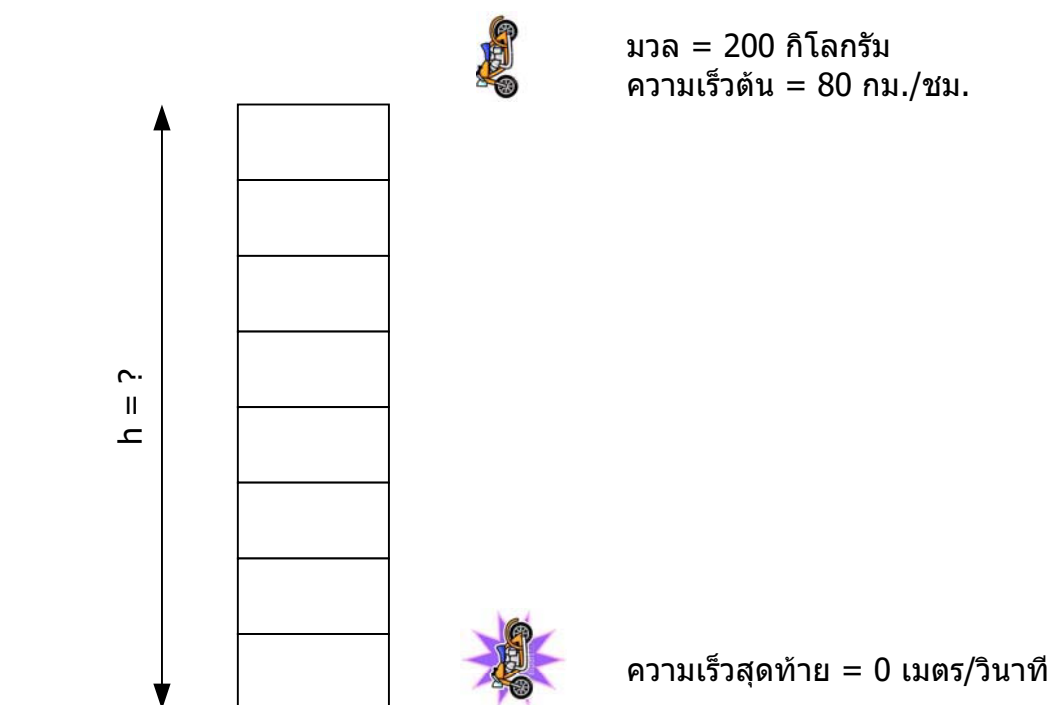


โจทย์ข้อที่ 7

ระดับชั้น

ม.6

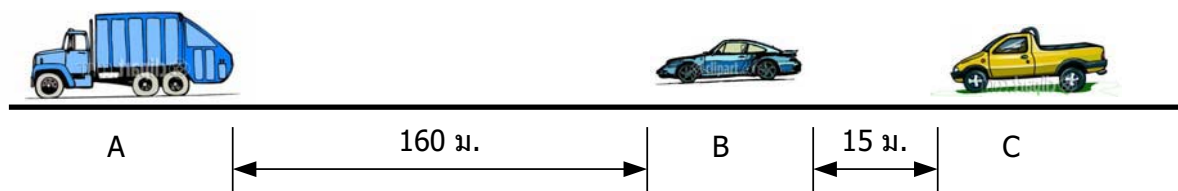
จงคำนวณเปรียบเทียบว่ารถจักรยานยนต์ที่มีมวล 200 กิโลกรัม ขับด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตร/ชั่วโมงชนกำแพงจะเทียบเท่ากับรถดังกล่าวตกจากตึกสูงกี่เมตรหรือเทียบกับความสูงของตึกกี่ชั้น (กำหนดความสูงเฉลี่ยชั้นละ 3.00 เมตร)



โจทย์ข้อที่ 8

ระดับชั้น ม.4 – ม.6

บนทางหลวง 2 ช่องจราจรแห่งหนึ่ง มีรถ 3 คันวิ่งอยู่ดังแสดงในรูป



กำหนดให้

- A เป็นรถบรรทุกสินค้า
- B เป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
- C เป็นรถกระบะ

รถบรรทุก A ขับด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง

รถยนต์ B ขับด้วยความเร็วสูงสุดที่กฎหมายกำหนด 90 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมีระยะห่างจากรถบรรทุก A 160 เมตร

รถกระบะ C ขับด้วยความเร็วเกินกว่าความเร็วสูงสุดที่กฎหมายกำหนด 100 กิโลเมตร/ชั่วโมง พยายามที่จะแซงรถยนต์ B ขึ้นไป ในขณะที่รถ C อยู่ห่างจากรถ B 15 เมตร

ในเวลานั้น สินค้าบนรถบรรทุก A หล่นลงมาบนถนน เมื่อคนขับรถยนต์ B เห็นสินค้าหล่น จึงได้เหยียบเบรกส่วนคนขับรถกระบะ C เมื่อเห็นไฟเบรกของรถ B แดงขึ้นมา จึงได้เหยียบเบรกเช่นกัน

คำถาม...จะเกิดอุบัติเหตุรถชนกันหรือไม่ เมื่อผู้ขับรถ B และ C ใช้เวลาในการตอบโต้ 2.0 วินาที ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (μ) ระหว่างล้อกับถนนเท่ากับ 0.30 และรถทั้งคู่ไม่สามารถหักหลบได้เนื่องจากการจราจรในทิศตรงกันข้ามหนาแน่น และด้านซ้ายของถนนมีเสาไฟฟ้าอยู่ริมถนนตลอดแนว

โจทย์ข้อที่ 9

ระดับชั้น

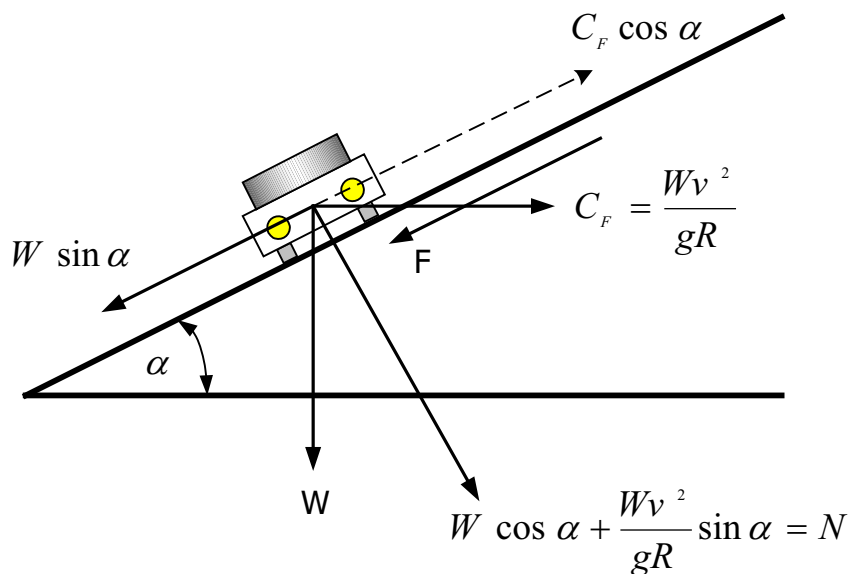
ม.6

นายเก่งขับรถเก่งด้วยความเร็ว 70 กม./ชม. ภายในเขตกรุงเทพมหานคร เมื่อขับมาถึงทางโค้งหนึ่งซึ่งไม่มีการยกโค้งเพื่อต้านแรงหนีศูนย์กลาง เนื่องจากเป็นทางโค้งภายในเขตเมืองซึ่งเหมาะสำหรับการขับด้วยความเร็วไม่สูงนัก นายเก่งไม่ได้ลดความเร็วเมื่อขับเข้าสู่โค้งซึ่งมีรัศมีความโค้ง 250 เมตร

ถามว่า...1) รถของนาย เก่งจะหลุดออกนอกโค้งหรือไม่ ?

2) ความเร็วที่ปลอดภัยสำหรับการเข้าโค้งควรเป็นเท่าไร ?

การยกโค้ง (Super Elevation) ในช่วงถนนที่รถวิ่งด้วยความเร็วสูงเมื่อเข้าโค้งราบจะช่วยเพิ่มแรงต้านการเกิดแรงหนีศูนย์กลางซึ่งอาจทำให้รถเสียหลักไถลหลุดออกจากทางโค้งได้ จึงจำเป็นต้องยกผิวทางด้านนอกให้ลาดเอียงเพื่อต้านรับแรงหนีศูนย์กลาง



ถ้าให้

W = น้ำหนักรถ (กก.)

V = ความเร็ว (กม./ชม.)

v = ความเร็วของรถบนทางโค้ง (ม./ว.)

$= 0.278 V$

α = มุมเอียงทางโค้ง

$$\begin{aligned}
 e &= \tan \alpha \\
 &= \text{Super Elevation Slope} \\
 &= \text{อัตราการยกโค้งของผิวทาง (ม./ม.)} \\
 f &= \text{สปส. ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนน} \\
 F &= \text{แรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน} \\
 R &= \text{รัศมีของโค้งราบ (ม.)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{แรงหนีศูนย์กลาง} \quad C_F &= \frac{Wv^2}{gR} \\
 F &= fN \\
 &= f(W \cos \alpha + \frac{Wv^2}{gR} \sin \alpha) \\
 \therefore W \sin \alpha + f(W \cos \alpha + \frac{Wv^2}{gR} \sin \alpha) &= \frac{Wv^2}{gR} \cos \alpha
 \end{aligned}$$

คูณด้วย $\frac{1}{W \cos \alpha}$ ตลอดจะได้

$$\tan \alpha + f + \frac{fv^2}{gR} \tan \alpha = \frac{v^2}{gR}$$

เนื่องจาก f มีค่าน้อย ประมาณ 0.15 เมื่อคูณกับ $\frac{v^2}{gR}$ ซึ่งต่างก็มีค่าน้อยเช่นกัน ดังนั้น

$$f \frac{Wv^2}{gR} \tan \alpha \cong 0$$

$$\begin{aligned}
 \tan \alpha + f &= \frac{v^2}{gR} \\
 \tan \alpha = e, \quad e + f &= \frac{v^2}{gR} \\
 \therefore v &= 0.278 V \\
 \therefore e + f &= \frac{0.278 V^2}{9.81 R} \\
 &= \frac{V^2}{127 R}
 \end{aligned}$$

ค่า f ซึ่งเป็น สปส. ความเสียดทานระหว่างล้อกับผิวทาง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ความเร็วของรถ สภาพยาง สภาพผิวจราจร และสภาวะอากาศแห้งหรือมีฝนตก ในที่นี้ใช้เท่ากับ 0.12



รูปที่ 5 : โค้งในเขตเมืองซึ่งไม่มีการยกโค้ง

โจทย์ข้อที่ 10

ระดับชั้น

ม.4 - ม.6

รถยนต์ทั่วไปเมื่อเปิดไฟสูงในเวลากลางคืน ผู้ขับจะสามารถเห็นคนเดินเท้าที่ใส่ชุดสีเข้มหรือสัตว์ป่าบนถนนในระยะ 90 เมตร

คำถาม...ถ้ารถยนต์คันหนึ่งขับมาด้วยความเร็ว 90 กม./ชม. โดยเปิดไฟสูง ขณะนั้นมีช้างเดินอยู่บนถนนดังรูป

- 1) คนขับจะสามารถหยุดรถได้ทันหรือไม่ ?
- 2) คนขับควรใช้ความเร็วเท่าไรจึงจะปลอดภัย (ไม่ชนช้าง) ?

กำหนดให้ระยะหยุดรถ $s = (V_i \times t_r) + \frac{V_i^2}{2fg}$ เมตร

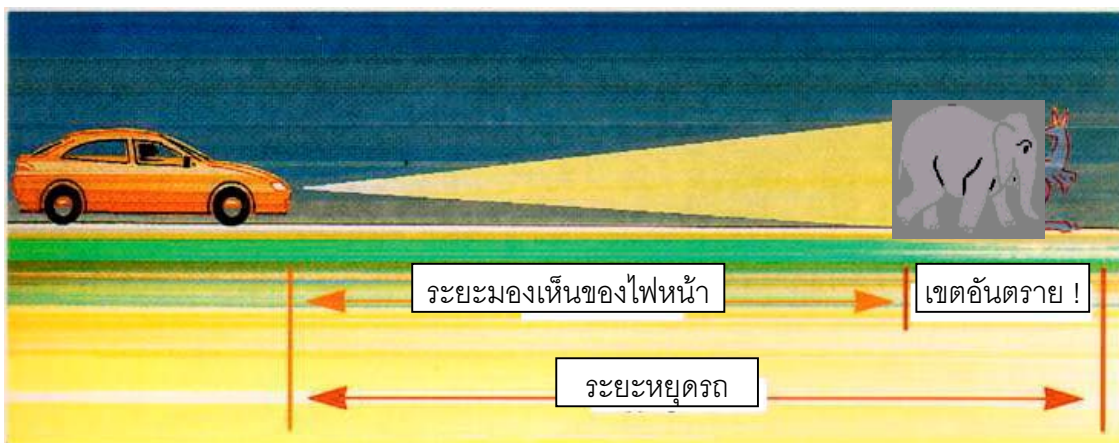
โดย t_r ระยะเวลาตอบโต้ของผู้ขับขี่ กำหนดให้เท่ากับ 2.0 วินาที

V_i คือ ความเร็วของผู้ขับขี่ (เมตร/วินาที)

f สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อกับถนน ใช้เท่ากับ

0.5

$g = 9.81$ เมตร/วินาที²



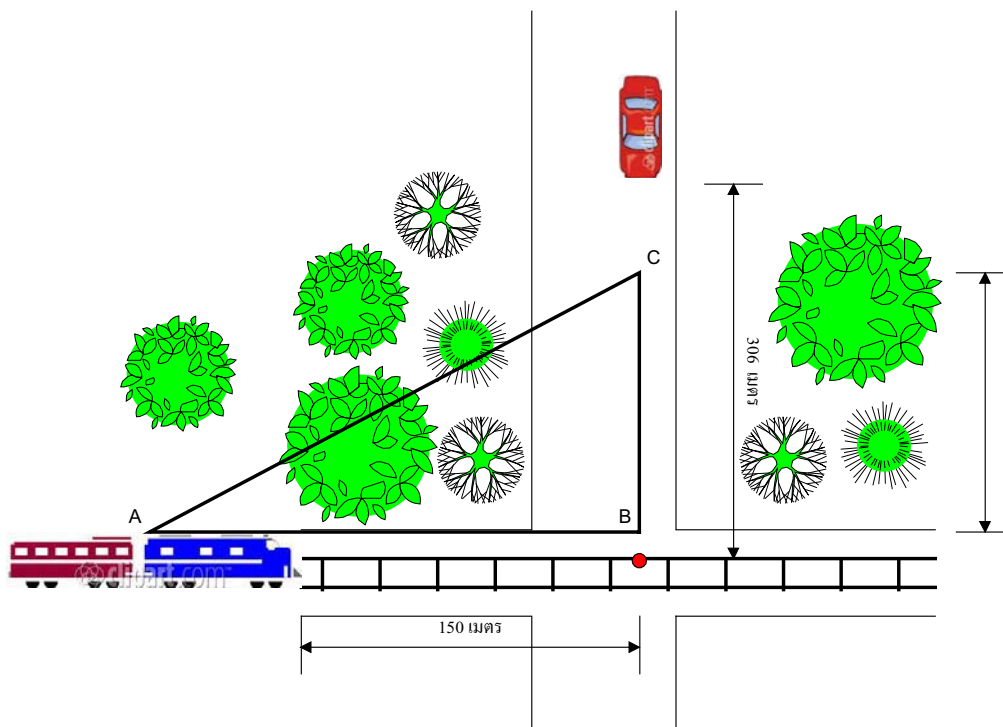
โจทย์ข้อที่ 11

ณ. จุดข้ามทางรถไฟแห่งหนึ่ง รถไฟวิ่งมาด้วยความเร็ว 54 กม./ชม. รถยนต์ขับมาด้วยความเร็ว 100 กม./ชม. สภาพแวดล้อมสองข้างทางมีต้นไม้และพุ่มไม้ขึ้นกีดขวางการมองเห็น

คำถาม...

1) จากรูปจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นหรือไม่ ถ้ารถยนต์ไม่ชะลอความเร็วเนื่องจากมองไม่เห็นรถไฟซึ่งถูกบดบังด้วยต้นไม้/พุ่มไม้ และไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร โดยไม่หยุดที่ป้ายบังคับ “หยุด” ก่อนถึงทางรถไฟ

2) เพื่อเพิ่มความปลอดภัย ควรติดตั้งป้ายเตือนรถยนต์ว่า “มีทางรถไฟข้างหน้า” ที่ระยะห่างจากขอบราวอย่างน้อยเท่าใด (BC) และกำจัดต้นไม้ซึ่งกีดขวางการมองเห็นเป็นระยะอย่างน้อยเท่าใด (AB)





รูปที่ 6 : จุดตัดทางรถไฟระดับพื้นที่เคยมีอุบัติเหตุมีผู้เสียชีวิต

6. เฉลยคำตอบ

ข้อที่ 1

ขณะยังไม่ติดตั้งป้าย

$$\text{จาก} \quad s = (V_i \times t_r) + \frac{V_i^2}{2fg}$$

เมื่อผู้ขับขี่ขับรถมาด้วยความเร็ว 90 กม./ชม. หรือ 25 ม./วินาที

$$\begin{aligned} s &= (25 \times 2.5) + \frac{25^2}{(2 \times 9.81 \times 0.3)} \\ &= 62.5 + 106.18 \\ &= 168.68 \text{ m} \end{aligned}$$

ดังนั้นนายชานจอดห่างเลยสัญญาณไฟออกไปถึง $168.68 - 100 = 68.68 \text{ m}$

ระยะติดตั้งป้าย

เมื่อกำหนดความเร็วไว้ที่ 80 กม./ชม. หรือ 22.22 ม./วินาที

$$\begin{aligned} s &= (22.22 \times 2.5) + \frac{22.22^2}{(2 \times 9.81 \times 0.3)} \\ &= 55.55 + 83.88 \\ &= 139.43 \text{ m} \end{aligned}$$

s คือระยะตั้งแต่มองเห็นป้ายจนถึงสัญญาณไฟ

ดังนั้นควรติดตั้งป้ายห่างจากสัญญาณไฟอย่างน้อยที่สุด $139.43 - 100 = 39.43 \text{ m}$

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

ด้านคณิตและฟิสิกส์

ความเร็ว กับระยะเบรก จะเห็นได้ว่า ระยะเบรกแปรตามความเร็วยกกำลังสอง ดังนั้นถ้าความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เช่น จาก 30 กม./ชม. เป็น 60 กม./ชม. ระยะเบรกจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า คือจาก 11.8 เมตร เป็น 47.2 เมตร

ด้านความปลอดภัย

การขับรถเร็วทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุได้สูง ดังตัวอย่างจากโจทก์ หากขับรถมาด้วยความเร็วสูง และเจอสัญญาณไฟอยู่เบื้องหน้า ถึงแม้จะตัดสินใจเบรกทันทีเมื่อเห็นสัญญาณไฟเหลือง แต่ก็ไม่สามารถจอดได้ทันก่อนถึงสัญญาณไฟทำให้ต้องฝ่าสัญญาณไฟแดง ส่งผลให้มีโอกาสชนกับรถในทิศทางอื่น ซึ่งอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บ/เสียชีวิตและสูญเสียทรัพย์สิน

ข้อเสนอแนะ

หลังจากนักเรียนทำโจทก์ข้อนี้แล้ว ผู้สอนควรจะถามนักเรียนทิ้งท้ายว่า ระหว่างที่ยังไม่มีการติดตั้งป้ายเตือนว่าข้างหน้า เป็นสัญญาณไฟ หากนายชนไม่สามารถหยุดรถได้ทันก่อนสัญญาณไฟ ในขณะนั้น จักรยานยนต์ที่กำลังกลับรถ ณ จุดกลับรถนั้น ไม่ทันมองรถของนายชน ถามว่า จะเกิดอะไรขึ้นกับรถทั้งสองคัน และผู้ขับขี่ ?

ข้อที่ 2

ระยะหยุดปลอดภัยคำนวณได้จาก

$$s = (V_i \times t_r) + \frac{V_i^2}{2fg}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{ความเร็ว 60 กม./ชม.} & = & \frac{60 \times 1,000}{3,600} = 16.67 \text{ ม./ว.} \\ \text{ความเร็ว 65 กม./ชม.} & = & \frac{65 \times 1,000}{3,600} = 18.06 \text{ ม./ว.} \end{array}$$

รถของนายไฟต้องการระยะหยุดปลอดภัย

$$s = (16.67 \times 2.0) + \frac{16.67^2}{2 \times 0.3 \times 9.81}$$

$$s = 80.5 \text{ เมตร}$$

รถของนายจรวดต้องการระยะหยุดปลอดภัย

$$s = (18.06 \times 2.0) + \frac{18.06^2}{2 \times 0.3 \times 9.81}$$

$$s = 91.5 \text{ เมตร}$$

จะเห็นได้ว่านายไฟ สามารถหยุดรถได้ทัน ก่อนที่จะถึงตัว ด.ญ.เรณู ซึ่งอยู่ห่างจากจุดที่เขาเห็นเธอครั้งแรก 81 เมตร ส่วนนายจรวด ไม่สามารถหยุดรถได้ในระยะ 81 เมตร ผลที่ตามมาคือ รถของ นายจรวดชน ด.ญ.เรณู

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

ด้านคณิตและฟิสิกส์

ความเร็ว กับระยะเบรก จะเห็นได้ว่า ระยะเบรกแปรตามความเร็วยกกำลังสอง ดังนั้นถ้าความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เช่น จาก 30 กม./ชม. เป็น 60 กม./ชม. ระยะเบรกจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า คือจาก 11.8 เมตร เป็น 47.2 เมตร

ด้านความปลอดภัย

จากโจทย์ความเร็วที่เพิ่มขึ้นเพียง 5 กม./ชม. ของรถของนายจรวด สามารถนำไปสู่การชน ค.ณ. เรณูอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นการขับรถด้วยความเร็วภายใต้ที่กฎหมายกำหนดจึงเป็นสิ่งที่ต้องปฏิบัติอย่างเคร่งครัด

ข้อเสนอแนะ

หลังจากนักเรียนทำโจทย์ข้อนี้แล้ว ผู้สอนควรจะถามนักเรียนทั้งท้ายว่า หากไม่ใช่ ค.ณ. เรณูเพียงคนเดียวที่กำลังจะข้ามถนน แต่เป็นเด็กนักเรียนกลุ่มหนึ่ง ถามว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับเด็กนักเรียนกลุ่มนี้ ?

ข้อที่ 3

นายจรวดเห็น ค.ญ.เรณู อยู่ห่าง 81 เมตร แล้วใช้เวลาตอบโต้ 2.0 วินาที ระยะทาง s ที่ใช้เท่ากับ $81 - \frac{65}{3.6} \times 2.0 = 44.9$ เมตร

$$\text{ความหน่วง} \quad a = fg = 0.3 \times 9.81 = 2.94 \text{ ม./ว.}^2$$

$$V_f = \sqrt{(18.06)^2 - (2 \times 2.94 \times 44.9)}$$

$$= 7.88 \text{ ม./ว.}$$

$$= 28.4 \text{ กม./ชม.}$$

ดังนั้น รถนายจรวดจะชน ค.ญ.เรณู ด้วยความเร็วเท่ากับ 28.4 กม./ชม.

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

ด้านคณิตและฟิสิกส์

ความเร็วต้น ความเร็วปลาย ความหน่วง และระยะเบรก ถ้าใดค่าหนึ่งข้างต้น สามารถคำนวณได้ หากทราบค่าอื่น ๆ จากสูตร ดังนี้

$$V_f^2 = V_i^2 + 2as$$

ด้านความปลอดภัย

จากความรุนแรงของการชนด้วยความเร็วประมาณ 28 กม./ชม. สามารถทำให้ค.ญ.เรณูได้รับบาดเจ็บได้แล้วสมมุติว่านายจรวดขับรถด้วยความเร็ว 80 กม./ชม. ซึ่งเป็นความเร็วสูงสุดที่กฎหมายกำหนด ค.ญ.เรณู จะถูกชนด้วยความเร็ว

$$V_f = \sqrt{(22.2)^2 - (2 \times 2.94 \times 44.9)}$$

$$= 15.13 \text{ ม./ว.}$$

$$= 54.5 \text{ กม./ชม.}$$

จากการวิจัยในในสหราชอาณาจักรเรื่อง “ ความเร็วกับโอกาสในการเสียชีวิตเมื่อคนเดินเท้าถูกชน ” ซึ่งมีดังนี้

- ถ้าคนเดินเท้าถูกรถเก้งชนที่ความเร็ว 40 ไมล์ต่อชั่วโมง (64 กม./ชม.) 9 ใน 10 คนจะเสียชีวิต
- ถ้าคนเดินเท้าถูกรถเก้งชนที่ความเร็ว 30 ไมล์ต่อชั่วโมง (48 กม./ชม.) ประมาณครึ่งหนึ่งจะรอด ชีวิต
- ถ้าคนเดินเท้าถูกรถเก้งชนที่ความเร็ว 20 ไมล์ต่อชั่วโมง (32 กม./ชม.) เพียง 1 ใน 10 คนจะเสียชีวิต

จะเห็นได้ว่าหากขับรถมาด้วยความเร็ว 65 กม./ชม. โอกาสในการเสียชีวิต มีเพียง 1 ใน 10 แต่หากขับรถมาด้วยความเร็ว 80 กม./ชม. โอกาสในการรอดชีวิตจะเหลือเพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้น

ข้อที่ 4

สามารถหาแรงที่ชน ค.ญ.ได้จากสูตร $F = ma$

โดยเริ่มจากหาเวลาที่รถชนผ่านลำตัวของ ค.ญ.เรณู ที่มีระยะ 20 เซนติเมตร เมื่อความเร็วที่ชนเท่ากับ 7.88 ม./ว.

$$t = \frac{s}{V} = \frac{0.20}{7.88} = 0.0254 \text{ วินาที}$$

ขั้นตอนต่อมาหาความเร่งที่วิ่งผ่าน ค.ญ.เรณู จากสูตร

$$\begin{aligned} V_f &= V_i + at \\ 7.88 &= 0 + (a \times 0.0254) \\ a &= 310 \text{ ม./ว.}^2 \end{aligned}$$

แรงที่ชน ค.ญ.เรณู $F = ma = 50 \times 310 = 15,500 \text{ newton}$

ดังนั้น แรงที่ชน ค.ญ.เรณู มีค่าประมาณ 1.55 ตัน

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

ด้านคณิตและฟิสิกส์

ประยุกต์ใช้สูตร $V_f = V_i + at$ เพื่อหาความเร่งซึ่งสัมพันธ์กับ ขนาดแรงที่เกิดจากการชนของรถ จาก $F = ma$

ด้านความปลอดภัย

จากตัวอย่างโจทก์จะเห็นได้ว่า ถึงแม้รถจะวิ่งมาด้วยความเร็วเพียง 28.4 กม./ชม. เมื่อพุ่งชน ค.ญ.เรณู ยังทำให้เกิดแรงปะทะสูงถึง 1.55 ตัน จะเห็นได้ว่า แค่เพียงความเร็วเพียงแค่นี้ก็ยังสามารถทำให้ ค.ญ.เรณู ถึงขั้นเสียชีวิตได้

ข้อที่ 5

1. คำนวณหาความเร็วจากสูตร

$$s = \frac{V_i^2}{2fg}$$

แทนค่าในสูตร จะได้

$$50 = \frac{V_i^2}{2 \times 0.30 \times 9.81}$$

$$V_i^2 = 50 \times 2 \times 0.30 \times 9.81$$

$$V_i = 17.16 \text{ ม./ว.}$$

$$= \frac{17.16 \times 3,600}{1,000} = 61.8 \text{ กม./ชม.}$$

ดังนั้น รถกระบะขับด้วยความเร็ว 61.8 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งเกินความเร็วที่กฎหมายกำหนด ซึ่งกำหนดให้ รถกระบะขับเร็วสูงสุดไม่เกิน 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง ในเขตเทศบาล จึงมีความผิดตาม พ.ร.บ.จราจรทางบก พ.ศ.2522

ค.ณ. คาว รวมถึงผู้อาศัยอยู่ในรถจะพุ่งไปข้างหน้าตามกฎของความเฉื่อยด้วย ความเร็ว 61.8 กม./ชม. หากไม่มีการคาดเข็มขัดนิรภัย

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

ด้านคณิตและฟิสิกส์

ความเร็ว กับระยะเบรก จะเห็นได้ว่า ระยะเบรกแปรตามความเร็วยกกำลังสอง ดังนั้นถ้าความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เช่น จาก 30 กม./ชม. เป็น 60 กม./ชม. ระยะเบรกจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า คือจาก 11.8 เมตร เป็น 47.2 เมตร

ความเฉื่อยของผู้ที่อยู่ในรถเมื่อเกิดการชน อธิบายโดย กฎข้อแรกของนิวตัน โดยเมื่อแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ วัตถุจะอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ต่อไปข้างหน้าด้วยความเร็วนั้น ๆ โดยจากโจทย์เมื่อรถเหยียบเบรกทันทีทันใดก่อนชนสุนัข คนที่อยู่ในรถก็จะเคลื่อนที่ต่อไปข้างหน้าด้วยความเร็วก่อนแตะเบรก

ด้านความปลอดภัย

เมื่อเบรครถทันทีทันใดจะเป็นอันตรายต่อผู้โดยสารในรถซึ่งไม่คาดเข็มขัดนิรภัยทั้งคนขับและผู้โดยสาร โดยผู้ซึ่งอยู่ในรถจะเคลื่อนที่ต่อไปข้างหน้าตามกฎของความเฉื่อย ซึ่งอาจชนกระจกหรือกระเด็นออกมานอกตัวรถ เป็นเหตุให้บาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้

ระยะเบรค เป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับความเร็วของยานยนต์กำลังสอง ถ้ายิ่งขับเร็วยิ่งต้องการระยะเบรคเป็นทวีคูณ การขับขี่ยานจึงต้องปฏิบัติตามที่กฎหมายกำหนด หากฝ่าฝืนหรือไม่ทราบ อาจเสียทรัพย์ หรือ อาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ ในกรณีขับรถชนคนตาย ผู้ขับจะมีความผิดตามกฎหมายอาญาด้วย เนื่องจากขับรถโดยประมาท ทำให้ผู้อื่นถึงแก่ความตาย

ข้อกฎหมาย

1. ผู้ขับซัดด้วยความเร็วเกินที่กฎหมายกำหนด (ฝ่าฝืนมาตรา 67 ซึ่งกำหนดความเร็วรถไว้ในกฎกระทรวง ฉบับที่ 6) จะถูกปรับไม่เกิน 1,000 บาท ตามมาตรา 152 พ.ร.บ.จราจรทางบก พ.ศ.2522
2. เจ้าของสุนัขจะถูกปรับไม่เกิน 500 บาท ตามมาตรา 147 ในข้อหาปล่อยสัตว์ไปบนทางในลักษณะกีดขวางการจราจร

ข้อที่ 6

1) จากสูตร

$$s = (V_i \times t_r) + \frac{V_i^2}{2fg}$$

แทนค่าในสูตรจะได้

$$s = (25 \times 2.0) + \frac{25^2}{2 \times 0.30 \times 9.81}$$

$$s = 156.2 \text{ เมตร}$$

ตอบ ไม่นชนขอนไม้

2) แทนค่าในสูตรจะได้

$$s = (25 \times 2.0) + \frac{25^2}{2 \times 0.15 \times 9.81}$$

$$s = 262 \text{ เมตร}$$

ตอบ ชนขอนไม้ เพราะระยะที่จะสามารถหยุดได้อย่างปลอดภัยไม่เพียงพอ

3) เมื่อระยะหยุดปลอดภัยที่ต้องการคือ 156.2 เมตร แทนค่าในสูตรเพื่อหาความเร็วที่ควรใช้จะได้

$$156.2 = (V_i \times 2.5) + \frac{V_i^2}{2 \times 0.150 \times 9.81}$$

$$V_i = 18.70 \text{ เมตร/วินาที}$$

$$V_i = \frac{18.70 \times 3,600}{1,000} = 67.3 \text{ กิโลเมตร/ชั่วโมง}$$

ควรลดความเร็วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\frac{90 - 67.3}{67.3} \times 100 = 33.7 \% \text{ หรือประมาณ 1 ใน 3 ของสภาพปกติ}$$

ดังนั้น ในสภาพผิวถนนเปียกหลังฝนตก ควรลดความเร็วลงประมาณ 1 ใน 3 ของความเร็ว ที่ขับได้สูงสุดในสภาพผิวถนนแห้งปกติ เพื่อให้ได้ระยะหยุดรถเท่าเดิม

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

ด้านคณิตและฟิสิกส์

นอกจากระยะเบรคจะแปรตามความเร็วกำลังสองแล้วระยะเบรคยังแปรผกผันกับค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน ซึ่งขึ้นกับสภาพของผิวทางในช่วงเวลาที่ขับขี่

ด้านความปลอดภัย

จากโจทย์ ในขณะที่ฝนตกถนนจะลื่นมาก ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน ลดลงครึ่งหนึ่ง จาก 0.3 เหลือ 0.15 ในการขับขี่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยควรลดความเร็วลงอย่างน้อย 1 ใน 3 ของความเร็วปกติ เพื่อให้ได้ระยะปลอดภัยเท่ากับความเร็วสูงสุดที่ขับได้อย่างปลอดภัยในสภาพถนนปกติ

ข้อเสนอแนะ

หลังจากนักเรียนทำโจทย์ข้อนี้แล้ว ผู้สอนควรจะถามนักเรียนทิ้งท้ายว่า ในกรณีที่หยุดรถไม่ทัน หากนาย ก. ไม่สวมหมวกนิรภัยเหมือนตัวอย่างเห็นในรูปด้านล่าง ถามว่านาย ก. จะเป็นอย่างไร หากนาย ก. ส้มลงหัวฟาดพื้น ?



รูปที่ 7 : ชาวชนผู้ใช้จักรยานยนต์เป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงสุดในการบาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ

ข้อที่ 7

จากสมมูลย์พลังงานจลน์เท่ากับพลังงานศักย์

$$\begin{aligned} E_p &= E_k \\ mgh &= \frac{1}{2} m V_i^2 \\ h &= \frac{1}{2} \frac{V_i^2}{g} \\ h &= \frac{1}{2} \left(\frac{80 \times 1,000}{3,600} \right)^2 \frac{1}{9.81} \\ h &= 25.1 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

ดังนั้น การขับรถจักรยานยนต์มวล 200 กิโลกรัม ชนกำแพงที่ความเร็ว 80 กม./ชม. เทียบเท่ากับการตกจากความสูง 25.1 เมตร หรือเทียบเท่ากับการตกจากตึกสูงประมาณ 8 ชั้นครึ่ง

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

ด้านคณิตและฟิสิกส์

ประยุกต์การใช้งานสมการพื้นฐานของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} m V_i^2 \\ E_p &= mgh \end{aligned}$$

ด้านความปลอดภัย

จะเห็นว่ายานพาหนะที่มีความเร็วสูงไม่ว่าจะเป็นจักรยานยนต์หรือรถยนต์ จะมีพลังงานจลน์มาก หากชนกับวัตถุที่อยู่นิ่ง ก็เสียหายและบาดเจ็บหากชนประสานงา ก็ยิ่งเสียหายหนักเป็นทวีคูณ และอาจถึงกับเสียชีวิตได้จึงต้องขับจักรยานพาหนะด้วยความเร็วไม่เกินที่กฎหมายกำหนดและด้วยความเร็วตามป้ายแนะนำความเร็วบนเส้นทาง

ข้อที่ 8

ระยะหยุดโดยปลอดภัยของรถยนต์ B

$$s = V_i \times t_r + \frac{V_i^2}{2fg}$$

$$= (25 \times 2.0) + \left((25)^2 \frac{1}{2 \times 0.3 \times 9.81} \right)$$

$$s = 156.2 \text{ เมตร}$$

ระยะหยุดโดยปลอดภัยของรถกระบะ C

$$s = V_i \times t_r + \frac{V_i^2}{2fg}$$

$$= (27.8 \times 2.0) + \left((27.8)^2 \frac{1}{2 \times 0.3 \times 9.81} \right)$$

$$S = 186.9 \text{ เมตร}$$

จากการคำนวณ พบว่า เมื่อรถยนต์ B เห็นสินค้าหล่นลงมา สามารถหยุดรถได้ทันเวลา แต่รถกระบะ C ที่วิ่งตามหลังไม่สามารถหยุดรถได้ทัน จึงเกิดอุบัติเหตุชนท้ายรถ B

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

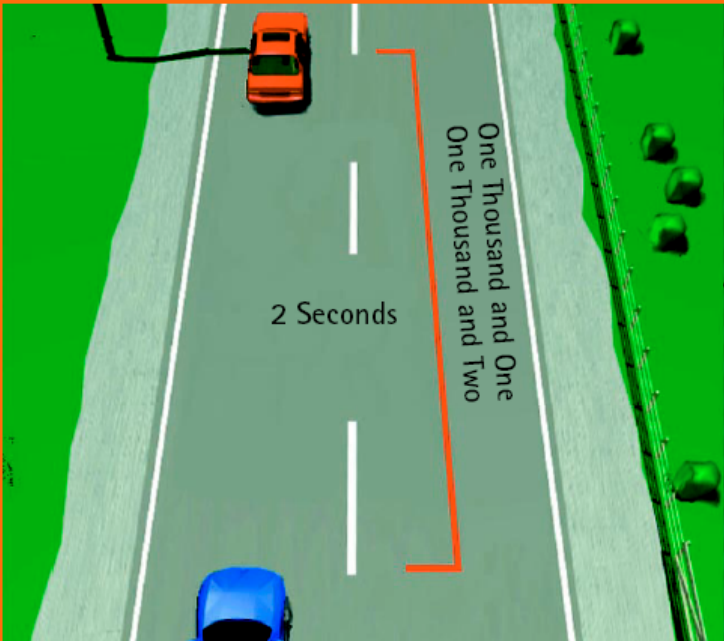
ด้านคณิตและฟิสิกส์

ความเร็ว กับระยะเบรก จะเห็นได้ว่า ระยะเบรกแปรตามความเร็วยกกำลังสอง ดังนั้นถ้าความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เช่น จาก 30 กม./ชม. เป็น 60 กม./ชม. ระยะเบรกจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า คือจาก 11.8 เมตร เป็น 47.2 เมตร

ด้านความปลอดภัย

จากสถิติของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2545 ได้บันทึกถึงจำนวนอุบัติเหตุจราจร ซึ่งมีสาเหตุมาจาก "การขับตามกระชั้นชิด" ว่ามีจำนวนถึง 4,029 ครั้ง

Safe following distance



When following another vehicle travelling at the same speed, watch as that vehicle passes some fixed object (eg. lamppost). Start counting "one thousand and one" - "one thousand and two".

If you pass the same object before you finish saying "two", you are following too close.

This '2 second' rule works equally well at any speed.

In adverse weather, increase the distance to 4 seconds.

การขับตามที่ปลอดภัย

ที่มา : www.ltsa.govt.nz/publications/docs/mature_drivers_rules.pdf

จากตัวอย่างโจทย์ดังนี้ เพื่อความปลอดภัยในการขับรตามหลังคันหน้า ผู้ขับจ้ควรขับโดยทิ้งระยะห่างจากรถคันหน้าอย่างน้อย 2 วินาที (กฎ 2 วินาที, the 2 second rule) ซึ่งเป็นกฎที่ใช้กันอย่างแพร่หลายใน สหราชอาณาจักร (United Kindom) ออสเตรเลีย และ นิวซีแลนด์

วิธีการที่จะขับจ้รตามหลังรถคันหน้าโดยทิ้งระยะห่าง 2 วินาที คือ ให้สังเกตรถคันหน้าขณะที่วิ่งผ่านวัตถุที่อยู่กับที่ เช่น เสาไฟฟ้า แล้วเริ่มจับเวลาในใจ โดยการนับว่า “ปลอดภัยไว้ หนึ่ง ปลอดภัยไว้ สอง” ถ้ารถของเราขับผ่านเสาไฟฟ้าเดียวกันก่อนนับคำว่า "สอง" แสดงว่าเราขับรใกล้คันหน้ามากเกินไป ให้ลดความเร็วลง (ในต่างประเทศเขามีเทคนิคในการนับเวลา 2 วินาที โดยให้พูดคำภาษาอังกฤษในใจว่า “one thousand and one”, “one thousand and two”)

กฎ 2 วินาทีนี้ใช้กับการขับตามที่ทุกความเร็ว นอกจากนั้น ในสภาพอากาศที่เลวร้าย เช่น ฝนตก ให้เพิ่มเวลาเป็น 4 วินาที

ข้อเสนอแนะ

หลังจากนักเรียนทำโจทย์ข้อนี้แล้ว ผู้สอนควรจะถามนักเรียนทิ้งท้ายว่า หากถนนที่รถทั้ง 3 คันวิ่งเป็นถนนซึ่งรถวิ่งด้วยความเร็วสูง และรถวิ่งเว้นระยะห่างกันเพียงระยะสั้น ๆ ถามว่า หลังจากอุบัติเหตุเกิดขึ้น จะเกิดอะไรขึ้นกับรถกลุ่มหลังที่ขับตามนาย C มา ?



รูปที่ 8 : อุบัติเหตุจากการขับตามกระชั้นชิด

ข้อที่ 9

เมื่อขับมาด้วยความเร็ว 70 กม./ชม.

$$\text{แรงหนีศูนย์กลาง} = \frac{V^2}{127R} = \frac{70^2}{127 \times 250} = 0.15$$

$$\text{แรงต้านแรงหนีศูนย์กลาง} = f = 0.12$$

$$0.12 < 0.15$$

จะเห็นว่าแรงต้านมีค่าน้อยกว่าแรงหนีศูนย์กลาง จึงไม่ปลอดภัย เพราะแรงหนีศูนย์กลางที่มีค่ามากกว่าแรงต้าน จะทำให้รถเสียหลักไถลหลุดออกจากทางโค้ง

ความเร็วที่ปลอดภัยสำหรับการเข้าโค้ง

$$f = \frac{V^2}{127R}$$

$$0.12 = \frac{V^2}{127 \times 250}$$

$$V = 61.73 \text{ กม./ชม.}$$

ดังนั้นต้องลดความเร็วก่อนเข้าโค้งให้เหลือน้อยกว่า 61.73 กม./ชม. เพื่อความปลอดภัยจากการขับรถหลุดออกนอกทางโค้ง

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

ด้านคณิตและฟิสิกส์

ทราบถึงความสัมพันธ์ของ สัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน ความเร็วในการเข้าโค้ง และรัศมีของทางโค้ง ว่ามีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$e + f = \frac{V^2}{127R}$$

ด้านความปลอดภัย

จากโจทย์ การขับจี้มาด้วยความเร็ว 70 กม./ชม. จะทำให้แรงต้านน้อยกว่าแรงหนีศูนย์กลาง จึงไม่ปลอดภัย เพราะแรงหนีศูนย์กลางที่มีค่ามากกว่าแรงต้าน จะทำให้รถเสียหลักไถลหลุดออกจากทางโค้งได้ ผู้ขับจึงต้องขับรถตามความเร็วที่ป้ายจราจรบังคับหรือแนะนำเพื่อความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น

ข้อที่ 10

$$\text{จาก} \quad s = (V_i \times t_r) + \frac{V_i^2}{2fg}$$

เมื่อผู้ขับขี่ขับรถด้วยความเร็ว 90 กม./ชม. หรือ 25 ม./วินาที

$$s = (25 \times 2.0) + \frac{25^2}{2 \times 0.5 \times 9.81}$$

$$s = 113.71 \text{ เมตร}$$

ดังนั้นผู้ขับขี่ต้องการระยะหยุดปลอดภัยเท่ากับ 113.7 เมตร

จะเห็นได้ว่า คนขับไม่สามารถหยุดรถได้ทัน ภายในระยะ 90 เมตรที่มองเห็นข้าง

ความเร็วที่ปลอดภัย

$$\text{จาก} \quad s = (V_i \times t_r) + \frac{V_i^2}{2fg}$$

$$90 = (V_i \times 2.0) + \frac{V_i^2}{2 \times 0.5 \times 9.81}$$

$$V_i = 21.62 \text{ เมตร/วินาที}$$

$$V_i = 77.83 \text{ กม./ชม.}$$

ดังนั้น ผู้ขับขี่ต้องใช้ความเร็วที่ต่ำกว่า 78 กม./ชม. จึงจะปลอดภัย

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

ด้านคณิตและฟิสิกส์

ระยะหยุดรถ ความเร็ว และความเสียตื้อระหว่างล้อกับผิวถนน โดยระยะหยุดรถคำนวณได้จาก

$$\text{ระยะหยุดรถ} \quad s = (V_i \times t_r) + \frac{V_i^2}{2fg}$$

ด้านความปลอดภัย

- 1) การขับขี่ในเวลากลางคืน ในบริเวณที่ไม่มีไฟฟ้าแสงสว่าง ผู้ขับขี่ต้องอาศัยไฟหน้ารถเพื่อช่วยในการมองเห็น ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของผู้ขับขี่และผู้โดยสาร/ซ้อนท้าย และคนข้ามถนน ผู้ขับขี่ใช้ความเร็วที่สามารถหยุดรถได้ทันในระยะที่ไฟหน้าส่องสว่างถึง จากการคำนวณ จะเห็นว่า ระยะส่องสว่างของไฟสูงของรถทั่วไป ที่ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นคนข้ามถนนที่ใส่ชุดสีเข้มได้ คือ 90 เมตร ดังนั้น ผู้ขับขี่ต้องใช้ความเร็ว ไม่เกิน 78 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- 2) ในเวลากลางคืน หรือเวลาที่มีแสงสว่างน้อย การมองเห็นวัตถุที่มีสีเข้ม (เช่นคนใส่ชุดสีเข้ม) จะมองเห็นได้ชัดก็ต่อเมื่ออยู่ในระยะที่ใกล้ ซึ่งอาจทำให้ผู้ขับขี่หยุดรถไม่ทัน ดังนั้น นักเรียนควรใส่เสื้อผ้าสีอ่อน เช่น สีขาวหรือสีเหลืองในเวลากลางคืน เพื่อเพิ่มระยะมองเห็นของผู้ขับขี่ และเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่ (จักรยาน, จักรยานยนต์) หรือการข้ามถนนของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

หลังจากนักเรียนทำโจทย์ข้อนี้แล้ว ผู้สอนควรจะถามนักเรียนทั้งท้ายว่า หากข้างเดินเข้าหารถ คนและรถจะเป็นอย่างไร ?

ข้อที่ 11

รถไฟใช้เวลาเดินทางถึงจุดตัด

$$t = \frac{S}{V} = \frac{150}{15} = 10 \text{ วินาที}$$

รถยนต์ใช้เวลาเดินทางถึงจุดตัดใช้เวลา

$$t = \frac{S}{V} = \frac{306}{27.8} = 11 \text{ วินาที}$$

ดังนั้นรถยนต์จึงพุ่งเข้าชนรถไฟเนื่องจากหยุดไม่ทัน

รถที่ขับมาด้วยความเร็ว 100 กม./ชม. ต้องการระยะหยุดปลอดภัย ภายใต้เวลาการตอบโต้ 2 วินาที ดังนี้ :

$$\begin{aligned} S &= V_i t_r + \frac{V_i^2}{2fg} \\ S &= 27.8 \times 2.0 + \frac{27.8^2}{2 \times 0.3 \times 9.81} \\ S &= 55.6 + 131.3 = 187 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

ดังนั้น ระยะที่ติดตั้งป้ายเตือนว่ามีรถไฟข้างหน้าควรห่างจากรางประมาณ 200 เมตร

หาความหน่วงที่รถใช้ในการเบรก

$$\begin{aligned} V_f^2 &= V_i^2 + 2as \\ a &= \frac{V_i^2 - V_f^2}{2s} \\ a &= \frac{27.8^2 - 0}{2 \times 131.3} = -2.94 \text{ ม./ว}^2 \end{aligned}$$

หาเวลาที่รถใช้ในการเบรก

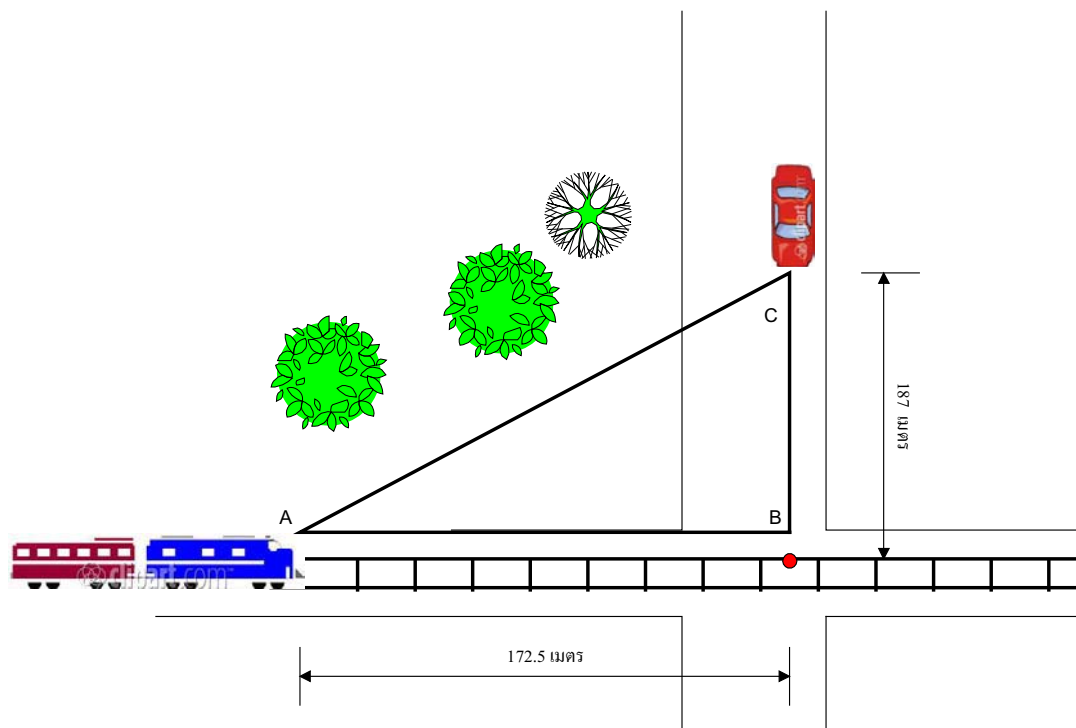
$$\begin{aligned} V_f &= V_i - at \\ 0 &= 27.8 - 2.94t \\ t &= 9.5 \text{ วินาที} \end{aligned}$$

รวมเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการหยุดรถอย่างปลอดภัยเท่ากับ $2 + 9.5 = 11.5$ วินาที

เมื่อรถไฟใช้ความเร็ว 54 กม./ชม. ภายในเวลา 11.5 วินาที จะได้ระยะทาง

$$AB = Vt = 15 \times 11.5 = 172.5 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น ในสามเหลี่ยมการมองเห็น “ABC” จะต้องปลอดภัยที่กีดขวางการมองเห็น



วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

ด้านคณิตและฟิสิกส์

ความสัมพันธ์ของ การมองเห็น ความเร็ว ความหน่วง

ด้านความปลอดภัย

ระหว่างปี ค.ศ. 1988 ถึง 1998 ประเทศไทยมีอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ ระดับพื้น จำนวน 4,688 ครั้ง และมีผู้เสียชีวิต 414 ราย (www.unescap.org/tctd/pubs/safetyfiles/level-crossing-chap-2.pdf) ซึ่งถึงแม้ว่าจะไม่มาก แต่ทุกชีวิตที่สูญเสียไปสามารถป้องกันได้ โดยการเพิ่มระยะมองให้กับผู้ขับขี่ ติดตั้งป้ายเตือน และป้ายบังคับความเร็ว และป้าย “หยุด” หรืออุปกรณ์ความปลอดภัยที่เหมาะสม แต่ที่สำคัญที่สุด คือ นักเรียนและผู้ปกครองจะต้องปฏิบัติตามกฎจราจรอย่างเคร่งครัด โดยเฉพาะ การ “หยุด” ก่อนที่จะข้ามทางรถไฟ

ข้อเสนอแนะ

หลังจากนักเรียนทำโจทย์ข้อนี้แล้ว ผู้สอนควรจะถามนักเรียนทั้งทำว่า หากรถไฟที่วิ่งมา มีผู้โดยสารเต็มขบวน และวิ่งมาด้วยความเร็วสูง เมื่อเห็นรถยนต์วิ่งมาก็พยายามเบรก แต่เบรกไม่ทัน จึงพุ่งเข้าชนรถยนต์ถามว่า จะเกิดอะไรขึ้นกับรถไฟ รถ และคน ?

7. เอกสารอ้างอิง

1. Douglas C. Giancoli. 2000. Physics for Scientists & Engineers. Prentice Hall, 3rd. United States of America.
2. Fatal impact - the physics of speeding cars. Australian Academy of Science,
www.science.org.au/nova/058/058key.htm
3. www.ltsa.govt.nz/publications/docs/mature_drivers_rules.pdf
4. www.unescap.org/tctd/pubs/safetyfiles/level-crossing-chap-2.pdf
5. www.who.org