเทอมของตัวแปร  $T, L, g$  และ  $\theta$



เขียนองค์ประกอบของแรง



# การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ (ต่อ)

5

พิจารณาองค์ประกอบของแรงในแนวตั้ง

$$\begin{aligned}\sum F_y &= T \cos \theta - mg = 0 \\ T \cos \theta &= mg \quad (1)\end{aligned}$$

พิจารณาองค์ประกอบของแรงในแนวนอน

$$\sum F_x = T \sin \theta = ma_r = m \frac{v^2}{r} \quad (2)$$

จากสมการที่ 1 และ สมการที่ 2 ทำให้ได้

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{v^2}{rg} \\ v &= \sqrt{rg \tan \theta}\end{aligned}$$

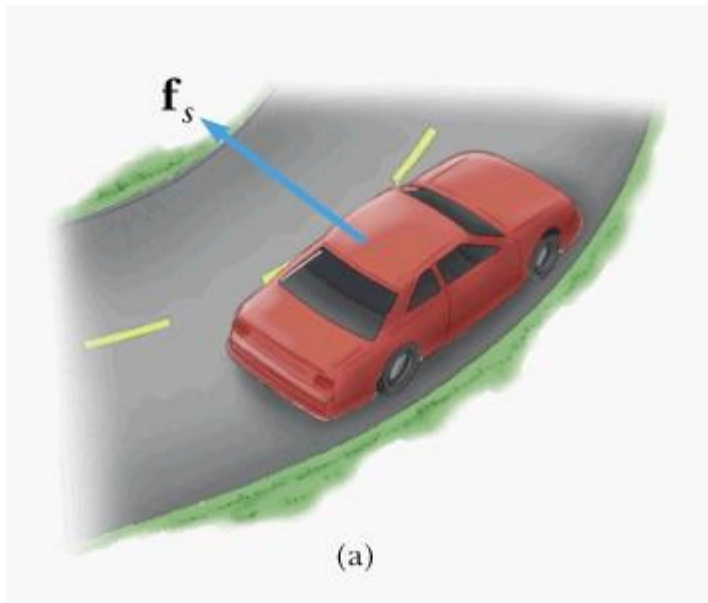
และจากความสัมพันธ์  $r = L \sin \theta$  ดังนั้น อัตราเร็วของวัตถุ คือ

$$v = \sqrt{Lg \sin \theta \tan \theta}$$

# การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ (ต่อ)

6

**ตัวอย่างที่ 10** รถยนต์มวล  $1500 \text{ kg}$  ซึ่งกำลังวิ่งบนถนนโค้งที่มีรัศมีความโค้ง  $35 \text{ m}$  สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตระหว่างยางรถกับพื้นถนน  $0.5$  จงหาอัตราเร็วสูงสุดของรถยนต์ที่ยังคงวิ่งบนทางโค้งโดยไม่หลุดออกนอกเส้นทาง



แรงภายนอกที่กระทำ



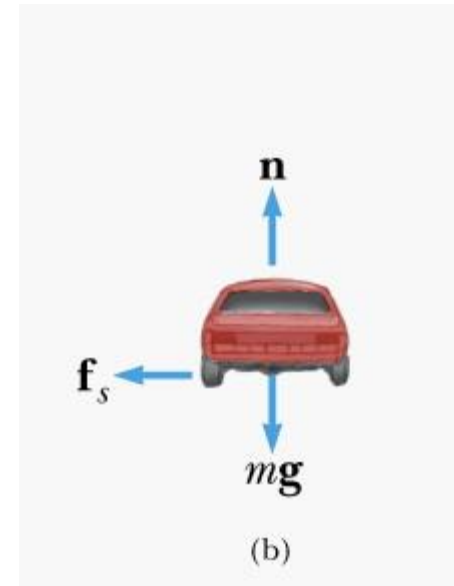
$$f_s = m \frac{v^2}{r} \quad (1)$$

$$f_{s,\max} = \mu_s n \quad (2)$$

อัตราเร็วสูงสุดหาได้จาก

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{f_{s,\max} r}{m}} = \sqrt{\frac{\mu_s mgr}{m}} = \sqrt{\mu_s gr}$$

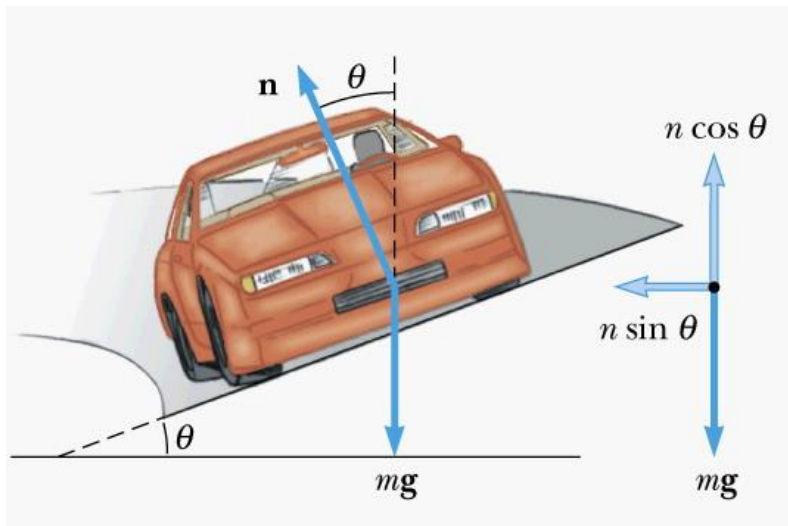
$$v_{\max} = \sqrt{(0.5)(9.8)(35)} = 13.1 \text{ m/s}$$



# การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ (ต่อ)

7

**ตัวอย่างที่ 11** รถยนต์คันหนึ่งกำลังวิ่งบนถนนโค้ง โดยรัศมีความโค้งของถนนคือ **50 m** ความสูงค่ามุมเอียงของถนนโค้งเส้นนี้โดยที่รถยนต์ไม่มีแรงเสียดทานกระทำที่ยางและยังคงวิ่งบนทางโค้งได้อย่างปลอดภัย สมมติความเร็วของรถยนต์เป็น **13.4 m/s**



จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ทำให้ได้

$$\sum F_r = n \sin \theta = m \frac{v^2}{r} \quad (1)$$

$$\sum F_y = n \cos \theta - mg = 0 \quad (2)$$

จากสมการ (1) และ (2) จะได้

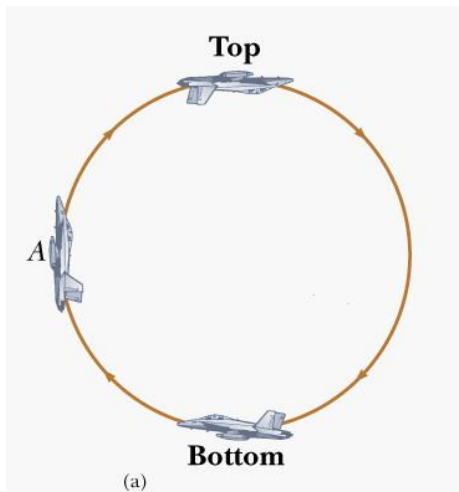
$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{v^2}{rg} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{13.4^2}{(50)(9.8)} \right) = 20.1^\circ$$

8/6/2018

# การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ (ต่อ)

8



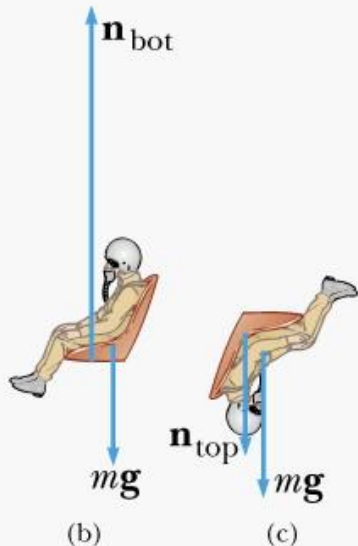
**ตัวอย่างที่ 12** นักบินมวล  $m$  กำลังขับเครื่องบิน F16 เป็นวงกลมในแนวตั้งด้วยอัตราเร็วคงที่  $225 \text{ m/s}$  รัศมีวงกลม  $2.70 \text{ km}$  จงหาแรงที่เบาะนั่งกระทำต่อนักบิน  
(ก) ที่ตำแหน่งด้านล่างของวงกลม  
(ข) ที่ตำแหน่งด้านบนของวงกลม

ที่ตำแหน่งด้านล่าง

$$\begin{aligned}\sum F_r &= n_{bot} - mg = m \frac{v^2}{r} \\ n_{bot} &= mg + m \frac{v^2}{r} = mg \left( 1 + \frac{v^2}{rg} \right) \\ n_{bot} &= mg \left[ 1 + \frac{225^2}{(2.7 \times 10^3)(9.8)} \right] = 2.91mg\end{aligned}$$

ที่ตำแหน่งด้านบน

$$\begin{aligned}\sum F_r &= n_{top} + mg = m \frac{v^2}{r} \\ n_{top} &= m \frac{v^2}{r} - mg = mg \left( \frac{v^2}{rg} - 1 \right) \\ n_{top} &= mg \left[ \frac{225^2}{(2.7 \times 10^3)(9.8)} - 1 \right] = 0.91mg\end{aligned}$$



8/6/2018