

สอนครั้งที่ 5

หน่วยที่ 3

เรื่อง แรงขับเคลื่อนและแรงต้านทานในการเคลื่อนที่

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา วิศวกรรมยานยนต์ รหัสวิชา 3101 – 2008	สอนครั้งที่
	ชื่อหน่วย แรงขับเคลื่อนและแรงต้านทานในการเคลื่อนที่	ชั่วโมงรวม 15
ชื่อเรื่อง/ชื่องาน แรงขับเคลื่อนใช้งาน		จำนวน 3 ชั่วโมง
หัวข้อเรื่องและงาน 3.5 แรงขับเคลื่อนใช้งาน 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงขับเคลื่อนใช้งานแล้อัตราเร่ง สาระสำคัญ 1. แรงขับเคลื่อนใช้งาน คือ แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลและอัตราเร่งของวัตถุ 2. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงขับเคลื่อนใช้งานแล้อัตราเร่งคือแรงขับเคลื่อนเป็นแรงที่เพลาท้าย ซึ่งได้มาจากเกิดที่เพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ) 1. นักศึกษาสามารถอธิบายและสามารถคำนวณหาแรงขับเคลื่อนใช้งานได้อย่างถูกต้อง 2. นักศึกษาสามารถบอกและคำนวณหาอัตราเร่งของรถยนต์ได้อย่างถูกต้อง		
เนื้อหาสาระ		

แรงขับเคลื่อนใช้งาน

การคำนวณหาแรงของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ เราจะหาได้โดยใช้กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน คือ แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลและอัตราเร่งของวัตถุ

$$\Sigma F = ma$$

3.5 แรงขับเคลื่อนใช้งาน

ในบทที่ 1 ได้กล่าวถึงแรงขับเคลื่อนที่ล้อได้รับจากแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยง และในบทที่ 2 ได้กล่าวถึงแรงขับเคลื่อน และแรงเสถียรเนื่องจากการที่รถยนต์แล่นลงเนิน

เมื่อนำค่าของแรงขับเคลื่อนและแรงต้านทานมารวมกันทางพีชคณิต จะได้ค่าแรงขับเคลื่อนใช้งาน หรือผลรวมการดังนี้

$$NetTE = TE - R_t \dots\dots\dots (3.1)$$

ตัวอย่างที่ 1.1 รถยนต์คันหนึ่งมีแรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน 480 นิวตัน-เมตร แรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อรถยนต์มีมวล 1780 กิโลกรัม รัศมีของยาง 0.3 เมตร และกำลังแล่นขึ้นเนินที่มีความชัน 2.86 องศา จงหาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

วิธีทำ

แรงต้านทานเนื่องจากการขึ้นเนิน

$$R_g = mg \sin \theta$$

$$\text{เมื่อ } m = 1780 \text{ Kg} , g = 9.81 \text{ m/sec}^2$$

$$\sin \theta = \sin 2.86^\circ = 0.0499$$

$$\text{แทนค่า } R_g = 1780 \times 9.81 \times 0.0499 = 872 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{แรงต้านทานทั้งหมด } R_t &= R_r + R_g \\ &= 320 + 872 = 1192 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{แรงขับเคลื่อน } TE = \frac{T_r}{R}$$

$$\text{เมื่อ } T_r = 480 \text{ Nm} , r = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{แทนค่า } TE = \frac{480}{0.3} = 1600 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{แรงขับเคลื่อนใช้งาน } Net &= TE - R_t \\ &= 1600 - 1192 \\ &= 408 \text{ N} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1.2 เครื่องยนต์เครื่องหนึ่ง ผลิตกำลังได้ 12 กิโลวัตต์ ที่ความเร็วรอบ 3000 รอบ/นาที ใ้กับรถยนต์ที่ 1700 กิโลกรัม ในกรณีที่ แรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อเท่ากับ 130 นิวตัน จงหาความชันสูงสุดที่รถยนต์

สามารถเล่นขึ้นไปได้ ด้วยเกียร์ที่มีอัตราทด 1:1 และอัตราทดเฟืองท้าย 4.5 :1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 7 รัศมีของยาง 0.28

วิธีทำ

1. หาแรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์

$$T = \frac{60 P_b}{2\pi N}$$

เมื่อ

$$P_b = 12 \text{ KW} , N = 3000 \text{ rpm}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} T &= \frac{60 \times 12 \times 1000}{2\pi \times 3000} \\ &= 38.2 \text{ Nm} \end{aligned}$$

2. หาแรงขับเคลื่อนของรถ

$$TE = \frac{T n f e}{R}$$

เมื่อ

$$T = 38.2 \text{ Nm} , n = 1 , e = 70 \%$$

$$f = 4.5 , R = 0.28 \text{ m}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} TE &= \frac{38.2 \times 1 \times 4.5 \times 0.70}{0.28} \\ &= 429.75 \text{ N} \end{aligned}$$

3. หาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

$$\begin{aligned} \text{NetTE} &= TE - R_r \\ &= 429.75 - 130 \\ &= 299.75 \text{ N} \end{aligned}$$

4. หาความชันสูงสุดที่รถสามารถเล่นขึ้นไปได้

$$\text{แรงต้านทานจากการขึ้นเนิน} \quad R_g = mg \sin \theta$$

เมื่อ

$$R_g = \text{NetTE} = 299.75 \text{ N}$$

$$m = 1700 \text{ Kg} , g = 9.81 \text{ m/sec}^2$$

แทนค่า

$$299.75 = 1700 \times 9.81 \sin \theta$$

$$\begin{aligned} \sin \theta &= \frac{299.75}{1700 \times 9.81} \\ &= 0.01797 \end{aligned}$$

$$\theta = 1.03^\circ$$

3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงขับเคลื่อนใช้งานและอัตราเร่ง

ในกรณีที่แรงขับเคลื่อนที่ได้มาจากเพลาช้อเหวี่ยง มีค่ามากกว่าแรงต้านทาน ค่าของแรงขับเคลื่อนแรงขับ

งานจะมีค่าบวก ซึ่งหมายถึงว่าจะมีแรงขับเคลื่อนเหลือพอที่จะทำให้รถแล่นเร็วขึ้นหรือทำให้รถมีอัตราเร่ง แต่ในทางกลับกันถ้าแรงขับเคลื่อนใช้งานมีค่าลบ กล่าวคือ แรงต้านทานมีค่ามากกว่าแรงขับเคลื่อน จะมีผลให้รถแล่นช้าลง หรือทำให้รถมีอัตราหน่วงซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ จะได้กล่าวในตัวอย่างต่อไป

ตัวอย่างที่ 1.3 เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งสามารถผลิตแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงได้ 352 นิวตัน-เมตร ประกอบเข้ากับรถยนต์ 1670 กิโลกรัม ซึ่งมีอัตราทดของเฟืองท้าย 4.35 และมีประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 80 % ในกรณีที่แรงต้านทานการหมุนของล้อเท่ากับ 356 นิวตัน เส้นผ่าศูนย์กลางของยาง 0.62 เมตร รถแล่นขึ้นเนินที่มีความชัน 1:10 ด้วยเกียร์หนึ่ง จงหาแรงที่ทำให้เกิดความเร่งขณะแล่นขึ้นเนินดังกล่าว และอัตราเร่งที่เกิดขึ้น ในกรณีกับกันถ้ารถยนต์แล่นลงเนิน เครื่องยนต์เท่าเดิมจะเกิดอัตราเร่งเท่าใด

วิธีทำ 1. หาแรงขับเคลื่อน

$$TE = \frac{T_{nfe}}{R}$$

เมื่อ

$$T = 352 \text{ Nm} , n = 1 , e = 80 \%$$

$$f = 4.35 , R = 0.62/2 = 0.31 \text{ m}$$

$$TE = \frac{352 \times 1 \times 4.35 \times 0.80}{0.31}$$

$$= 3951 \text{ N}$$

2. หาแรงต้านทานจากการขึ้นเนิน

$$R_g = mg \sin \theta$$

เมื่อ

$$m = 1670 \text{ Kg} , \tan^{-1} \frac{1}{10} = 5.71^\circ$$

แทนค่า

$$R_g = 1670 \times 9.81 \times 0.1$$

$$= 1638 \text{ N}$$

3. หาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

$$R_t = R_r + R_g$$

$$= 356 + 1638 = 1994 \text{ N}$$

$$\text{NetTE} = TE - R_t$$

$$= 3951 - 1994 = 1957 \text{ N}$$

4. หาอัตราเร่งขณะรถขึ้นเนิน

$$F = ma \quad \text{หรือ} \quad a = \frac{F}{m}$$

เมื่อ

$$F \text{ คือ } \text{Net TE} = 1957 \text{ N}$$

$$a = \frac{1957}{1670} = 1.17 \text{ m/sec}^2$$

5. หาอัตราเร่งขณะรถลงเนิน

ขณะรถลงเนินแรงต้านทานจากการขึ้นเนินจะเป็นแรงเสริมให้รถลงเนิน ดังนั้น

$$\begin{aligned}\text{NetTE} &= \text{TE} + R_g - R_r \\ &= 3951 + 1638 - 356 = 5233 \text{ N} \\ a &= \frac{\text{NetTE}}{m} \\ &= \frac{5233}{1670} = 3.134 \text{ m/sec}^2\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1.4 รถยนต์มีมวล 1200 กิโลกรัม สามารถแล่นด้วยอัตราเร่งในเกียร์สูงสุดได้ 3 m/sec² ขณะที่แรงต้านทั้งหมดคือ 2587 นิวตัน รัศมีของยาง 0.27 เมตร อัตราทดของเฟืองท้าย 4.6:1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 70% แรงบิดที่เพลาคือเหวี่ยงของรถยนต์

วิธีทำ

$$\begin{aligned}\text{Net TE} &= ma \\ &= 1200 \times 3 = 3600 \text{ N} \\ \text{แต่ } \text{NetTE} &= \text{TE} - R_t \\ \text{หรือ} \quad \text{TE} &= \text{NetTE} + R_t \\ &= 3600 + 2587 = 6187 \text{ N} \\ \text{แต่} \quad \text{TE} &= \frac{Tnfe}{R} \\ \text{เมื่อ} \quad n &= 1, e = 76\%, f = 4.6, R = 0.27 \text{ m} \\ \text{แทนค่า} \quad 6187 &= \frac{T \times 4.6 \times 0.76}{0.27} \\ T &= \frac{6187 \times 0.27}{1 \times 4.6 \times 0.76} = 477.8 \text{ Nm}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1.5 รถยนต์คันหนึ่งมีมวล 1318 กิโลกรัม ใช้เครื่องยนต์ขนาด 28.348 กิโลวัตต์ ที่ 2000 รอบ/นาที แอ็กเซียล โดยม้อัตราทดเฟืองท้าย 4.8:1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 88% รัศมีของยาง 0.33 เมตร แรงต้านทานการหมุนของล้อ 173.5 นิวตัน แรงต้านทานเนื่องจากลมปะทะ 230 นิวตัน

วิธีทำ 1. หาความเร็วรถ

$$\begin{aligned}\text{ความเร็วของล้อ} &= \frac{\text{ความเร็วรอบของเครื่องยนต์}}{\text{อัตราทด}} \\ &= \frac{2000}{1 \times 4.8} \\ &= 416.66 \text{ rpm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ความเร็วของรถ} &= 2 \pi r n \\ &= \frac{2\pi \times 0.33 \times 416.66 \times 60}{1000} \\ &= 51.84 \text{ Km/hr}\end{aligned}$$

2. หากำลังที่เหลือสำหรับการแล่นขึ้นเขา

$$\begin{aligned}R_t &= R_r + R_a \\ &= 173.5 + 230 \\ &= 403.5 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{กำลังเครื่องยนต์} \quad P_b &= \frac{2\pi NT}{60} \\ T &= \frac{60 P_b}{2\pi N}\end{aligned}$$

$$\text{เมื่อ} \quad P_b = 28.348 \text{ KW}, \quad N = 2000 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า} \quad T &= \frac{60 \times 28.348 \times 1000}{2\pi \times 2000} \\ &= 135.3 \text{ Nm}\end{aligned}$$

$$TE = \frac{T n f e}{R}$$

$$\text{เมื่อ} \quad n = 1, \quad e = 88 \%, \quad f = 4.8, \quad R = 0.33 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า} \quad TE &= \frac{135.3 \times 1 \times 4.8 \times 0.88}{0.33} \\ &= 1731.8 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NetTE} &= TE - R_t \\ &= 1731.8 - 403.5 \\ &= 1328.3 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NetP}_b &= \text{NetTE} \times V \\ &= \frac{1328.3 \times 51.84 \times 1000}{60 \times 60} \\ &= 19127 \text{ watt} = 19.127 \text{ KW}\end{aligned}$$

3. หาอัตราเร่งสูงสุดที่ได้

$$\begin{aligned}
 F &= ma \\
 a &= \frac{F}{m} = \frac{\text{Net TE}}{m} \\
 &= \frac{1328.3}{1318} \\
 &= 1.008 \quad \text{m/sec}^2
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1.6 รถยนต์คันหนึ่งมวล 15 นิวตัน แล่นขึ้นเนินด้วยอัตราเร่ง 0.085 เมตร/วินาที บนถนนคอนกรีตที่มีองศา ถ้ารถยนต์คันนี้มีพื้นที่หน้าตัดด้านหน้าของรถ 3.44 ตารางเมตร และขณะแล่นด้วยความเร็ว 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง มีค่าสัมประสิทธิ์ของการปะทะลม 0.375 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร จงหากำลังที่เครื่องยนต์ผลิตได้ขณะทำงานที่ความเร็ว 2800 รอบ/นาที โดยที่รถใช้เกียร์สองวิ่งมีอัตราทด 2.956 อัตราทดเฟืองท้าย 5.857 ประสิทธิภาพของการส่งกำลังขับเคลื่อนของยาง 0.34 เมตร

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 R_r &= mc_r \\
 &= 15 \times 96.3 \\
 &= 1444.5 \text{ N}
 \end{aligned}
 \qquad
 C_r = \frac{96.3}{1000} \frac{\text{N}}{\text{ton}}$$

$$\begin{aligned}
 R_g &= mg \sin \theta \\
 &= 15000 \times 9.81 \sin \theta^\circ \\
 &= 20479.32 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_a &= KAV^2 \\
 &= 0.375 \times 3.44 \times \frac{[(60+10) \times 1000]^2}{3600} \\
 &= 487.73 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_t &= 1444.5 + 20479.32 + 487.73 \\
 &= 2241.55 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Net TE} &= ma \\
 &= 15000 \times 0.085 \\
 &= 1275 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{TE} &= 1275 + 2241.55 \\
 &= 23686.55 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{\text{TE} \times R}{n_{fe}} \\
 &= \frac{23686.55 \times 0.34}{2.956 \times 5.857 \times 0.98}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 474.65 \text{ Nm} \\
 P_b &= \frac{2\pi NT}{60} \\
 &= \frac{2\pi \times 474.65 \times 2800}{60} \\
 &= 139174 \text{ watt} \\
 &= 139.174 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

สรุปเนื้อหาวิชา

กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน คือ

แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลและอัตราเร่งของวัตถุ

$$\Sigma F = ma$$

แรงขับเคลื่อนใช้งาน

เมื่อนำค่าของแรงขับเคลื่อนและแรงต้านทานการขับเคลื่อนมารวมกันทางพีชคณิต จะได้ค่าแรงขับเคลื่อนในเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$TE_{Net} = TE - R_T$$

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงขับเคลื่อนใช้งานกับอัตราเร่ง

ในกรณีที่แรงขับเคลื่อนที่ได้มาจากเพลามีค่ามากกว่าแรงต้านทานการขับเคลื่อน ค่าของแรงต้านทานการขับเคลื่อนจะมีค่าบวก ซึ่งหมายความว่าเมื่อมีแรงขับเคลื่อนเหลือพอที่จะทำให้รถแล่นเร็วขึ้นหรือทำให้รถมีอัตราเร่ง

แต่ในทางกลับกันถ้าแรงขับเคลื่อนใช้งานมีค่าลบ กล่าวคือ แรงต้านทานการขับเคลื่อนมีค่ามากกว่าแรงขับเคลื่อนจะทำให้รถแล่นช้าลง หรือทำให้รถมีอัตราเร่ง

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูผู้สอนทบทวนความรู้เดิม โดยการสนทนาในเรื่องที่เรียนในสัปดาห์ที่ 4 และใช้คำถามให้นักศึกษา

ขั้นตอนการสอน

1. นักศึกษาทดสอบเรื่อง แรงต้านทานการขับเคลื่อน ใช้เวลา (30 นาที)
2. ครูผู้สอนเฉลยแบบทดสอบ (20 นาที)
3. ครูผู้สอนแจกใบเนื้อหาประกอบการสอนเรื่อง แรงขับเคลื่อนใช้งาน (10 นาที)
4. ครูผู้สอนอธิบายตาม Power point และใบเนื้อหาประกอบการสอนโดยอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบเขียนลงบนกระดานในขณะที่สอนครูให้นักศึกษาตอบคำถามและร่วมแสดงความคิดเห็น(50 นาที)
5. นักศึกษานำบันทึกลงในสมุดบันทึก
6. นักศึกษาทำแบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 5 (30 นาที)

ขั้นสรุป

1. ครูสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่สอนและสุ่มถามนักศึกษา (20 นาที)
2. ครูผู้สอนให้นักศึกษาถามข้อสงสัย (10 นาที)
3. ครูผู้สอนนัดหมายในเรื่องที่เรียนในสัปดาห์หน้า (5 นาที)

สื่อการเรียนการสอน

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

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการอธิบายและสามารถคำนวณหาแรงขับเคลื่อนใช้งานได้อย่างถูกต้อง
2. สังเกตจากการบอกและคำนวณหาอัตราเร่งของรถยนต์ได้อย่างถูกต้อง

บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

ผลการเรียนของนักศึกษา.....

หลังเรียน.....

Power point สัปดาห์ที่ 5

ตัวอย่างที่ 1.1 รถยนต์คันหนึ่งมีแรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน 480 นิวตัน-เมตร แรงต้านทานเนื่องจาก

การหมุนของล้อ 320 นิวตัน รถยนต์มีมวล 1780 กิโลกรัม รัศมีของยาง 0.3 เมตร และกำลังแล่นขึ้นเนินที่มีความชัน 2.86 องศา

จงหาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

วิธีทำ แรงต้านทานเนื่องจากการขึ้นเนิน

$$R_g = mg \sin \theta$$

เมื่อ

$$m = 1780 \text{ Kg} , g = 9.81 \text{ m/sec}^2$$

$$\sin \theta = \sin 2.86^\circ = 0.0499$$

แทนค่า

$$R_g = 1780 \times 9.81 \times 0.0499 = 872 \text{ N}$$

แรงต้านทานทั้งหมด

$$\begin{aligned} R_t &= R_r + R_g \\ &= 320 + 872 = 1192 \text{ N} \end{aligned}$$

แรงขับเคลื่อน

$$TE = \frac{T_r}{R}$$

เมื่อ

$$T_r = 480 \text{ Nm} , r = 0.3 \text{ m}$$

แทนค่า

$$TE = \frac{480}{0.3} = 1600 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{แรงขับเคลื่อนใช้งาน } Net &= TE - R_t & TE &= 1600 \text{ N} \\ &= 1600 - 1192 & R_t &= 1192 \text{ N} \\ &= 408 \text{ N} & Net &= ? \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1.2 เครื่องยนต์เครื่องหนึ่ง ผลิตกำลังได้ 12 กิโลวัตต์ ที่ความเร็วรอบ 3000 รอบ/นาที ใช้กับรถยนต์ที่มีมวล 1700 กิโลกรัม ในกรณีที่ แรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อเท่ากับ 130 นิวตัน จงหาความชันสูงสุดที่รถยนต์คันนี้สามารถแล่นขึ้นไปได้ ด้วยเกียร์สี่ที่มีอัตราทด 1:1

และอัตราทดเฟืองท้าย 4.5 :1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 70% และรัศมีของยาง 0.28

วิธีทำ

1. หาแรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์

$$T = \frac{60 P_b}{2 \pi N}$$

เมื่อ

$$P_b = 12 \text{ KW} , N = 3000 \text{ rpm}$$

แทนค่า

$$T = \frac{60 \times 12 \times 1000}{2 \pi \times 3000}$$

$$= 38.2 \text{ N-m}$$

2. หาแรงขับเคลื่อนของรถ

$$TE = \frac{T n f e}{R}$$

เมื่อ

$$T = 38.2 \text{ Nm} , n = 1 , e = 0.70$$

$$f = 4.5 , R = 0.28 \text{ m}$$

แทนค่า

$$TE = \frac{38.2 \times 1 \times 4.5 \times 0.70}{0.28}$$

$$= 429.75 \text{ N}$$

3. หาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

$$\text{NetTE} = TE - R_r$$

$$= 429.75 - 130$$

$$= 299.75 \text{ N}$$

4. หาความชันสูงสุดที่รถสามารถแล่นขึ้นไปได้

แรงต้านทานจากการขึ้นเนิน $R_g = mg \sin \theta$

เมื่อ

$$R_g = \text{NetTE} = 299.75 \text{ N}$$

$$m = 1700 \text{ Kg} , g = 9.81 \text{ m/sec}^2 \sin \theta = ?$$

แทนค่า $299.75 = 1700 \times 9.81 \sin \theta$

$$\sin \theta = \frac{299.75}{1700 \times 9.81}$$

$$= 0.01797$$

$$\theta = 1.03^\circ$$

ตัวอย่างที่ 1.3 เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งสามารถผลิตแรงบิดที่เพลาช้อเหวี่ยงได้ 352 นิวตัน-เมตร ประกอบเข้ากับรถยนต์ที่มีมวล 1670 กิโลกรัม ซึ่งมีอัตราทดของเฟืองท้าย 4.35 และมีประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 80 % ในกรณีที่แรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อเท่ากับ 356 นิวตัน

เส้นผ่าศูนย์กลางของยาง 0.62 เมตร รถแล่นขึ้นเนินที่มีความชัน 1:10 ด้วยเกียร์สูงสุด จงหาแรงที่ทำให้เกิดความเร่งขณะแล่นขึ้นเนินดังกล่าว และอัตราเร่งที่เกิดขึ้น ในกรณีกับกันถ่วงรถยนต์แล่นลงเนินด้วยกำลังเครื่องยนต์เท่าเดิมจะเกิดอัตราเร่งเท่าใด

วิธีทำ 1. หาแรงขับเคลื่อน

$$TE = \frac{Tnfe}{R}$$

เมื่อ $T = 352 \text{ Nm}$, $n = 1$, $e = 80 \%$

$f = 4.35$, $R = 0.62/2 = 0.31 \text{ m}$

$$TE = \frac{352 \times 1 \times 4.35 \times 0.80}{0.31}$$

$$= 3951 \text{ N}$$

2. หาแรงต้านทานจากการขึ้นเนิน

$$R_g = mg \sin \theta$$

เมื่อ $m = 1670 \text{ Kg}$, $\tan^{-1} \frac{1}{10} = 5.71^\circ$

แทนค่า $R_g = 1670 \times 9.81 \times 0.1$

$$= 1638 \text{ N}$$

3. หาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

$$R_t = R_r + R_g$$

$$= 356 + 1638 = 1994 \text{ N}$$

$$\text{NetTE} = TE - R_t$$

$$= 3951 - 1994 = 1957 \text{ N}$$

4. หาอัตราเร่งขณะรถขึ้นเนิน

$$F = ma \quad \text{หรือ} \quad a = \frac{F}{m}$$

เมื่อ F คือ $\text{Net TE} = 1957 \text{ N}$

$$a = \frac{1957}{1670} = 1.17 \text{ m/sec}^2$$

5. หาอัตราเร่งขณะรถลงเนิน

ขณะรถลงเนินแรงต้านทานจากการขึ้นเนินจะเป็นแรงเสริมให้รถลงเนิน ดังนั้น

เมื่อ $TE = 3951 \text{ N}$, $R_g = 1638 \text{ N}$

$$R_r = 356 \text{ N} , \text{NetTE} = 5233 \text{ N} , a = ?$$

$$\begin{aligned}
 \text{NetTE} &= \text{TE} + R_g - R_r \\
 &= 3951 + 1638 - 356 = 5233 \text{ N} \\
 a &= \frac{\text{NetTE}}{m} \\
 &= \frac{5233}{1670} = 3.134 \text{ m/sec}^2
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1.4 รถยนต์มีมวล 1200 กิโลกรัม สามารถเล่นด้วยอัตราเร่งในเกียร์สูงสุดได้ 3 m/sec² ขณะที่แรงต้านทานทั้งหมดคือ 2587 นิวตัน รัศมีของยาง 0.27 เมตร อัตราทดของเฟืองท้าย 4.6:1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 76% จงหาแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงของรถยนต์

วิธีทำ

$$\text{Net TE} = ma$$

$$= 1200 \times 3 = 3600 \text{ N}$$

แต่ $\text{NetTE} = \text{TE} - R_t$

หรือ $\text{TE} = \text{NetTE} + R_t$

$$= 3600 + 2587 = 6187 \text{ N}$$

แต่ $\text{TE} = \frac{T_{nfe}}{R}$

เมื่อ $n = 1$, $e = 76 \%$, $f = 4.6$, $R = 0.27 \text{ m}$

แทนค่า $6287 = \frac{T \times 4.6 \times 0.76}{0.27}$

$$T = \frac{6187 \times 0.27}{1 \times 4.6 \times 0.76} = 477.8 \text{ Nm}$$

ตัวอย่างที่ 1.5 รถยนต์คันหนึ่งมีมวล 1318 กิโลกรัม ใช้เครื่องยนต์ขนาด 28.348 กิโลวัตต์ ที่ 2000 รอบ/นาที เล่นด้วยเกียร์สี่ โดยมีอัตราทดเฟืองท้าย 4.8:1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 88 % รัศมีของยาง 0.33 เมตร แรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อ 173.5 นิวตัน แรงต้านทานเนื่องจากลมปะทะ 230 นิวตัน

วิธีทำ 1. หาความเร็วรถ

$$\text{ความเร็วของล้อ} = \frac{\text{ความเร็วรอบของเครื่องยนต์}}{\text{อัตราทด}}$$

$$= \frac{2000}{1 \times 4.8}$$

$$= 416.66 \text{ rpm}$$

$$\text{ความเร็วของรถ} = 2\pi rn$$

$$= \frac{2\pi \times 0.33 \times 416.66 \times 60}{1000}$$

$$= 51.84 \text{ Km/hr}$$

2. หากำลังที่เหลือสำหรับการแล่นขึ้นเขา

$$R_t = R_r + R_a$$

$$= 173.5 + 230$$

$$= 403.5 \text{ N}$$

$$\text{กำลังเครื่องยนต์} \quad P_b = \frac{2\pi NT}{60}$$

$$T = \frac{60 P_b}{2\pi N}$$

$$\text{เมื่อ} \quad P_b = 28.348 \text{ KW}, \quad N = 2000 \text{ rpm}$$

$$\text{แทนค่า} \quad T = \frac{60 \times 28.348 \times 1000}{2\pi \times 2000}$$

$$= 135.3 \text{ Nm}$$

$$TE = \frac{Tnfe}{R}$$

$$\text{เมื่อ} \quad n = 1, \quad e = 88\%, \quad f = 4.8, \quad R = 0.33 \text{ m}$$

$$\text{แทนค่า} \quad TE = \frac{135.3 \times 1 \times 4.8 \times 0.88}{0.33}$$

$$= 1731.8 \text{ N}$$

$$\text{NetTE} = TE - R_t$$

$$= 1731.8 - 403.5$$

$$= 1328.3 \text{ N}$$

$$\text{NetP}_b = \text{NetTE} \times V$$

$$= \frac{1328.3 \times 51.84 \times 1000}{60 \times 60}$$

$$= 19127 \text{ watt} = 19.127 \text{ KW}$$

3. หาอัตราเร่งสูงสุดที่ทำได้

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{\text{NetTE}}{m}$$

$$= \frac{1328.3}{1318}$$

$$= 1.008 \quad \text{m/sec}^2$$

แบบฝึกหัด สัปดาห์ที่ 5

1. รถยนต์มีมวล 1200 กิโลกรัม สามารถเล่นด้วยอัตราเร่งในเกียร์สูงสุดได้ 3 m/sec^2 ขณะที่แรงต้านทานทั้งหมดคือ 2587 นิวตัน รัศมีของยาง 0.27 เมตร อัตราทดของเฟืองท้าย 4.6:1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 76% จงหาแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงของรถยนต์

2. รถยนต์คันหนึ่งมีแรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน 480 นิวตัน-เมตร แรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อ 320 นิวตัน รถยนต์มีมวล 1780 กิโลกรัม รัศมีของยาง 0.3 เมตร และกำลังเครื่องยนต์ที่มี ความชัน 2.86 องศา

จงหาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

3. รถยนต์คันหนึ่งมวล 1250 กิโลกรัม มีแรงที่ล้อขับเคลื่อน 2248.4 นิวตัน-เมตร ใช้ยางที่มีรัศมี 0.28 เมตร มีแรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อ 505 นิวตัน แรงต้านทานเนื่องจากการขึ้นเนิน 5700 นิวตัน แรงต้านทานเนื่องจากลมปะทะ 285 นิวตัน จงหาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

เฉลยแบบฝึกหัด

1. รถยนต์มีมวล 1200 กิโลกรัม สามารถแล่นด้วยอัตราเร่งในเกียร์สูงสุดได้ 3 m/sec^2 ขณะที่แรงต้านทานทั้งหมดคือ 2587 นิวตัน รัศมีของยาง 0.27 เมตร อัตราทดของเฟืองท้าย 4.6:1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 76% จงหาแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงของรถยนต์

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{netTE} &= ma & n &= 1 \\
 &= 1200 \times 3 = 3600 \text{ N} & e &= 76 \\
 \text{แต่} & \text{netTE} = \text{TE} - R_t & f &= 4.6 \\
 \text{หรือ} & \text{TE} = \text{TE}_{\text{net}} + R_t & R &= 0.27 \text{ m} \\
 &= 3600 + 2587 = 6187 \text{ N} \\
 \text{แต่} & \text{TE} = \frac{Tnfe}{R} \\
 \text{แทนค่า} & 6287 = \frac{T \times 4.6 \times 0.76}{0.27} \\
 & T = \frac{6187 \times 0.27}{1 \times 4.6 \times 0.76} = 477.8 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

2. รถยนต์คันหนึ่งมีแรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน 480 นิวตัน-เมตร แรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อ 320 นิวตัน รถยนต์มีมวล 1780 กิโลกรัม รัศมีของยาง 0.3 เมตร และกำลังแล่นขึ้นเนินที่มีความชัน 2.86 องศา

จงหาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

วิธีทำ แรงต้านทานเนื่องจากการขึ้นเนิน

$$\begin{aligned}
 R_g &= mg \sin \theta & m &= 1780 \text{ Kg} \\
 & & g &= 9.81 \text{ m/sec}^2 \\
 \sin \theta &= \sin 2.86^\circ = 0.0499 & T_r &= 480 \text{ Nm} \\
 \text{แทนค่า} & R_g = 1780 \times 9.81 \times 0.0499 = 872 \text{ N} & r &= 0.3 \text{ m} \\
 \text{แรงต้านทานทั้งหมด} & R_t = R_r + R_g \\
 &= 320 + 872 = 1192 \text{ N} \\
 \text{แรงขับเคลื่อน} & \text{TE} = \frac{T_y}{R} \\
 \text{แทนค่า} & \text{TE} = \frac{480}{0.3} = 1600 \text{ N} \\
 \therefore \text{แรงขับเคลื่อนใช้งาน} & \text{Net} = \text{TE} - R_t \\
 &= 1600 - 1192 \\
 &= 408 \text{ N}
 \end{aligned}$$

3. รถยนต์คันหนึ่งมวล 1250 กิโลกรัม มีแรงที่ล้อขับเคลื่อน 2248.4 นิวตัน-เมตร ใ้ย่างที่มีรัศมี 0.28 เมตร มีแรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อ 505 นิวตัน แรงต้านทานเนื่องจากการขึ้นเนิน 5700 นิวตัน แรงต้านทานเนื่องจากลมปะทะ 285 นิวตัน จงหาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 R_t &= R_r + R_g + R_a & R_r &= 505 \text{ N} \\
 &= 505 + 5700 + 285 & R_g &= 5700 \text{ N} \\
 &= 6490 \text{ N} & R_a &= 285 \text{ N} \\
 TE &= \frac{T_y}{R} & R_t &= 6490 \text{ N} \\
 &= \frac{2248.4}{0.28} & T_r &= 2248.4 \text{ Nm} \\
 &= 8030 \text{ N} & r &= 0.28 \text{ m} \\
 TE_{\text{net}} &= TE - R_t & TE &= 8030 \text{ N} \\
 &= 8030 - 6490 & TE_{\text{net}} &= ? \\
 &= 1540 \text{ N}
 \end{aligned}$$

แบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 5

1. รถยนต์มีมวล 1200 กิโลกรัม สามารถแล่นด้วยอัตราเร่งในเกียร์สูงสุดได้ 3 m/sec^2 ขณะที่แรงต้านทานทั้งหมดคือ 2587 นิวตัน รัศมีของยาง 0.27 เมตร อัตราทดของเฟืองท้าย 4.6:1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 76% จงหาแรงบิดที่เพลาล้อเหยียบของรถยนต์

2. รถยนต์คันหนึ่งมีแรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน 480 นิวตัน-เมตร แรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อ 320 นิวตัน รถยนต์มีมวล 1780 กิโลกรัม รัศมีของยาง 0.3 เมตร และกำลังเครื่องยนต์ที่มี ความชัน 2.86 องศา

จงหาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

3. รถยนต์คันหนึ่งมวล 1250 กิโลกรัม มีแรงที่ล้อขับเคลื่อน 2248.4 นิวตัน-เมตร ใช้อย่างที่มีรัศมี 0.28 เมตร มีแรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อ 505 นิวตัน แรงต้านทานเนื่องจากการขึ้นเนิน 5700 นิวตัน แรงต้านทานเนื่องจากลมปะทะ 285 นิวตัน จงหาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

เฉลยแบบทดสอบ สัปดาห์ที่ 5

1. รถยนต์มีมวล 1200 กิโลกรัม สามารถแล่นด้วยอัตราเร่งในเกียร์สูงสุดได้ 3 m/sec^2 ขณะที่แรงต้านทานทั้งหมดคือ 2587 นิวตัน รัศมีของยาง 0.27 เมตร อัตราทดของเฟืองท้าย 4.6:1 ประสิทธิภาพของการส่งกำลัง 76% จงหาแรงบิดที่เพลาข้อเหวี่ยงของรถยนต์

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{netTE} &= ma & n &= 1 \\
 &= 1200 \times 3 = 3600 \text{ N} & e &= 76 \\
 \text{แต่} & \text{netTE} = \text{TE} - R_t & f &= 4.6 \\
 \text{หรือ} & \text{TE} = \text{TE}_{\text{net}} + R_t & R &= 0.27 \text{ m} \\
 &= 3600 + 2587 = 6187 \text{ N} \\
 \text{แต่} & \text{TE} = \frac{Tnfe}{R} \\
 \text{แทนค่า} & 6287 = \frac{T \times 4.6 \times 0.76}{0.27} \\
 & T = \frac{6187 \times 0.27}{1 \times 4.6 \times 0.76} = 477.8 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

2. รถยนต์คันหนึ่งมีแรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน 480 นิวตัน-เมตร แรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อ 320 นิวตัน รถยนต์มีมวล 1780 กิโลกรัม รัศมีของยาง 0.3 เมตร และกำลังแล่นขึ้นเนินที่มีความชัน 2.86 องศา

จงหาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

วิธีทำ แรงต้านทานเนื่องจากการขึ้นเนิน

$$\begin{aligned}
 R_g &= mg \sin \theta & m &= 1780 \text{ Kg} \\
 & & g &= 9.81 \text{ m/sec}^2 \\
 \sin \theta &= \sin 2.86^\circ = 0.0499 & T_r &= 480 \text{ Nm} \\
 \text{แทนค่า} & R_g = 1780 \times 9.81 \times 0.0499 = 872 \text{ N} & r &= 0.3 \text{ m} \\
 \text{แรงต้านทานทั้งหมด} & R_t = R_r + R_g \\
 &= 320 + 872 = 1192 \text{ N} \\
 \text{แรงขับเคลื่อน} & \text{TE} = \frac{T_y}{R} \\
 \text{แทนค่า} & \text{TE} = \frac{480}{0.3} = 1600 \text{ N} \\
 \therefore \text{แรงขับเคลื่อนใช้งาน} & \text{Net} = \text{TE} - R_t \\
 &= 1600 - 1192 \\
 &= 408 \text{ N}
 \end{aligned}$$

3. รถยนต์คันหนึ่งมวล 1250 กิโลกรัม มีแรงที่ล้อขับเคลื่อน 2248.4 นิวตัน-เมตร ใ้ยางที่มีรัศมี 0.28 เมตร มีแรงต้านทานเนื่องจากการหมุนของล้อ 505 นิวตัน แรงต้านทานเนื่องจากการขึ้นเนิน 5700 นิวตัน แรงต้านทานเนื่องจากลมปะทะ 285 นิวตัน จงหาแรงขับเคลื่อนใช้งาน

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 R_t &= R_r + R_g + R_a & R_r &= 505 \text{ N} \\
 &= 505 + 5700 + 285 & R_g &= 5700 \text{ N} \\
 &= 6490 \text{ N} & R_a &= 285 \text{ N} \\
 TE &= \frac{T_y}{R} & R_t &= 6490 \text{ N} \\
 &= \frac{2248.4}{0.28} & T_r &= 2248.4 \text{ Nm} \\
 &= 8030 \text{ N} & r &= 0.28 \text{ m} \\
 TE_{\text{net}} &= TE - R_t & TE &= 8030 \text{ N} \\
 &= 8030 - 6490 & TE_{\text{net}} &= ? \\
 &= 1540 \text{ N}
 \end{aligned}$$