

สอนครั้งที่ 8

หน่วยที่ 4

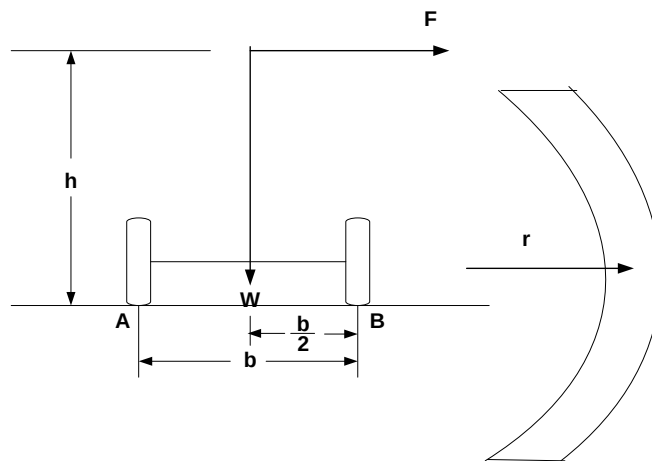
เรื่อง การกระจายน้ำหนักและการทรงตัวของยานยนต์

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา วิศวกรรมยานยนต์ รหัสวิชา 3101 – 2008	สอนครั้งที่ 8
	ชื่อหน่วย การกระจายน้ำหนักและการทรงตัวของยานยนต์	ชั่วโมงรวม 24 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน การทรงตัวในทางโค้งราบของรถยนต์		จำนวน 3 ชั่วโมง
หัวข้อเรื่องและงาน 4.6 การทรงตัวในทางโค้งราบของรถยนต์ 4.7 แรงที่ทำให้เสียการทรงตัว 4.8 การเสียการทรงตัวในทางโค้งราบเนื่องจากการลื่นไถล 4.9 การเสียการทรงตัวในทางโค้งราบจนพลิกคว่ำ สาระสำคัญ 1. การทรงตัวในทางโค้งราบของรถยนต์เป็นการทรงตัวของยานยนต์ในทางตรง ขึ้นอยู่กับความลาดเอียงของพื้นถนน ความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของรถจากพื้นถนนและความกว้างช่วงล้อ 2. แรงที่ทำให้เสียการทรงตัว คือ แรงเหวี่ยงที่พยายามดันให้ยานยนต์หลุดออกไปจากความโค้ง 3. การเสียการทรงตัวในทางโค้งราบเนื่องจากการลื่นไถล คือ ขณะที่ยานยนต์แล่นอยู่ในทางโค้งราบ แรงเหวี่ยงจะเป็นแรงที่ทำให้ยานยนต์ลื่นไถลเสียการทรงตัว แต่ถ้าแรงเสียดทานระหว่างยาง และพื้นถนนมีมากพอ รถก็จะเสียการทรงตัว 4. การเสียการทรงตัวในทางโค้งราบจนพลิกคว่ำ คือ ขณะที่รถยนต์แล่นอยู่ในทางโค้งราบแรงเหวี่ยงจะเป็นแรงที่ทำให้ยานยนต์พลิกคว่ำ แต่ถ้าความกว้างช่วงล้อมากพอจะทำให้ยานยนต์ทรงตัวอยู่ได้ สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ) 1. นักศึกษาสามารถอธิบายได้ว่ารถยนต์ทรงตัวอยู่ในทางโค้งได้อย่างถูกต้อง 2. นักศึกษาสามารถอธิบายความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถยนต์เสียการทรงตัวได้อย่างถูกต้อง 3. นักศึกษาสามารถคำนวณหาความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถยนต์เสียการทรงตัวได้อย่างถูกต้อง 4. นักศึกษาสามารถคำนวณหาว่ารถยนต์จะเสียการทรงตัวเมื่อแล่นผ่านทางโค้งได้อย่างถูกต้อง ง		

เนื้อหาสาระ

4.6 การทรงตัวในทางโค้งราบของรถยนต์ ขึ้นอยู่กับความลาดเอียงของพื้นถนน ความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของรถจากพื้นถนนและความกว้างช่วงล้อ แต่การทรงตัวของยานยนต์ในทางโค้งนอกจากนี้ขึ้นอยู่กับความลาดเอียงของพื้นถนน ความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของรถจากพื้นถนนและความกว้างของช่วงล้อแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความเร็วของยานยนต์ รัศมีความโค้งของถนน น้ำหนักของยานยนต์และความเสียดทานของยางกับพื้นถนนด้วย

4.7 แรงที่ทำให้เสียการทรงตัว



ขณะที่รถยนต์เล่นในทางโค้ง ซึ่งอยู่ในแนวราบจะเกิดแรงเหวี่ยงที่พยายามดันให้ยานยนต์หลุดออกไปจากความโค้ง

แรงเหวี่ยงมีค่าดังนี้
$$F = \frac{WV^2}{gr} \dots\dots\dots(6.1)$$

เมื่อ	$F =$ แรงเหวี่ยง	หน่วย	N
	$W =$ น้ำหนักรถยนต์	หน่วย	N
	$V =$ ความเร็วรถยนต์	หน่วย	m/s
	$g =$ อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก	หน่วย	m/s^2
	$r =$ รัศมีความโค้งของถนน	หน่วย	m

4.8 การเสียการทรงตัวในทางโค้งราบเนื่องจากการลื่นไถล

ขณะที่ยานยนต์แล่นอยู่ในทางโค้งราบ แรงเหวี่ยงจะเป็นแรงที่ทำให้ยานยนต์ลื่นไถลเสียการทรงตัว แต่ถ้าแรงเสียดทานระหว่างยางและพื้นถนนมีมากพอ รถก็จะเสียการทรงตัว ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

แรงที่ทำให้ยานยนต์ลื่นไถล คือ แรงเหวี่ยง $= F$

แรงต้านไม่ให้ยานยนต์ลื่นไถล คือ แรงเสียดทาน $= \mu w$

ในกรณี แรงเหวี่ยง $F >$ แรงเสียดทาน μw ยานยนต์จะเสียการทรงตัว

แรงเหวี่ยง $F =$ แรงเสียดทาน μw ยานยนต์จะทรงตัวอยู่ได้พอดี

แรงเหวี่ยง $F <$ แรงเสียดทาน μw ยานยนต์ทรงตัวได้อย่างดี

เมื่อพิจารณายานยนต์ทรงตัวอยู่ได้พอดี

$$F = \mu w$$

$$\text{จากสมการที่ 6.1} \quad F = \frac{wv^2}{gr}$$

$$\frac{wv^2}{gr} = \mu w$$

$$v^2 = \mu gr \quad \dots\dots\dots (6.2)$$

สรุปกรณียานยนต์แล่นผ่านทางโค้งราบ และยังทรงตัวอยู่ได้โดยไม่ลื่นไถล แพลตฟอร์มต่างหาได้ดังนี้

ความเร็วสูงสุดของยานยนต์

$$v = \sqrt{\mu gr} \quad \dots\dots\dots (6.3)$$

รัศมีความโค้งต่ำสุด

$$r = \frac{v^2}{\mu g} \quad \dots\dots\dots (6.4)$$

ความเสียดทานของยางและพื้นถนนต่ำ

$$\mu = \frac{v^2}{gr} \quad \dots\dots\dots (6.5)$$

เมื่อ $v =$ ความเร็วของยานยนต์ หน่วย เมตร/วินาที

$\mu =$ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของยางและพื้นถนน

$r =$ รัศมีความโค้งของถนน หน่วย เมตร

อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก ” เมตร/วินาที²

ตัวอย่างที่ 1 จงหาความเร็วสูงสุดที่รถยนต์สามารถแล่นเข้าทางโค้งราบ ที่มีรัศมีความโค้ง 36 เมตร โดยไม่ลื่นไถล ถ้าขณะนั้นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางรถและพื้นถนน เท่ากับ 0.8

วิธีทำ จากสมการที่ 6.3

$$\begin{aligned}
 & \text{เมื่อ} \quad v = \sqrt{\mu g r} \\
 & \mu = 0.8 \\
 & g = 9.81 \text{ m/sec}^2 \\
 & r = 36 \text{ m} \\
 & \text{แทนค่า} \quad v = \sqrt{0.8 \times 9.81 \times 36} \\
 & = 16.80 \text{ m/sec} \\
 & = \frac{16.80 \times 60 \times 60}{1000} \\
 & = 60.48 \text{ Km/hr}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2 ถนนโค้งราบช่วงหนึ่งออกแบบไว้ให้รถวิ่งที่ความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมีแฟคเตอร์ของความปลอดภัยเท่ากับ 1.25 ในขณะที่สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนน เท่ากับ 0.75 ในกรณีที่ถนนลื่นทำให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานลดลงเป็น 0.25 รถจะแล่นบนถนนช่วงนี้ด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไรจึงไม่เกิดการลื่นไถล

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{ความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการออกแบบถนน} &= 1.25 \times 60 \\
 &= 75 \text{ Km/hr} \\
 &= 20.83 \text{ m/sec}
 \end{aligned}$$

จากสมการที่ 6.4

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{v^2}{\mu g} \\
 &= \frac{(20.83)^2}{0.75 \times 9.81} \\
 &= 58.97 \text{ m}
 \end{aligned}$$

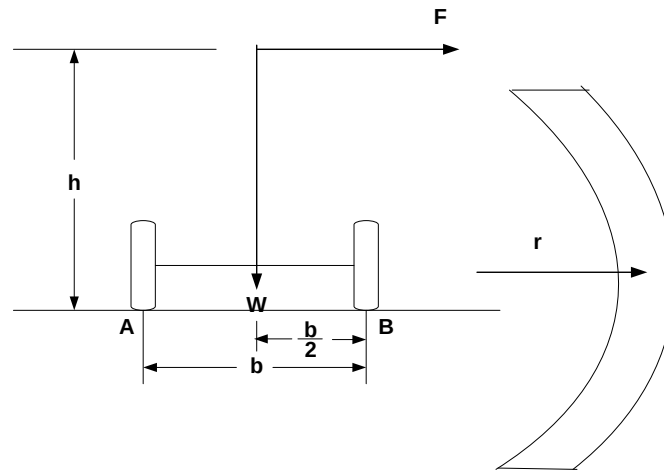
เมื่อถนนลื่น สัมประสิทธิ์ความเสียดทานลดลงเป็น 0.25

จากสมการที่ 6.3

$$\begin{aligned}
 v &= \sqrt{\mu g r} \\
 &= \sqrt{0.25 \times 9.81 \times 58.97} \\
 &= 12.026 \text{ m/sec} \\
 &= 43.29 \text{ km/hr}
 \end{aligned}$$

4.9 การเสียการทรงตัวในทางโค้งราบจนพลิกคว่ำ

ขณะที่รถยนต์แล่นอยู่ในทางโค้งราบ แรงเหวี่ยงจะเป็นแรงที่ทำให้ยานยนต์พลิกคว่ำ แต่ถ้าควากว้างช่วงล้อมากพอจะทำให้ยานยนต์ทรงตัวอยู่ได้



พิจารณาโมเมนต์ที่จุด B

$$\text{โมเมนต์ที่พยายามทำให้เสียการทรงตัว} = Fh$$

$$\text{โมเมนต์ที่ต้านไม่ให้เสียการทรงตัว} = \frac{wb}{2}$$

โมเมนต์ที่เกิดจากแรงเสียดทานนั้นเป็น ศูนย์ เพราะกระทำผ่านจุด B

$$\text{ในกรณีที่ } Fh > \frac{wb}{2} \quad \text{ยานยนต์จะพลิกคว่ำ}$$

$$Fh = \frac{wb}{2} \quad \text{ยานยนต์จะทรงตัวอยู่ได้พอดี}$$

$$Fh < \frac{wb}{2} \quad \text{ยานยนต์จะทรงตัวอยู่ได้อย่างดี}$$

เมื่อพิจารณากรณีที่ยานยนต์ทรงตัวอยู่ได้พอดี

$$Fh = \frac{wb}{2}$$

$$\text{จากสมการที่ 6.1} \quad F = \frac{wv^2}{gr}$$

$$\frac{wv^2}{gr} h = \frac{wb}{2}$$

$$\frac{v^2 h}{gr} = \frac{b}{2} \quad \dots\dots\dots (6.6)$$

สรุป กรณีที่ยานยนต์แล่นผ่านทางโค้งราบ และยังทรงตัวอยู่ได้โดยไม่พลิกคว่ำ แฟกเตอร์ต่างๆ หาได้ดังนี้

ความเร็วสูงสุดของยานยนต์

$$v = \sqrt{\frac{bgr}{2h}} \dots\dots\dots (6.7)$$

รัศมีความโค้งต่ำสุด

$$r = \frac{2v^2h}{gb} \dots\dots\dots (6.8)$$

ตัวอย่างที่ 3 รถโตโยต้าไอเอช มีลักษณะดังนี้

ความกว้างช่วงล้อ	1355	มิลลิเมตร
น้ำหนักรถ	11.85	กิโลนิวตัน
น้ำหนักรถและน้ำหนักบรรทุก	19	กิโลนิวตัน
จุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนน	890	มิลลิเมตร

จงหาความเร็วสูงสุดที่สามารถแล่นเข้าโค้งที่มีรัศมีความโค้ง 20 เมตร โดยไม่พลิกคว่ำ

วิธีทำ จากสมการที่ 6.7

$$v = \sqrt{\frac{bgr}{2h}}$$

$$\text{เมื่อ } b = 1355 \text{ mm} = 1.355 \text{ m}$$

$$g = 9.8 \text{ m/sec}^2$$

$$r = 20 \text{ m}$$

$$h = 890 \text{ mm} = 0.89 \text{ m}$$

แทนค่า

$$V = \sqrt{\frac{1.355 \times 9.81 \times 20}{2 \times 0.89}}$$

$$= 12.22 \text{ m/sec}$$

$$= 44 \text{ km/hr}$$

ตัวอย่างที่ 4 รถกระบะบรรทุกคันหนึ่งมีลักษณะดังนี้

ความกว้างช่วงล้อ	1500	มิลลิเมตร
น้ำหนักรถ	18.75	กิโลนิวตัน
น้ำหนักรถและน้ำหนักบรรทุก	75	กิโลนิวตัน
จุดศูนย์กลางถ่วงสูงจากพื้นถนน	1100	มิลลิเมตร

ขณะที่แล่นด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตร/ชั่วโมง ปรากฏว่าสามารถแล่นเข้าถนนโค้งราบช่วงหนึ่งได้พอดีโดยไม่พลิกคว่ำ ต่อมาได้บรรทุกของเต็มรถ ทำให้จุดศูนย์กลางถ่วงเลื่อนขึ้นอยู่สูงจากพื้นถนน 2140 มิลลิเมตร จงหาว่ารถบรรทุกคันนี้จะแล่นผ่านถนนโค้งราบช่วงเดิมได้ด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไร

วิธีทำ 1. หาค่ารัศมีความโค้งของถนน

$$\text{จากสมการที่ 6.8} \quad r = \frac{2v^2 h}{gb}$$

เมื่อ $r = ?$

$$V = \frac{100 \times 1000}{60 \times 60} = 27.78 \text{ m/sec}$$

$$h = 1100 \text{ mm} = 1.1 \text{ m}$$

$$g = 9.81 \text{ m/sec}^2$$

$$b = 1500 \text{ mm} = 1.5 \text{ m}$$

แทนค่า

$$r = \frac{2 \times (27.78)^2 \times 1.1}{9.81 \times 1.5} = 115.38 \text{ m}$$

2. หาค่าความเร็วสูงสุด

จากสมการ 6.7

$$v = \sqrt{\frac{bgr}{2h}}$$

$$\text{เมื่อ } h = 2140 \text{ mm} = 2.14 \text{ m}$$

$$\text{แทนค่า} \quad v = \sqrt{\frac{1.5 \times 9.81 \times 115.38}{2 \times 2.140}}$$

$$= 19.92 \text{ m/sec}$$

$$= 71.70 \text{ km/hr}$$

ตัวอย่างที่ 5 รถบรรทุกคู่ ” คีอจ ” คันหนึ่ง มีคุณลักษณะดังนี้

ความกว้างช่วงล้อ	1216	มิลลิเมตร
ระยะต่ำสุดของตัวถัง	191	มิลลิเมตร
น้ำหนักเมื่อบรรทุกเต็มที่	24.7	กิโลนิวตัน
จุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนน	400	มิลลิเมตร

ในกรณีที่แล่นผ่านถนนโค้งราบที่มีรัศมีความโค้ง 45 เมตร โดยที่ขณะนั้น สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนเท่ากับ 0.75 จงหาว่ารถคันนี้จะเสียการทรงตัวเนื่องจากการลื่นไถลหรือพลิกคว่ำก่อน

วิธีทำ ความเร็วสูงสุดที่จะทำให้ลื่นไถล

จากสมการที่ 6.3

$$v = \sqrt{\mu gr}$$

เมื่อ $\mu = 0.75$

$$g = 9.81 \text{ m/sec}^2$$

$$r = 45 \text{ m}$$

แทนค่า $v = \sqrt{0.75 \times 9.81 \times 45}$

$$= 18.19 \text{ m/sec}$$

$$= 65.5 \text{ km/hr}$$

ความเร็วสูงสุดที่จะพลิกคว่ำ

จากสมการที่ 6.7

$$v = \sqrt{\frac{bgr}{2h}}$$

เมื่อ $b = 1216 \text{ mm} = 1.216 \text{ m}$

$$g = 9.8 \text{ m/sec}^2$$

$$r = 45 \text{ m}$$

$$h = 400 \text{ mm} = 0.4 \text{ m}$$

แทนค่า $v = \sqrt{\frac{1.216 \times 9.81 \times 45}{2 \times 0.4}}$

$$= 25.90 \text{ m/sec}$$

$$= 93.25 \text{ km/hr}$$

∴ รถจะเสียการทรงตัวเนื่องจากการลื่นไถลก่อน

สรุปเนื้อหาวิชา

กรณีที่ยานยนต์เล่นผ่านทางโค้งราบ และยังทรงตัวอยู่ได้โดยไม่ลื่นไถล แฟกเตอร์ต่าง ๆ จะหาได้ดังนี้

ความเร็วสูงสุดของรถยนต์

$$v = \sqrt{\mu g r}$$

รัศมีความโค้งต่ำสุด

$$r = v^2 / \mu g$$

ความเสียดทานของยางและพื้นถนนต่ำสุด

$$\mu = v^2 / g r$$

กรณีที่รถยนต์เล่นผ่านทางโค้งราบ และยังทรงตัวอยู่ได้โดยไม่พลิกคว่ำ แฟกเตอร์ต่าง ๆ หาได้ดังนี้

ความเร็วสูงสุดของรถยนต์

$$v = \sqrt{\frac{b g r}{2 h}}$$

รัศมีความโค้งต่ำสุด

$$r = (2 v^2 h) / (g b)$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนความรู้เดิมโดยการสนทนาเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนผ่านมาในสัปดาห์ที่แล้ว (5 นาที)

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูผู้สอนให้นักศึกษาทดสอบเรื่อง การทรงตัวในทางตรงโดยใช้เวลา (30 นาที)
2. ครูเฉลยแบบทดสอบ (20 นาที)
3. ครูแจกใบเนื้อหาประกอบการสอนเรื่อง การทรงตัวในทางโค้งราบ (10 นาที)
4. ครูผู้สอนอธิบายตาม Power point และใบเนื้อหาประกอบการสอน โดยอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบพร้อมทั้งเขียนลงบนกระดาน ในขณะที่สอนครูให้นักเรียนตอบคำถามและร่วมแสดงความคิดเห็น (50 นาที)

5. นักศึกษาทำแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 8 (30 นาที)

ขั้นสรุป

1. ครูสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่สอนและสุ่มถามนักเรียน (20 นาที)
2. ครูผู้สอนให้นักศึกษาถามข้อสงสัย และครูคอยชี้แจง (10 นาที)
3. ครูผู้สอนนัดหมายสอบในเรื่องที่เรียนวันนี้ในสัปดาห์หน้า (5 นาที)

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบเนื้อหาประกอบการสอนเรื่อง การทรงตัวในทางโค้งราบ
2. Power point
3. กระดาน
4. แบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 8
5. เฉลยแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 8
6. แบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 8
7. เฉลยแบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 8

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากการอธิบายได้ว่ารถยนต์ทรงตัวอยู่ในทางโค้งได้อย่างถูกต้อง
2. สังเกตจากการอธิบายความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถยนต์เสียการทรงตัวได้อย่างถูกต้อง
3. สังเกตจากการคำนวณหาความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถยนต์เสียการทรงตัวได้อย่างถูกต้อง
4. สังเกตจากการคำนวณหาว่ารถยนต์จะเสียการทรงตัวเมื่อแล่นผ่านทางโค้งได้

อย่างถูกต้อง

บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

ผลการเรียนของนักศึกษา.....

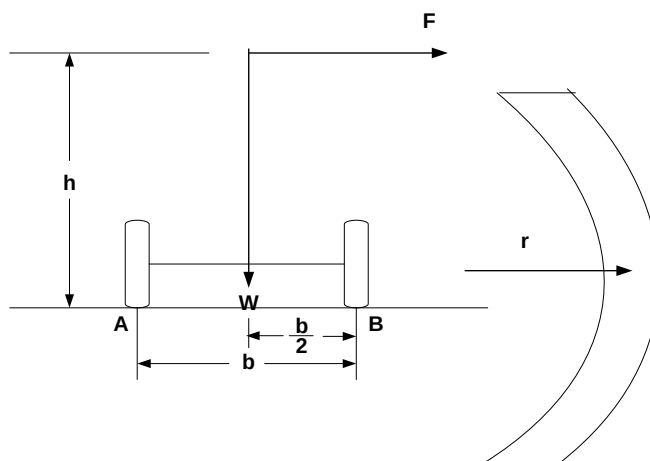
.....

ผลการเรียนหลังเรียน.....

.....

Power point สัปดาห์ที่ 8

4.7 แรงที่ทำให้ยานยนต์เสียการทรงตัว



ขณะที่รถยนต์แล่นในทางโค้ง ซึ่งอยู่ในแนวราบจะเกิดแรงเหวี่ยงที่พยายามดันให้ยานยนต์หลุดออกไปจากความโค้ง

แรงเหวี่ยงมีค่าดังนี้
$$F = \frac{WV^2}{gr} \dots\dots\dots (6.1)$$

เมื่อ	F = แรงเหวี่ยง	หน่วย นิวตัน
	W = น้ำหนักรถยนต์	” นิวตัน
	V = ความเร็วรถยนต์	” เมตร/วินาที
	g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก	” เมตร/วินาที ²
	r = รัศมีความโค้งของถนน	” เมตร

Power point แสดงการคำนวณหาความเร็วสูงสุดที่รถยนต์สามารถแล่นเข้าทางโค้งราบ

ตัวอย่างที่ 1 จงหาความเร็วสูงสุดที่รถยนต์สามารถแล่นเข้าทางโค้งราบ ที่มีรัศมีความโค้ง 36 เมตร โดยไม่ลื่นไถล ถ้าขณะนั้นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางรถและพื้นถนน เท่ากับ 0.8

วิธีทำ จากสมการที่ 6.3

$$v = \sqrt{\mu g r}$$

เมื่อ $\mu = 0.8$

$$g = 9.81 \text{ m/sec}^2$$

$$r = 36 \text{ m}$$

แทนค่า $v = \sqrt{0.8 \times 9.81 \times 36}$

$$= 16.80 \text{ m/sec}$$

$$= \frac{16.80 \times 60 \times 60}{1000}$$

$$= 60.48 \text{ Km/hr}$$

ตัวอย่างที่ 2 ถนนโค้งราบช่วงหนึ่งออกแบบไว้ให้รถวิ่งที่ความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมีแฟกเตอร์ของความปลอดภัยเท่ากับ 1.25 ในขณะที่สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนเท่ากับ 0.75

ในกรณีที่ถนนลื่นทำให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานลดลงเป็น 0.25 รถจะแล่นบนถนนช่วงนี้ด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไรจึงไม่เกิดการลื่นไถล

วิธีทำ

$$\text{ความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการออกแบบถนน} = 1.25 \times 60$$

$$= 75 \text{ Km/hr}$$

$$= 20.83 \text{ m/sec}$$

จากสมการที่ 6.4

$$r = \frac{v^2}{\mu g}$$

$$= \frac{(20.83)^2}{0.75 \times 9.81}$$

$$= 58.97 \text{ m}$$

เมื่อถนนลื่น สัมประสิทธิ์ความเสียดทานลดลงเป็น 0.25

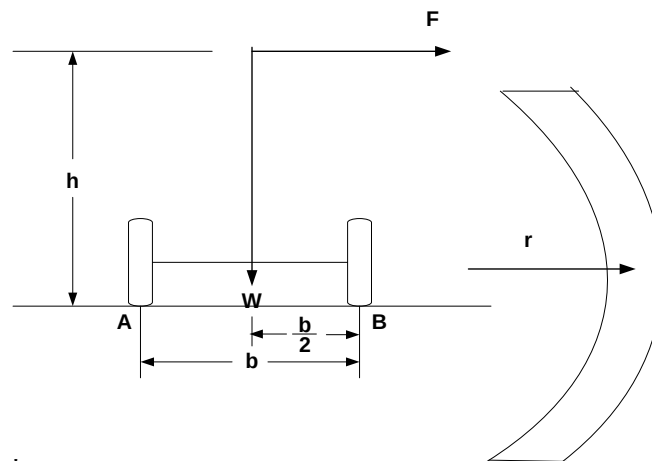
จากสมการที่ 6.3

$$\begin{aligned}v &= \sqrt{\mu gr} \\&= \sqrt{0.25 \times 9.81 \times 58.97} \\&= 12.026 \quad \text{m/sec} \\&= 43.29 \quad \text{km/hr}\end{aligned}$$

Power point แสดงการเสียการทรงตัวในทางโค้งราบจนพลิกคว่ำ

4.9 การเสียการทรงตัวในทางโค้งราบจนพลิกคว่ำ

ขณะที่รถยนต์แล่นอยู่ในทางโค้งราบ แรงเหวี่ยงจะเป็นแรงที่ทำให้ยานยนต์พลิกคว่ำ แต่ถ้าควากว้างช่วงล้อมากพอจะทำให้ยานยนต์ทรงตัวอยู่ได้



พิจารณาโมเมนต์ที่จุด B

โมเมนต์ที่พยายามทำให้เสียการทรงตัว = Fh

โมเมนต์ที่ต้านไม่ให้เสียการทรงตัว = $\frac{wb}{2}$

โมเมนต์ที่เกิดจากแรงเสียดทานนั้นเป็น ศูนย์ เพราะกระทำผ่านจุด B

ในกรณีที่ $Fh > \frac{wb}{2}$ ยานยนต์จะพลิกคว่ำ

$Fh = \frac{wb}{2}$ ยานยนต์จะทรงตัวอยู่ได้พอดี

$Fh < \frac{wb}{2}$ ยานยนต์จะทรงตัวอยู่ได้อย่างดี

เมื่อพิจารณากรณีที่ยานยนต์ทรงตัวอยู่ได้พอดี

$$Fh = \frac{wb}{2}$$

จากสมการที่ 6.1 $F = \frac{wv^2}{gr}$

$$\frac{wv^2}{gr} h = \frac{wb}{2}$$

$$\frac{v^2 h}{gr} = \frac{b}{2} \dots\dots\dots (6.6)$$

Power point แสดงการคำนวณหาความเร็วสูงสุดที่สามารถเล่นเข้าโค้งได้

1. รถโตโยต้าไอเอช มีลักษณะดังนี้

ความกว้างช่วงล้อ	1355	มิลลิเมตร
น้ำหนักรถ	11.85	กิโลนิวตัน
น้ำหนักรถและน้ำหนักบรรทุก	19	กิโลนิวตัน
จุดศูนย์กลางถ่วงสูงจากพื้นถนน	890	มิลลิเมตร

จงหาความเร็วสูงสุดที่สามารถเล่นเข้าโค้งที่มีรัศมีมีความโค้ง 20 เมตร โดยไม่พลิกคว่ำ

วิธีทำ จากสมการที่ 6.7

$$v = \sqrt{\frac{bgr}{2h}}$$

เมื่อ $b = 1355 \text{ mm} = 1.355 \text{ m}$

$$g = 9.8 \text{ m/sec}^2$$

$$r = 20 \text{ m}$$

$$h = 890 \text{ mm} = 0.89 \text{ m}$$

แทนค่า

$$V = \sqrt{\frac{1.355 \times 9.81 \times 20}{2 \times 0.89}}$$

$$= 12.22 \text{ m/sec}$$

$$= 44 \text{ km/hr}$$

แบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 8

1. รถโตโยต้าไอเอช มีลักษณะดังนี้

ความกว้างช่วงล้อ	1355	มิลลิเมตร
น้ำหนักรถ	11.85	กิโลนิวตัน
น้ำหนักรถและน้ำหนักบรรทุก	19	กิโลนิวตัน
จุดศูนย์กลางถ่วงสูงจากพื้นถนน	890	มิลลิเมตร

จงหาความเร็วสูงสุดที่สามารถเล่นเข้าโค้งที่มีรัศมีความโค้ง 20 เมตร โดยไม่พลิกคว่ำ

2. จงหาความเร็วสูงสุดที่รถยนต์สามารถเล่นเข้าทางโค้งราบที่มีรัศมีความโค้ง 45 เมตร โดยไม่ลื่นไถล ถ้าขณะนั้นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางและพื้นถนน เท่ากับ 0.82

3. ถนนโค้งราบช่วงหนึ่งออกแบบไว้ให้รถวิ่งที่ความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมีแฟลคเตอร์ของความปลอดภัยเท่ากับ 1.25 ในขณะที่สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนเท่ากับ 0.75 ในกรณีที่ถนนลื่นทำให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานลดลงเป็น 0.25 รถจะเล่นบนถนนช่วงนี้ด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไรจึงไม่เกิดการลื่นไถล

4. จงหาความเร็วสูงสุดที่รถยนต์สามารถเล่นเข้าทางโค้งราบ ที่มีรัศมีความโค้ง 36 เมตร โดยไม่ลื่นไถล ถ้าขณะนั้นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางรถและพื้นถนน เท่ากับ 0.8

เฉลยแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 8

1. รถโตโยต้าไอเอช มีลักษณะดังนี้

ความกว้างช่วงล้อ	1355	มิลลิเมตร
น้ำหนักรถ	11.85	กิโลนิวตัน
น้ำหนักรถและน้ำหนักบรรทุก	19	กิโลนิวตัน
จุดศูนย์กลางถ่วงสูงจากพื้นถนน	890	มิลลิเมตร

จงหาความเร็วสูงสุดที่สามารถเล่นเข้าโค้งที่มีรัศมีมีความโค้ง 20 เมตร โดยไม่พลิกคว่ำ

วิธีทำ จากสมการที่ 6.7

$$v = \sqrt{\frac{bgr}{2h}}$$

เมื่อ $b = 1355 \text{ mm} = 1.355 \text{ m}$

$$g = 9.8 \text{ m/sec}^2$$

$$r = 20 \text{ m}$$

$$h = 890 \text{ mm} = 0.89 \text{ m}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{\frac{1.355 \times 9.81 \times 20}{2 \times 0.89}} \\ &= 12.22 \text{ m/sec} \\ &= 44 \text{ km/hr} \end{aligned}$$

2. จงหาความเร็วสูงสุดที่รถยนต์สามารถเล่นเข้าทางโค้งราบที่มีรัศมีมีความโค้ง 45 เมตร โดยไม่ลื่นไถลถ้าขณะนั้นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางและพื้นถนน เท่ากับ 0.82

วิธีทำ เมื่อ $\mu = 0.82 \quad g = 9.81 \text{ m/sec}^2$

$$r = 45 \text{ m} \quad v = ?$$

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{\mu gr} \\ &= \sqrt{0.82 \times 9.81 \times 45} \\ &= 19.026 \text{ m/sec} \\ &= 68.49 \text{ Km/hr} \end{aligned}$$

3. ถนนโค้งราบช่วงหนึ่งออกแบบไว้ให้รถวิ่งที่ความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมีแฟคเตอร์ของความปลอดภัยเท่ากับ 1.25 ในขณะที่สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนเท่ากับ 0.75 ในกรณีที่ถนนลื่นทำให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานลดลงเป็น 0.25 รถจะแล่นบนถนนช่วงนี้ด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไรจึงไม่เกิดการเลื่อนไถล

วิธีทำ

$$\begin{aligned}\text{ความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการออกแบบถนน} &= 1.25 \times 60 \\ &= 75 \quad \text{Km/hr} \\ &= 20.83 \quad \text{m/sec}\end{aligned}$$

จากสมการที่ 6.4

$$\begin{aligned}v &= \sqrt{\frac{bgr}{2h}} \\ &= \frac{(20.83)^2}{0.75 \times 9.81} \\ &= 58.97 \quad \text{m}\end{aligned}$$

4. จงหาความเร็วสูงสุดที่รถยนต์สามารถแล่นเข้าทางโค้งราบ ที่มีรัศมีความโค้ง 36 เมตร โดยไม่ลื่นไถล ถ้าขณะนั้นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางรถและพื้นถนน เท่ากับ 0.8

วิธีทำ จากสมการที่ 6.3

$$\begin{aligned}v &= \sqrt{\mu gr} \\ \text{เมื่อ} \quad \mu &= 0.8 \\ g &= 9.81 \text{ m/sec}^2 \\ r &= 36 \quad \text{m} \\ \text{แทนค่า} \quad v &= \sqrt{0.8 \times 9.81 \times 36} \\ &= 16.80 \text{ m/sec} \\ &= \frac{16.80 \times 60 \times 60}{1000} \\ &= 60.48 \text{ Km/hr}\end{aligned}$$

แบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 8

1. รถโตโยต้าไอเอช มีลักษณะดังนี้

ความกว้างช่วงล้อ	1355	มิลลิเมตร
น้ำหนักรถ	11.85	กิโลนิวตัน
น้ำหนักรถและน้ำหนักบรรทุก	19	กิโลนิวตัน
จุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนน	890	มิลลิเมตร

จงหาความเร็วสูงสุดที่สามารถเล่นเข้าโค้งที่มีรัศมีความโค้ง 20 เมตร โดยไม่พลิกคว่ำ

2. จงหาความเร็วสูงสุดที่รถยนต์สามารถเล่นเข้าทางโค้งราบที่มีรัศมีความโค้ง 45 เมตร โดยไม่ลื่นไถล ถ้าขณะนั้นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางและพื้นถนน เท่ากับ 0.82

3. ถนนโค้งราบช่วงหนึ่งออกแบบไว้ให้รถวิ่งที่ความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมีแฟคเตอร์ของความปลอดภัยเท่ากับ 1.25 ในขณะที่สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนเท่ากับ 0.75 ในกรณีที่ถนนลื่นทำให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานลดลงเป็น 0.25 รถจะเล่นบนถนนช่วงนี้ด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไรจึงไม่เกิดการลื่นไถล

4. จงหาความเร็วสูงสุดที่รถยนต์สามารถเล่นเข้าทางโค้งราบ ที่มีรัศมีความโค้ง 36 เมตร โดยไม่ลื่นไถล ถ้าขณะนั้นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางรถและพื้นถนน เท่ากับ 0.8

เฉลยแบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 8

1. รถโตโยต้าไอเอช มีลักษณะดังนี้

ความกว้างช่วงล้อ	1355	มิลลิเมตร
น้ำหนักรถ	11.85	กิโลนิวตัน
น้ำหนักรถและน้ำหนักบรรทุก	19	กิโลนิวตัน
จุดศูนย์กลางสูงจากพื้นถนน	890	มิลลิเมตร

จงหาความเร็วสูงสุดที่สามารถเล่นเข้าโค้งที่มีรัศมีมีความโค้ง 20 เมตร โดยไม่พลิกคว่ำ

วิธีทำ จากสมการที่ 6.7

$$v = \sqrt{\frac{bgr}{2h}}$$

เมื่อ $b = 1355 \text{ mm} = 1.355 \text{ m}$

$$g = 9.8 \text{ m/sec}^2$$

$$r = 20 \text{ m}$$

$$h = 890 \text{ mm} = 0.89 \text{ m}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{\frac{1.355 \times 9.81 \times 20}{2 \times 0.89}} \\ &= 12.22 \text{ m/sec} \\ &= 44 \text{ km/hr} \end{aligned}$$

2. จงหาความเร็วสูงสุดที่รถยนต์สามารถเล่นเข้าทางโค้งราบที่มีรัศมีมีความโค้ง 45 เมตร โดยไม่ลื่นไถลถ้าขณะนั้นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางและพื้นถนน เท่ากับ 0.82

วิธีทำ เมื่อ $\mu = 0.82$ $g = 9.81 \text{ m/sec}^2$

$$r = 45 \text{ m} \quad v = ?$$

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{\mu gr} \\ &= \sqrt{0.82 \times 9.81 \times 45} \\ &= 19.026 \text{ m/sec} \\ &= 68.49 \text{ Km/hr} \end{aligned}$$

3. ถนนโค้งราบช่วงหนึ่งออกแบบไว้ให้รถวิ่งที่ความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมีแฟคเตอร์ของความปลอดภัยเท่ากับ 1.25 ในขณะที่สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนเท่ากับ 0.75 ในกรณีที่ถนนลื่นทำให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานลดลงเป็น 0.25 รถจะเล่นบนถนนช่วงนี้ด้วยความเร็วสูงสุดเท่าไรจึงไม่เกิดการเลื่อนไถล

วิธีทำ

$$\begin{aligned}\text{ความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการออกแบบถนน} &= 1.25 \times 60 \\ &= 75 \quad \text{Km/hr} \\ &= 20.83 \quad \text{m/sec}\end{aligned}$$

จากสมการที่ 6.4

$$\begin{aligned}v &= \sqrt{\frac{bgr}{2h}} \\ &= \frac{(20.83)^2}{0.75 \times 9.81} \\ &= 58.97 \quad \text{m}\end{aligned}$$

4. จงหาความเร็วสูงสุดที่รถยนต์สามารถเล่นเข้าทางโค้งราบ ที่มีรัศมีความโค้ง 36 เมตร โดยไม่ลื่นไถล ถ้าขณะนั้นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางรถและพื้นถนน เท่ากับ 0.8

วิธีทำ จากสมการที่ 6.3

$$\begin{aligned}v &= \sqrt{\mu gr} \\ \text{เมื่อ} \quad \mu &= 0.8 \\ g &= 9.81 \text{ m/sec}^2 \\ r &= 36 \text{ m} \\ \text{แทนค่า} \quad v &= \sqrt{0.8 \times 9.81 \times 36} \\ &= 16.80 \text{ m/sec} \\ &= \frac{16.80 \times 60 \times 60}{1000} \\ &= 60.48 \text{ Km/hr}\end{aligned}$$