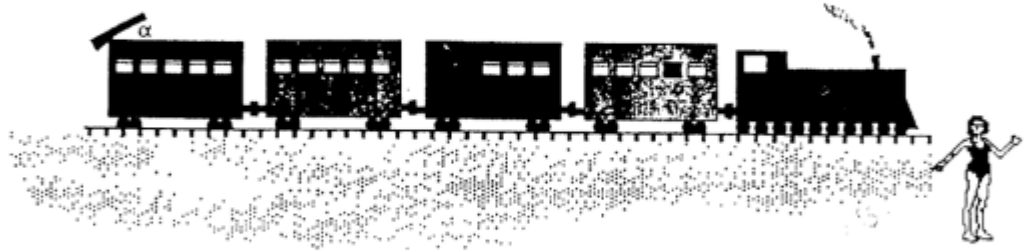


רכבת שאורכה $L=80\text{m}$ נוסעת במהירות של $36 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$. מהקצה האחורי של הרכבת יורים קליע בזווית של $\alpha=15^\circ$ יחסית לרכבת במטרה לפגוע בקצה הקדמי שלה.



- א. מהי המהירות ההתחלתית שבה נורה הקליע יחסית לרכבת?
- ב. כמה זמן נמשכה תנועת הקליע מרגע הירי ועד לפגיעתו?
- ג. באיזו זווית, מתחת לאופק, יפגע הקליע בקצה הקדמי של הרכבת כפי שימדוד צופה הנמצא במנוחה על הקרקע?

פיתרון א': חישוב v_{0rel} מהירותו ההתחלתית של הקליע יחסית לרכבת.

לרכבת אין תאוצה כך שלהיותה בתנועה אין משמעות לענייננו.

$$R = 80 \text{ m} , \quad v_{0rel} = ? , \quad \alpha = 15^\circ$$

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad \Rightarrow \quad v_{0rel} = \sqrt{\frac{Rg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{800}{\sin 30^\circ}} = 40 \text{ m/s}$$

פיתרון ב': חישוב משך המעוף.

לרכבת אין תאוצה כך שגם כאן אין להיותה בתנועה משמעות לענייננו.

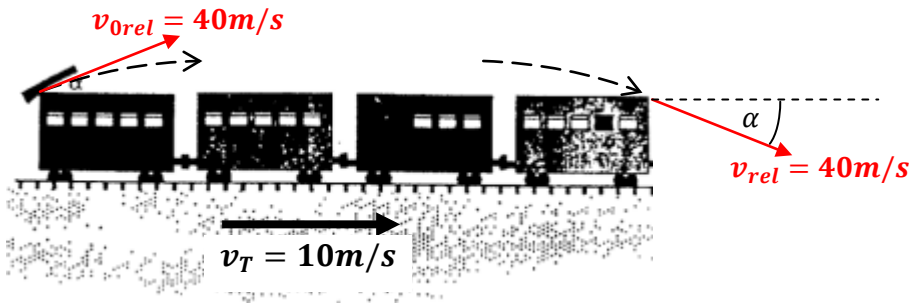
$$t = ? , \quad v_0 = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}} , \quad v_x = v_0 \cos 15^\circ , \quad \Delta x = 80 \text{ m}$$

$$t = \frac{\Delta x}{v_x} = \frac{\Delta x}{v_0 \cos 15^\circ} = \frac{80}{40 \cos 15^\circ} = 2.1 \text{ sec}$$

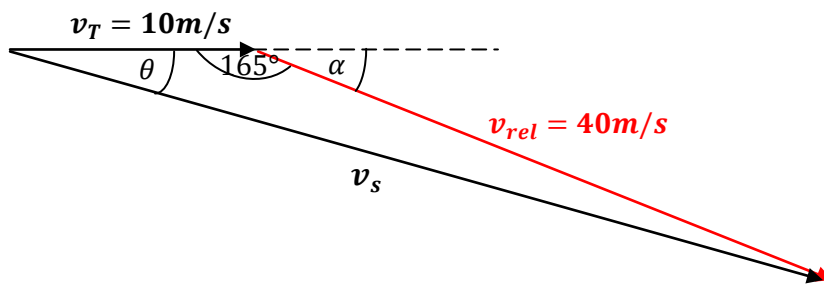
פיתרון ג': חישוב זווית הפגיעה θ כפי שימדוד אותה צופה ניח הנמצא על הקרקע.

$$v_{0rel} = 40 \frac{m}{s}, \quad \alpha = 15^\circ, \quad v_T = 10m/s$$

מטעמי סימטריה, מהירות הפגיעה יחסית לרכבת היא $40 m/s$ בזווית $\alpha = 15^\circ$, רק מתחת לאופק במקום מעליו.



חיבור ווקטורי של מהירות זו למהירות הנסיעה של הרכבת יניב את v_s , מהירות הפגיעה יחסית לצופה ניח.



לפי משפט הקוסינוס

$$v_s^2 = 40^2 + 10^2 - 2 \cdot 40 \cdot 10 \cdot \cos 165^\circ \Rightarrow v_s = 49.73 m/s$$

כעת, לפי משפט הסינוס

$$\frac{\sin \theta}{40} = \frac{\sin 165}{49.73} \Rightarrow \sin \theta = \frac{40 \sin 165^\circ}{49.73} \Rightarrow \theta = 12^\circ$$

אם כך, זווית הפגיעה מתחת לאופק כפי שימדוד אותה צופה ניח הנמצא על הקרקע היא $\theta = 12^\circ$.

לו הייתה הרכבת עומדת, היה אותו צופה מודד זווית פגיעה בת $\alpha = 15^\circ$ מתחת לאופק.