

สอนครั้งที่ 7

หน่วยที่ 4

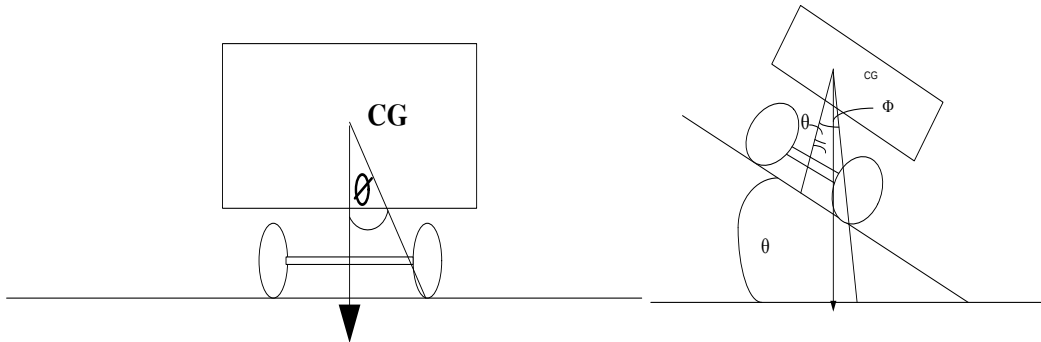
เรื่องการกระจายน้ำหนักและการทรงตัวของยานยนต์

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา วิศวกรรมยานยนต์ รหัสวิชา 3101 – 2008	สอนครั้งที่ 7
	ชื่อหน่วย การกระจายน้ำหนักและการทรงตัวของยานยนต์	ชั่วโมงรวม 21 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน การทรงตัวในทางตรงของรถยนต์		จำนวน 3 ชั่วโมง
หัวข้อเรื่องและงาน 4.4 การทรงตัวในทางตรงของรถยนต์ 4.5 การคำนวณเกี่ยวกับการทรงตัวในทางตรง สาระสำคัญ 1. การทรงตัวในทางตรงของรถยนต์ คือ ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของยานยนต์และความกว้างของช่วงล้อ 2. การคำนวณเกี่ยวกับการทรงตัวในทางตรง เมื่อรถยนต์อยู่ในตำแหน่งมุมเอียงสูงสุด ล้อด้านขวาอยู่ทางด้านมุมเอียง และรถยนต์อยู่ในสภาวะสมดุล เราสามารถหาแรงปฏิกิริยาล้อด้านซ้ายและล้อด้านขวาได้ $\tan \theta = \frac{b/2}{h}$ สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ) 1. นักศึกษาสามารถบอกได้ว่ารถยนต์ทรงตัวอยู่ในทางตรงได้และสามารถบอกได้ว่ารถยนต์จะเสียการทรงตัวในทางตรงเมื่อใด 2. นักศึกษาสามารถคำนวณหามุมวิกฤตของการทรงตัวในทางตรงได้และสามารถคำนวณหาการทรงตัวในทางตรงของรถยนต์ได้		

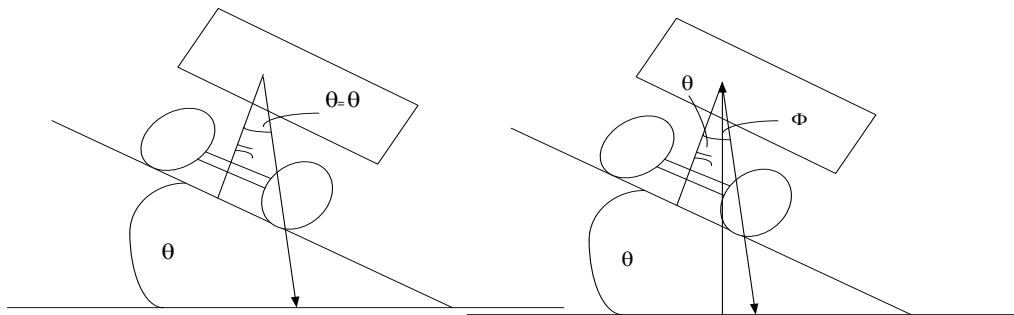
เนื้อหาสาระ

4.4 การทรงตัวในทางตรงของรถยนต์

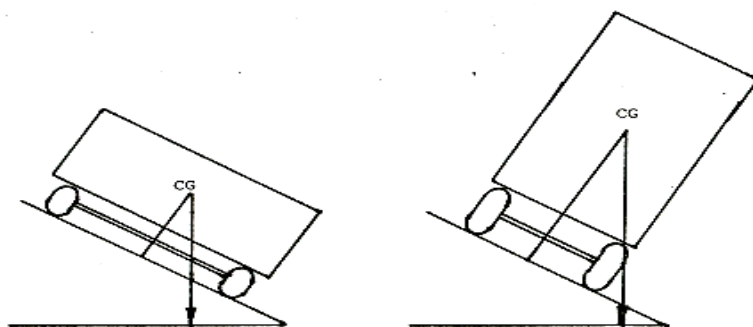
ตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วงของยานยนต์และความกว้างของช่วงล้อ เป็นแฟกเตอร์ที่สำคัญของการพิจารณาถึงการทรงตัวของยานยนต์ในทางตรง กล่าวคือ เมื่อยานยนต์อยู่นิ่งหรือแล่นอยู่ในทางตรง ที่มีความเอียง ยานยนต์นั้นยังจะทรงตัวอยู่ได้ ถ้าแนวตั้งที่ลากจากจุดศูนย์กลางถ่วงมาตัดกับแนวของพื้นถนนอยู่ภายในช่วงล้อ ตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.1 ยานยนต์ทรงตัวดี



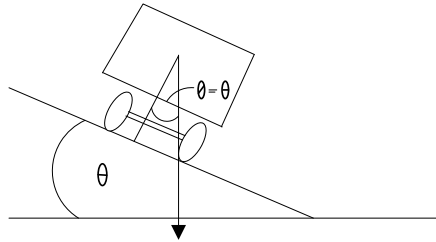
รูปที่ 4.2 ยานยนต์ทรงตัวอยู่ได้



รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบยานยนต์ที่มีช่วงล้อกว้างและมีจุดศูนย์กลางถ่วงต่ำ จะมีการทรงตัวดีกว่า ยานยนต์ที่มีช่วง ล้อแคบ และมีจุดศูนย์กลางถ่วงสูง

โดยสรุปสามารถกล่าวได้ว่า เมื่อยานยนต์แล่นในทางตรงบนถนน ที่มีความลาดเอียง ยานยนต์ที่มีช่วงล้อกว้างและมีจุดศูนย์ถ่วงต่ำ เช่น รถยนต์เก๋งหรือรถแข่งสามารถแล่นในถนนที่มีความลาดเอียงได้มากกว่า รถบรรทุกโดยเฉพาะที่บรรทุกสินค้าสูงเกินกะบะมากๆ เช่น รถบรรทุกอ้อย เป็นต้น ทั้งนี้เพราะจุดศูนย์ถ่วงของรถดังกล่าวอยู่สูงมาก จึงไม่สัมพันธ์กับความกว้างของช่วงล้อ

4.5 การคำนวณเกี่ยวกับการทรงตัวของยานยนต์ในทางตรง



รูปที่ 4.6 เมื่อยานยนต์ทรงตัวอยู่ในตำแหน่งมุมเอียงสูงสุด

เส้นดิ่งที่ลากจากจุดศูนย์ถ่วงจะตัดกับแนวพื้นถนน ที่จุดสัมผัสที่ล้อพอดี จึงยึดเอาตำแหน่งดังกล่าวนี้เป็นหลักเพื่อ พิจารณายานยนต์จะสามารถทรงตัวได้หรือไม่ดังนี้

มุม θ เป็นมุมเอียงของถนน

มุม ϕ เป็นมุมที่จุดศูนย์ถ่วงของยานยนต์เมื่อยานยนต์อยู่ในสภาพเอียงสูงสุดและยังอยู่ในสภาพที่ทรงตัวอยู่ได้

$$\tan \phi = \frac{b/2}{h} = \text{ความกว้างของช่วงล้อ}/2 / \text{ความสูงของจุดศูนย์ถ่วงจากพื้นถนน}$$

ดังนั้นจึงสรุปถึงสภาพการสมดุลของยานยนต์ได้ดังนี้

1. ถ้า $\phi > \theta$ หรือมุมที่จุดศูนย์ถ่วงมากกว่ามุมเอียงของถนน ยานยนต์จะทรงตัวอยู่ได้ (รูปที่ 4.1 และ 4.2)
2. ถ้า $\phi = \theta$ หรือมุมที่จุดศูนย์ถ่วงเท่ากับมุมเอียงของถนน ยานยนต์จะทรงตัวอยู่ได้พอดี (รูปที่ 4.3)
3. ถ้า $\phi < \theta$ หรือมุมที่จุดศูนย์ถ่วงน้อยกว่ามุมเอียงของถนน ยานยนต์จะเสียการทรงตัว

ตัวอย่างที่ 1 รถยนต์เก๋งคันหนึ่งขนาด 1600 ซีซี คันหนึ่งมวล 980 กิโลกรัม มีความกว้างช่วงล้อ 1345 มิลลิเมตร มีจุดศูนย์กลางถ่วงสูงจากพื้นถนน 600 มิลลิเมตร จะสามารถเล่นในถนนที่เอียงได้สูงกี่องศา

วิธีทำ

$$\tan \varphi = \frac{b/2}{h}$$

เมื่อ $b/2 = 1345 / 2$ มิลลิเมตร

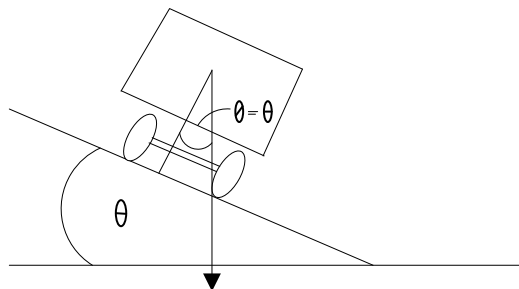
$h = 600$ มิลลิเมตร

แทนค่า $\tan \varphi = \frac{1345/2}{600} = 1.1208$

$\varphi = 48.26$ องศา

เมื่อรถเล่นในถนนเอียงสูงสุด มุม $\theta =$ มุม $\varphi = 48.26$ องศา

ตัวอย่างที่ 2 รถบรรทุกอีซูซุ ซี 240 มีความกว้างของช่วงล้อ 1395 มิลลิเมตร บรรทุกสินค้ามวล 4200 กิโลกรัม โดยมีจุดศูนย์กลางถ่วงสูงจากพื้น 2420 มิลลิเมตร แต่เนื่องจากการวางสินค้าบนกระบะไม่สม่ำเสมอจึงทำให้จุดศูนย์กลางถ่วงเอียงไปทางซ้าย 20 มิลลิเมตร จงหาว่ารถบรรทุกคันนี้เล่นในถนนที่มีความเอียง 20 องศา โดยมีขอบด้านซ้ายเป็นด้านต่ำกว่าด้านขวาได้หรือไม่



วิธีทำ โจทย์ข้อนี้ไม่สามารถหาค่า $\tan \varphi$ จาก $\frac{b/2}{h}$ ได้โดยตรงเพราะจุดศูนย์กลางถ่วงไม่ได้อยู่

กลางรถ จึงต้องปรับการหาค่า $\tan \varphi$ ดังนี้

$$\tan \varphi = \frac{(b/2) - x}{h}$$

เมื่อ $b/2 = 1395 / 2$ มิลลิเมตร

$x = 20$ มิลลิเมตร

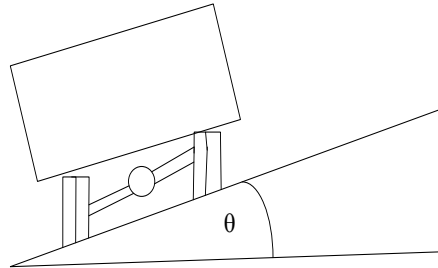
$h = 2420$ มิลลิเมตร

แทนค่า $\tan \varphi = \frac{697.5 - 20}{2420} = 0.28$

$\varphi = 15.64$ องศา

ในที่นี้ $\theta = 20$ องศา ดังนั้น $\varphi < \theta$ รถจึงเสียการทรงตัวพลิกคว่ำ

ตัวอย่างที่ 3 รถบรรทุกกระบะติบล้อ บรรทุกทรายมวล 20 ตัน ทำให้จุดศูนย์กลางอยู่สูงจากพื้นถนน 1750 มิลลิเมตร ถ้ารถบรรทุกคันนี้มีความกว้างช่วงล้อ 1840 มิลลิเมตร เล่นตกท้องร้องโดยที่ล้อซีกซ้ายทั้งหมดตกลงไป ถ้าท้องร้องต่ำกว่าถนน 400 มิลลิเมตร รถบรรทุกจะพลิกหรือไม่



วิธีทำ

$\sin \theta = \text{ระดับของท้องร้องต่ำกว่าถนน} / \text{ความกว้างของช่วงล้อ}$

$$= \frac{400}{1840} = 0.217$$

$$\theta = 12.55 \text{ องศา}$$

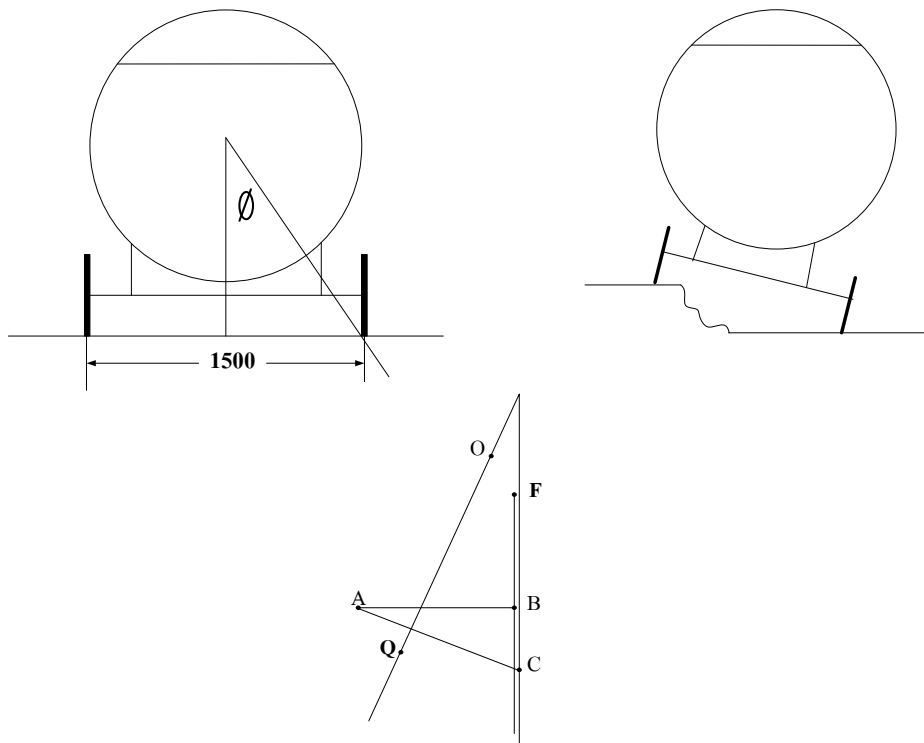
$$\begin{aligned} \text{แต่} \quad &= \tan \phi = \frac{b/2}{h} \\ &= \frac{1840/2}{1750} = 0.526 \end{aligned}$$

$$\phi = 27.73 \text{ องศา}$$

สรุป $\phi > \theta$ รถบรรทุกจึงทรงตัวอยู่ได้ไม่พลิกคว่ำ

ตัวอย่างที่ 4 รถบรรทุกคันหนึ่ง มีความกว้างของช่วงล้อ 1500 มิลลิเมตร บรรทุกถึงน้ำขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางกลาง 1800 มิลลิเมตร โดยขณะที่บรรทุกน้ำ $\frac{3}{4}$ ถัง รถจะมีจุดศูนย์กลางถ่วงสูงจากพื้นถนน 1700 มิลลิเมตร จงหาว่ารถจะพลิกคว่ำหรือไม่ ถ้าแผ่นดกท้องร่องลึก 350 มิลลิเมตร โดยที่ ด้านขวาของรถทั้งหมดตกลงไป และทำให้จุดศูนย์กลางถ่วงขยับจากเดิมไปทางขวา 300 มิลลิเมตร

วิธีทำ การหาว่ารถจะพลิกคว่ำหรือไม่ โดยการเขียนเวกเตอร์ของแรงจะเป็นวิธีที่ทำให้เกิดการ สับสนน้อยที่สุด



- AC ความกว้างของช่วงล้อ = 1500 มิลลิเมตร
 BC คือความลึกของท้องร่อง = 350 มิลลิเมตร
 OQ คือความสูงที่สุดของ CG เดิม = 1700 มิลลิเมตร
 OP คือระยะ CG ใหม่ที่เลื่อนไปจากเดิม = 300 มิลลิเมตร
 OP ขนานกับ AC

ลาก PY ตั้งฉากกับ AB (แนวของน้ำหนักรถกระทำในแนวตั้ง)

จากรูป แนวของ PY ยังอยู่ในช่วงของ AC ดังนั้น รถยนต์จะยังไม่พลิกคว่ำ

สรุปเนื้อหาวิชา

การคำนวณเกี่ยวกับการทรงตัวของยานยนต์ในทางตรง

เมื่อรถยนต์อยู่ในตำแหน่งมุมเอียงสูงสุด ล้อด้านขวาอยู่ทางด้านมุมเอียง และรถยนต์อยู่ในสถานะสมดุล เราสามารถหาแรงปฏิกิริยาล้อด้านซ้าย และล้อด้านขวาได้

เส้นดิ่งที่ลากจากจุดศูนย์กลางจะตัดกับแนวพื้นถนน ที่จุดสัมผัสที่ล้อพอดิ จึงยึดเอาตำแหน่งดังกล่าวนี้เป็นหลักเพื่อ พิจารณายานยนต์จะสามารถทรงตัวได้หรือไม่ดังนี้

มุม θ เป็นมุมเอียงของถนน

มุม ϕ เป็นมุมที่จุดศูนย์กลางของยานยนต์เมื่อยานยนต์อยู่ในสภาพเอียงสูงสุดและยังอยู่ในสภาพที่ทรงตัวอยู่ได้

$$\tan \phi = \frac{b/2}{h} = \text{ความกว้างของช่วงล้อ}/2 / \text{ความสูงของจุดศูนย์กลางจากพื้นถนน}$$

ดังนั้นจึงสรุปถึงสภาพการสมดุลของยานยนต์ได้ดังนี้

1. ถ้า $\phi > \theta$ หรือมุมที่จุดศูนย์กลางมากกว่ามุมเอียงของถนน ยานยนต์จะทรงตัวอยู่ได้ (รูปที่ 4.1 และ 4.2)
2. ถ้า $\phi = \theta$ หรือมุมที่จุดศูนย์กลางเท่ากับมุมเอียงของถนน ยานยนต์จะทรงตัวอยู่ได้พอดี (รูปที่ 4.3)
3. ถ้า $\phi < \theta$ หรือมุมที่จุดศูนย์กลางน้อยกว่ามุมเอียงของถนน ยานยนต์จะเสียการทรงตัว

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูผู้สอนสนทนาถึงเรื่องของสุขภาพและข่าวสารวิทยาการใหม่ ๆ (5 นาที)

ขั้นดำเนินการสอน

1. ครูผู้สอนให้นักศึกษาทดสอบเรื่อง การกระจายน้ำหนัก ใช้เวลา (30 นาที)
2. ครูเฉลยแบบทดสอบ (20 นาที)
3. ครูแจกใบเนื้อหาประกอบการสอนเรื่อง การทรงตัวในทางตรงของรถยนต์ (10 นาที)
4. ครูผู้สอนอธิบายตาม Power point และใบเนื้อหาประกอบการสอน โดยอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบพร้อมทั้งเขียนลงบนกระดาน ในขณะที่สอนครูให้นักเรียนตอบคำถามและร่วมแสดงความคิดเห็น (50 นาที)
5. นักศึกษานั่งที่กลงในสมุดบันทึกตามคำอธิบาย
6. นักศึกษาทำแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 7 (30 นาที)

ขั้นสรุปและประเมินผล

1. ครูสรุปเกี่ยวกับเรื่องที่สอนและสุ่มถามนักเรียน (20 นาที)
2. ครูผู้สอนให้นักศึกษาถามข้อสงสัย และคอยชี้แจง (10 นาที)
3. ครูผู้สอนนัดหมายสอบเรื่องที่เรียนในวันนี้ในสัปดาห์หน้า (5 นาที)

สื่อการเรียนรู้การสอน

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

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการบอกได้ว่ารถยนต์ทรงตัวอยู่ในทางตรงได้และสามารถบอกได้ว่ารถยนต์จะเสียการทรงตัวในทางตรงเมื่อใด
2. สังเกตจากการคำนวณหามุมวิกฤตของการทรงตัวในทางตรงได้และสามารถคำนวณหาการทรงตัวในทางตรงของรถยนต์ได้

บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

หลังเรียน.....

.....

.....

.....

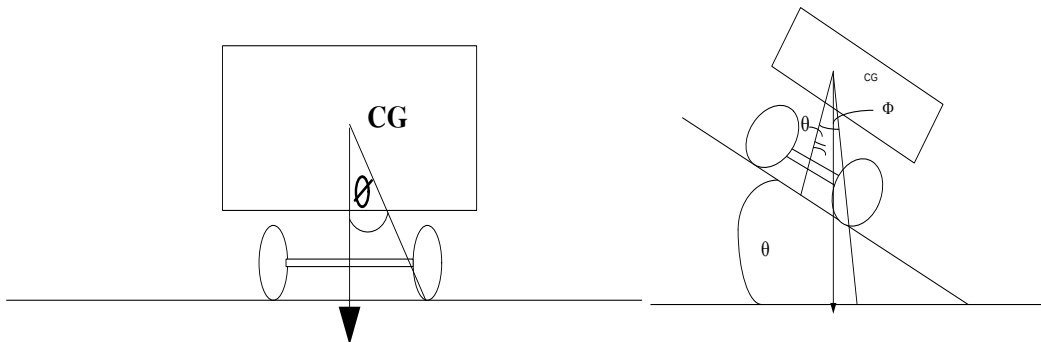
.....

.....

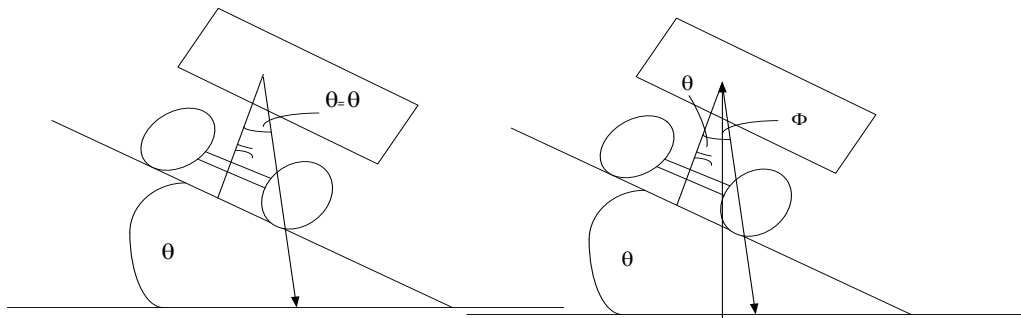
Power point สไลด์ที่ 7

4.4 การทรงตัวในทางตรงของรถยนต์

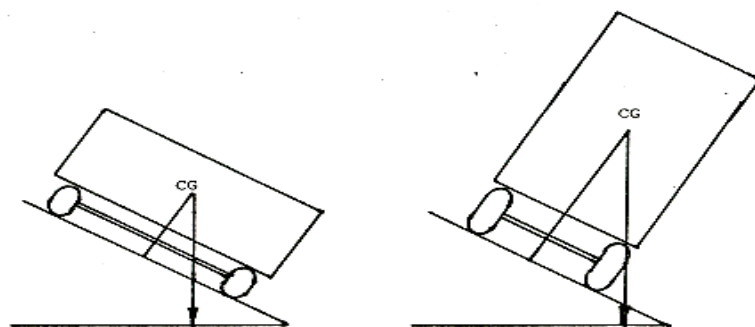
ตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วงของยานยนต์และความกว้างของช่วงล้อ เป็นแฟกเตอร์ที่สำคัญของการพิจารณาถึงการทรงตัวของยานยนต์ในทางตรง กล่าวคือ เมื่อยานยนต์อยู่นิ่งหรือแล่นอยู่ในทางตรง ที่มีความเอียง ยานยนต์นั้นยังจะทรงตัวอยู่ได้ ถ้าแนวตั้งที่ลากจากจุดศูนย์กลางถ่วงมาตัดกับแนวของพื้นถนนอยู่ภายในช่วงล้อ ตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.1 ยานยนต์ทรงตัวดี



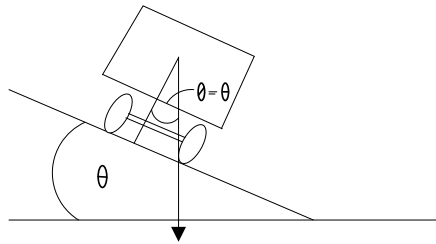
รูปที่ 4.2 ยานยนต์ทรงตัวอยู่ได้



รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบยานยนต์ที่มีช่วงล้อกว้างและมีจุดศูนย์กลางถ่วงต่ำ จะมีการทรงตัวดีกว่า ยานยนต์ที่มีช่วง ล้อแคบ และมีจุดศูนย์กลางถ่วงสูง

Power point แสดงการทรงตัวของยานยนต์อยู่ในตำแหน่งมุมเอียงสูงสุด

4.5 การคำนวณเกี่ยวกับการทรงตัวของยานยนต์ในทางตรง



รูปที่ 4.6 เมื่อยานยนต์ทรงตัวอยู่ในตำแหน่งมุมเอียงสูงสุด

เส้นโค้งที่ลากจากจุดศูนย์กลางจะตัดกับแนวพื้นถนน ที่จุดสัมผัสที่ล้อพอดี จึงยึดเอาตำแหน่งดังกล่าวนี้เป็นหลักเพื่อ พิจารณายานยนต์จะสามารถทรงตัวได้หรือไม่ดังนี้

มุม θ เป็นมุมเอียงของถนน

มุม ϕ เป็นมุมที่จุดศูนย์กลางของยานยนต์เมื่อยานยนต์อยู่ในสภาพเอียงสูงสุดและยังอยู่ในสภาพที่ทรงตัวอยู่ได้

$$\tan \phi = \frac{b/2}{h} = \text{ความกว้างของช่วงล้อ}/2 / \text{ความสูงของจุดศูนย์กลางถ่วงจากพื้นถนน}$$

ดังนั้นจึงสรุปถึงสภาพการสมดุลของยานยนต์ได้ดังนี้

1. ถ้า $\phi > \theta$ หรือมุมที่จุดศูนย์กลางถ่วงมากกว่ามุมเอียงของถนน ยานยนต์จะทรงตัวอยู่ได้ (รูปที่ 4.1 และ 4.2)
2. ถ้า $\phi = \theta$ หรือมุมที่จุดศูนย์กลางถ่วงเท่ากับมุมเอียงของถนน ยานยนต์จะทรงตัวอยู่ได้พอดี (รูปที่ 4.3)
3. ถ้า $\phi < \theta$ หรือมุมที่จุดศูนย์กลางถ่วงน้อยกว่ามุมเอียงของถนน ยานยนต์จะเสียการทรงตัว

Power point แสดงการคำนวณหามุมเอียง

ตัวอย่างที่ 1 รถยนต์เก๋งคันหนึ่งขนาด 1600 ซีซี คันหนึ่งมวล 980 กิโลกรัม มีความกว้างช่วงล้อ 1345 มิลลิเมตร มีจุดศูนย์กลางถ่วงสูงจากพื้นถนน 600 มิลลิเมตร จะสามารถเล่นในถนนที่เอียงได้สูงกี่องศา

วิธีทำ

$$\tan \varphi = \frac{b/2}{h}$$

เมื่อ $b/2 = 1345 / 2$ มิลลิเมตร

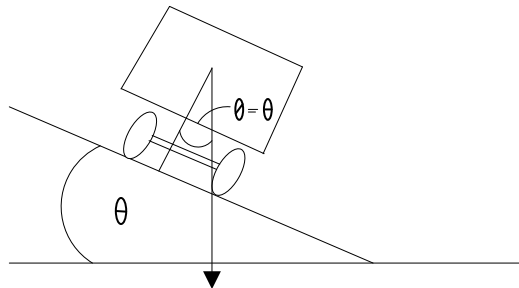
$h = 600$ มิลลิเมตร

แทนค่า $\tan \varphi = \frac{1345/2}{600} = 1.1208$

$\varphi = 48.26$ องศา

เมื่อรถเล่นในถนนเอียงสูงสุด มุม $\theta =$ มุม $\varphi = 48.26$ องศา

ตัวอย่างที่ 2 รถบรรทุกอิชูซู ซี 240 มีความกว้างของช่วงล้อ 1395 มิลลิเมตร บรรทุกสินค้ามวล 4200 กิโลกรัม โดยมีจุดศูนย์กลางถ่วงสูงจากพื้น 2420 มิลลิเมตร แต่เนื่องจากการวางสินค้าบนกระบะไม่สม่ำเสมอจึงทำให้จุดศูนย์กลางถ่วงเอียงไปทางซ้าย 20 มิลลิเมตร จงหาว่ารถบรรทุกคันนี้เล่นในถนนที่มีความเอียง 20 องศา โดยมีขอบด้านซ้ายเป็นด้านต่ำกว่าด้านขวาได้หรือไม่



วิธีทำ โจทย์ข้อนี้ไม่สามารถหาค่า $\tan \varphi$ จาก $\frac{b/2}{h}$ ได้โดยตรงเพราะจุดศูนย์กลางถ่วงไม่ได้อยู่กลางรถ จึงต้องปรับการหาค่า $\tan \varphi$ ดังนี้

$$\tan \varphi = \frac{(b/2) - x}{h}$$

เมื่อ $b/2 = 1395 / 2$ มิลลิเมตร

$x = 20$ มิลลิเมตร

$h = 2420$ มิลลิเมตร

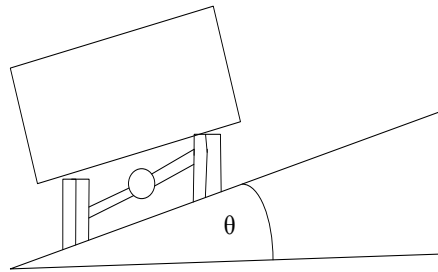
แทนค่า $\tan \varphi = \frac{697.5 - 20}{2420} = 0.28$

$\varphi = 15.64$ องศา

ในที่นี้ $\theta = 20$ องศา ดังนั้น $\varphi < \theta$ รถจึงเสียการทรงตัวพลิกคว่ำ

Power point แสดงการคำนวณหามุมว่ารถบรรทุกจะทรงตัวอยู่ได้ไม่พลิกคว่ำ

ตัวอย่างที่ 3 รถบรรทุกกระบะสิบล้อ บรรทุกทรายมวล 20 ตัน ทำให้จุดศูนย์กลางถ่วงอยู่สูงจากพื้นถนน 1750 มิลลิเมตร ถ้าวรรทุกคันนี้มีความกว้างช่วงล้อ 1840 มิลลิเมตร แล่นตกท้องร้องโดยที่ล้อซีกซ้ายทั้งหมดตกลงไป ถ้าวอร่องต่ำกว่าถนน 400 มิลลิเมตร รถบรรทุกจะพลิกคว่ำหรือไม่



วิธีทำ

$$\sin \theta = \text{ระดับของท้องร้องต่ำกว่าถนน} / \text{ความกว้างของช่วงล้อ}$$

$$= \frac{400}{1840} = 0.217$$

$$\theta = 12.55 \text{ องศา}$$

$$\begin{aligned} \text{แต่} \quad &= \tan \varphi = \frac{b/2}{h} \\ &= \frac{1840/2}{1750} = 0.526 \end{aligned}$$

$$\varphi = 27.73 \text{ องศา}$$

สรุป $\varphi > \theta$ รถบรรทุกจึงทรงตัวอยู่ได้ไม่พลิกคว่ำ

แบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 7

1. รถบรรทุกอีซูซุเอลฟ์คันหนึ่ง มีระยะช่วงล้อหน้า-หลัง 2470 มิลลิเมตร ความกว้างช่วงล้อ 1385 มิลลิเมตร มีจุดศูนย์ถ่วงจากพื้น 970 มิลลิเมตร จะสามารถเล่นในถนนได้เอียงสูงสุดกี่องศา
(ตอบ $\phi = 35.52$ องศา)

2. รถบรรทุกคันหนึ่ง มีความกว้างช่วงล้อ 1440 มิลลิเมตร ต้องเล่นผ่านถนนช่วงหนึ่งที่มีความเอียง 30 องศา จงหาว่ารถบรรทุกคันดังกล่าวนี้สามารถบรรทุกสินค้าที่ทำให้จุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนนได้มากที่สุดเท่าไร
(ตอบ $h = 1247.8$ mm)

3. รถยนต์เก๋งดัดสันขนาด 1600 ซีซี คันหนึ่งมวล 980 กิโลกรัม มีความกว้างช่วงล้อ 1345 มิลลิเมตร มีจุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนน 600 มิลลิเมตร จะสามารถเล่นในถนนที่เอียงได้สูงกี่องศา

4. รถบรรทุกคันหนึ่ง มีความกว้างของช่วงล้อ 1500 มิลลิเมตร บรรทุกถังน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1800 มิลลิเมตร โดยขณะที่บรรทุกน้ำ $\frac{3}{4}$ ถัง รถจะมีจุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนน 1700 มิลลิเมตร จงหาว่ารถจะพลิกคว่ำหรือไม่ ถ้าเล่นตกท้องร้องลึก 350 มิลลิเมตร โดยที่ด้านขวาของรถทั้งหมดตกลงไป และทำให้จุดศูนย์ถ่วงขยับจากเดิมไปทางขวา 300 มิลลิเมตร

เฉลยแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 7

1. รถบรรทุกอีซูซุเอลฟ์คันหนึ่ง มีระยะช่วงล้อหน้า-หลัง 2470 มิลลิเมตร ความกว้างช่วงล้อ 1385 มิลลิเมตร มีจุดศูนย์ถ่วงจากพื้น 970 มิลลิเมตร จะสามารถแล่นในถนนได้เอียงสูงสุดกี่องศา

วิธีทำ

$$\tan \varphi = \frac{b/2}{h}$$

$$b/2 = 1385 \text{ mm.}$$

$$= \frac{1385/2}{970}$$

$$h = 970 \text{ mm.}$$

$$\varphi = 35.52^\circ$$

$$\tan \varphi = ?$$

2. รถบรรทุกคันหนึ่ง มีความกว้างช่วงล้อ 1440 มิลลิเมตร ต้องแล่นผ่านถนนช่วงหนึ่งที่มีความเอียง 30 องศา จงหาว่ารถบรรทุกคันดังกล่าวนี้สามารถบรรทุกสินค้าที่ทำให้จุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนนได้มากที่สุดเท่าไร

วิธีทำ

$$\tan \varphi = \frac{b/2}{h}$$

$$b/2 = 1440 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1440/2}{0.577}$$

$$\tan \varphi = 30 \quad \square$$

$$= 1247.8 \text{ mm}$$

$$h = ?$$

3. รถยนต์เก๋งดั้ทสันขนาด 1600 ซีซี คันหนึ่งมวล 980 กิโลกรัม มีความกว้างช่วงล้อ 1345 มิลลิเมตร มีจุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนน 600 มิลลิเมตร จะสามารถแล่นในถนนที่เอียงได้สูงกี่องศา

วิธีทำ

$$\tan \varphi = \frac{b/2}{h}$$

$$\text{เมื่อ } b/2 = 1345 / 2 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

$$h = 600 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

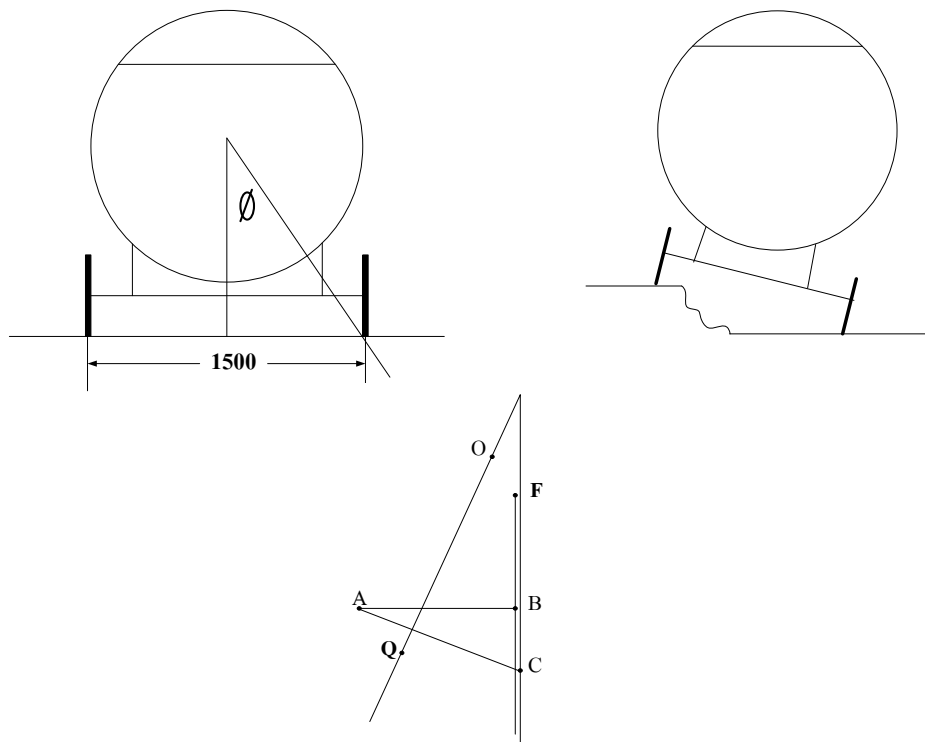
$$\text{แทนค่า} \quad \tan \varphi = \frac{1345/2}{600} = 1.1208$$

$$\varphi = 48.26 \text{ องศา}$$

$$\text{เมื่อรถแล่นในถนนเอียงสูงสุด มุม } \theta = \text{มุม } \varphi = 48.26 \text{ องศา}$$

4. รถบรรทุกคันหนึ่ง มีความกว้างของช่วงล้อ 1500 มิลลิเมตร บรรทุกถึงน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1800 มิลลิเมตร โดยขณะที่บรรทุกน้ำ $\frac{3}{4}$ ถัง รถจะมีจุดศูนย์กลางถ่วงสูงจากพื้นถนน 1700 มิลลิเมตร จงหาว่ารถจะพลิกคว่ำหรือไม่ ถ้าแล่นตกท้องร้องลึก 350 มิลลิเมตร โดยที่ด้านขวาของรถทั้งหมด ตกลงไป และทำให้จุดศูนย์กลางถ่วงขยับจากเดิมไปทางขวา 300 มิลลิเมตร

วิธีทำ การหาว่าแรงจะพลิกคว่ำหรือไม่ โดยการเขียนเวกเตอร์ของแรงจะเป็นวิธีที่ทำให้เกิดการ
สับสนน้อยที่สุด



AC ความกว้างของช่วงล้อ = 1500 มิลลิเมตร

BC คือความลึกของท้องร่อง = 350 มิลลิเมตร

OQ คือความสูงสุดของ CG เดิม = 1700 มิลลิเมตร

OP คือระยะ CG ใหม่ที่เลื่อนไปจากเดิม = 300 มิลลิเมตร

OP ขนานกับ AC

ลาก PY ตั้งฉากกับ AB (แนวของน้ำหนักรถกระทำในแนวดิ่ง)

จากรูป แนวของ PY ยังอยู่ในช่วงของ AC ดังนั้น รถยนต์จะยังไม่พลิกคว่ำ

แบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 7

1. รถบรรทุกอิซูซุเอลฟ์คันหนึ่ง มีระยะช่วงล้อหน้า-หลัง 2470 มิลลิเมตร ความกว้างช่วงล้อ 1385 มิลลิเมตร มีจุดศูนย์ถ่วงจากพื้น 970 มิลลิเมตร จะสามารถแล่นในถนนได้เอียงสูงสุดกี่องศา
(ตอบ $\phi = 35.52$ องศา)

2. รถบรรทุกคันหนึ่ง มีความกว้างช่วงล้อ 1440 มิลลิเมตร ต้องแล่นผ่านถนนช่วงหนึ่งที่มีความเอียง 30 องศา จงหาว่ารถบรรทุกคันดังกล่าวนี้สามารถบรรทุกสินค้าที่ทำให้จุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนนได้มากที่สุดเท่าไร
(ตอบ $h = 1247.8 \text{ mm}$)

3. รถยนต์เก๋งดัดสันขนาด 1600 ซีซี คันหนึ่งมวล 980 กิโลกรัม มีความกว้างช่วงล้อ 1345 มิลลิเมตร มีจุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนน 600 มิลลิเมตร จะสามารถแล่นในถนนที่เอียงได้สูงกี่องศา

4. รถบรรทุกคันหนึ่ง มีความกว้างของช่วงล้อ 1500 มิลลิเมตร บรรทุกถังน้ำมันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1800 มิลลิเมตร โดยขณะที่บรรทุกน้ำ $3/4$ ถัง รถจะมีจุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนน 1700 มิลลิเมตร จงหาว่ารถจะพลิกคว่ำหรือไม่ ถ้าแล่นตกท้องร้องลึก 350 มิลลิเมตร โดยที่ด้านขวาของรถทั้งหมดตกลงไป และทำให้จุดศูนย์ถ่วงขยับจากเดิมไปทางขวา 300 มิลลิเมตร

เฉลยแบบทดสอบ

1. รถบรรทุกอิซูซุเอลฟ์คันหนึ่ง มีระยะช่วงล้อหน้า-หลัง 2470 มิลลิเมตร ความกว้างช่วงล้อ 1385 มิลลิเมตร มีจุดศูนย์ถ่วงจากพื้น 970 มิลลิเมตร จะสามารถแล่นในถนนได้เอียงสูงสุดกี่องศา

วิธีทำ

$$\tan \varphi = \frac{b/2}{h}$$

$$= \frac{1385/2}{970}$$

$$\varphi = 35.52^\circ$$

$$b/2 = 1385 \text{ mm.}$$

$$h = 970 \text{ mm.}$$

$$\tan \varphi = ?$$

2. รถบรรทุกคันหนึ่ง มีความกว้างช่วงล้อ 1440 มิลลิเมตร ต้องแล่นผ่านถนนช่วงหนึ่งที่มีความเอียง 30 องศา จงหาว่ารถบรรทุกคันดังกล่าวนี้สามารถบรรทุกสินค้าที่ทำให้จุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนนได้มากที่สุดเท่าไร

วิธีทำ

$$\tan \varphi = \frac{b/2}{h}$$

$$h = \frac{1440/2}{0.577}$$

$$= 1247.8 \text{ mm}$$

$$b/2 = 1440 \text{ mm}$$

$$\tan \varphi = 30 \quad \square$$

$$h = ?$$

3. รถยนต์เก๋งดัดสันขนาด 1600 ซีซี คันหนึ่งมวล 980 กิโลกรัม มีความกว้างช่วงล้อ 1345 มิลลิเมตร มีจุดศูนย์ถ่วงสูงจากพื้นถนน 600 มิลลิเมตร จะสามารถแล่นในถนนที่เอียงได้สูงกี่องศา

วิธีทำ

$$\tan \varphi = \frac{b/2}{h}$$

เมื่อ $b/2 = 1345 / 2$ มิลลิเมตร

$h = 600$ มิลลิเมตร

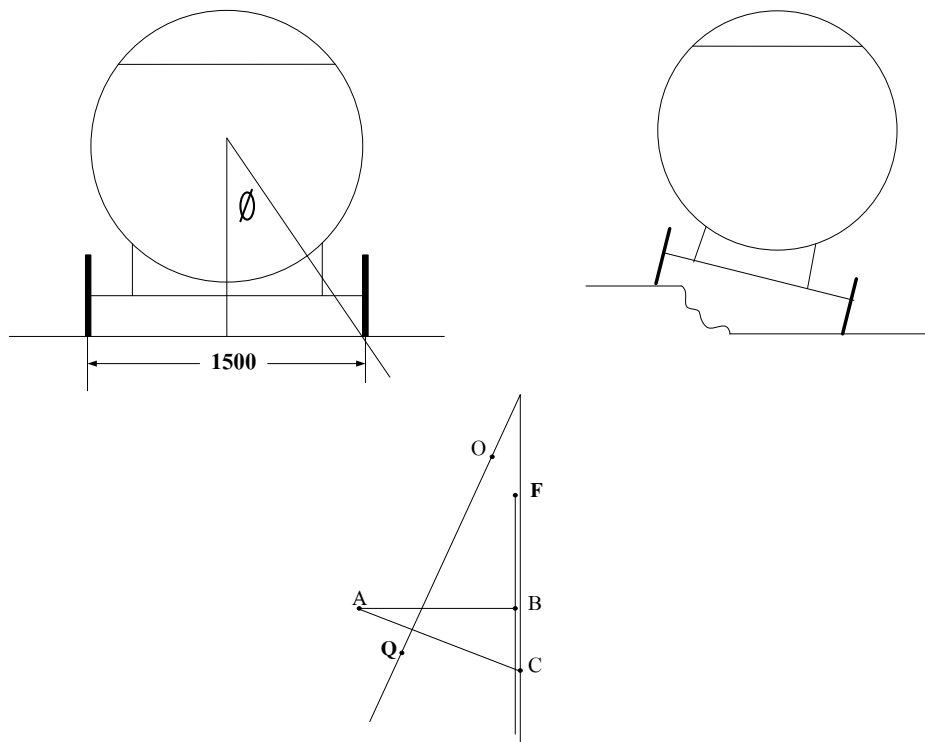
แทนค่า $\tan \varphi = \frac{1345/2}{600} = 1.1208$

$\varphi = 48.26$ องศา

เมื่อรถแล่นในถนนเอียงสูงสุด มุม $\theta =$ มุม $\varphi = 48.26$ องศา

4. รถบรรทุกคันหนึ่ง มีความกว้างของช่วงล้อ 1500 มิลลิเมตร บรรทุกถึงน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1800 มิลลิเมตร โดยขณะที่บรรทุกน้ำ $\frac{3}{4}$ ถัง รถจะมีจุดศูนย์กลางถ่วงสูงจากพื้นถนน 1700 มิลลิเมตร จงหารถจะพลิกคว่ำหรือไม่ ถ้าแล่นตกท้องร้องลึก 350 มิลลิเมตร โดยที่ด้านขวาของรถทั้งหมด ตกลงไป และทำให้จุดศูนย์กลางถ่วงขยับจากเดิมไปทางขวา 300 มิลลิเมตร

วิธีทำ การหารถจะพลิกคว่ำหรือไม่ โดยการเขียนเวกเตอร์ของแรงจะเป็นวิธีที่ทำให้เกิดการสับสนน้อยที่สุด



AC ความกว้างของช่วงล้อ = 1500 มิลลิเมตร
 BC คือความลึกของท้องร้อง = 350 มิลลิเมตร
 OQ คือความสูงของ CG เดิม = 1700 มิลลิเมตร
 OP คือระยะ CG ใหม่ที่เลื่อนไปจากเดิม = 300 มิลลิเมตร
 OP ขนานกับ AC

ลาก PY ตั้งฉากกับ AB (แนวของน้ำหน้ารถกระทำในแนวดิ่ง)

จากรูป แนวของ PY ยังอยู่ในช่วงของ AC ดังนั้น รถยนต์จะยังไม่พลิกคว่ำ