

## מדרגות נעות

הכלל לקביעת מהירות יחסית הוא:  $\vec{v}_{rel} = \vec{v} - \vec{v}_{sys}$ .  
 כאשר  $\vec{v}_{sys}$  היא מהירות המערכת שביחס אליה מחשבים.  
 נסמן את נתוני השאלה כך:

- $v = 0.75 \frac{m}{s}$  היא גודלה של המהירות.
- $\alpha = 38^\circ$  זו זווית המדרגות הנעות ביחס לאופק.

נרשום את שתי המהירויות באותה מערכת קואורדינטות. בחרנו במערכת בה  $y$  חיובי כלפי מעלה, ו- $x$  חיובי ימינה. לכן המהירויות יהיו:

$$\vec{v}_{father} = v \begin{pmatrix} \cos(\alpha) \\ \sin(\alpha) \end{pmatrix}$$

$$\vec{v}_{daughter} = v \begin{pmatrix} \cos(\alpha) \\ -\sin(\alpha) \end{pmatrix}$$

המהירות של המוכר ביחס לביתו היא אם כן:

$$\vec{v}_{relative} = \vec{v}_{father} - \vec{v}_{daughter} = v \begin{pmatrix} \cos(\alpha) \\ \sin(\alpha) \end{pmatrix} - v \begin{pmatrix} \cos(\alpha) \\ -\sin(\alpha) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 2v\sin(\alpha) \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0 \\ 0.9 \frac{m}{s} \end{pmatrix}$$

כלומר, מבחינת הבת האב רק עולה מעלה.

התאוצה  $a_t$  היא  $a_t = \dot{v}$

$$\vec{a} = \dot{v} \hat{v} + v \dot{\hat{v}}$$

$$\dot{v} = a_t$$

⇓

$$v - v_0 = a_t \cdot t$$

התאוצה היא קבועה

התאוצה היא קבועה ולכן התנועה היא פרבולית.

$$a_r = \frac{v^2}{R} = \frac{a_t^2 \cdot t^2}{R}$$

התאוצה היא קבועה ולכן התנועה היא פרבולית. (התאוצה היא קבועה)

$$\vec{v} = \dot{r} \hat{r} + r \dot{\phi} \hat{\phi}$$

התאוצה היא קבועה ולכן התנועה היא פרבולית.  $\dot{r} = 0$  ולכן  $r = R$

$$v = R \dot{\phi}$$

$$a_t = R \frac{d\dot{\phi}}{dt}$$

⇓

$$\phi = \frac{1}{2} \frac{a_t}{R} t^2$$

התאוצה היא קבועה ולכן התנועה היא פרבולית.

$$a_r = 2a_t \cdot \phi$$

נזכר כי גם בהצגה סלאמי

$$\vec{r} = (R, \alpha)$$

ווקטור המיקום הינו

כדי שבהצגה קרטזית:

$$\vec{r}_{cart} = (R \cos(\alpha), R \sin(\alpha))$$

כאשר הזווית  $\alpha$  הינה הזווית בין ווקטור המיקום לציר ה-x.

כצביר לנו, במעגל האלגוריתמי  $R$  אינו משתנה ולכן  
המיקום שלנו למאוסין  $\alpha(t)$  טווח הזווית כפינקציה של הזמן.

בהנחה שאנו שמהייחוד המיקום  $V$  הינה  $\vec{v} = V_{\hat{\theta}} \cdot \hat{\theta} + 0 \cdot \hat{r}$

כמו כן אנו יודעים כי במקרה כזה:

$$V = \omega \cdot R$$

כאשר  $\omega$  מוגדר להיות  $\omega \equiv \dot{\alpha}$  צורה המהירות הזוויתית, או קצב שינוי הזווית  $\alpha$  המעגל.

$$\omega = \frac{V}{R}$$

$$V = At^2$$

ובגודן השלילי:

$$\Rightarrow \omega = \frac{At^2}{R}$$

אם  $\dot{\alpha} = \omega$  היי ע"י  $\int_{t_0}^{t_{now}} \omega dt = \alpha(t_{now}) - \alpha(t_0) = \varphi$   
כאשר  $\varphi = \alpha(t_0) = \theta$

$$Q = \int w dt = \int \frac{At^2}{R} dt = \frac{At^3}{3R} \quad \text{זכור!}$$

$$\vec{r} = \left( R \cos\left(\frac{At^3}{3R} + \tilde{\varphi}\right), R \sin\left(\frac{At^3}{3R} + \tilde{\varphi}\right) \right) \quad \text{זכור!}$$

הזווית הזו היא הזווית של המיקום  $\varphi$  של  $t=0$

$$\vec{r}_{(t=0)} = (R \cos(\tilde{\varphi}), R \sin(\tilde{\varphi})) \quad \text{הזווית הזו, הזווית}$$

כדי להימנע מההיפרטנזיה, צריך לשמור על  $200 \frac{m}{s}$ ,  $0.1g$

נאטורית הנסיעה לצדדים

עם כניסה אל תעלה  $0.1g$

(i) להבטיח את כדורים הסקנולות המזדקמים  $10 \frac{m}{s}$  עדיף הרבה

כשלא להיפרטנזיה הממוצעת.

(ii) מה המהירות המזדקמת  $0.1g$  עדיף  $10 \frac{m}{s}$

$\approx 1 km$ ?

---

$$R = \frac{|V|^2}{|a_R|} = \frac{(200 \frac{m}{s})^2}{0.1 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} \quad (i) \quad > \text{כדורים הסקנולות}$$

$$\boxed{R_{\max} = 40,000 \frac{m}{s^2}} \quad \left[ \frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{s^2}{m} \right] = (m) \quad \text{כדורים הסקנולות}$$

$$|V|^2 = R \cdot |a_R| = 1,000 \cdot (m) \cdot 0.1 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \quad (ii)$$
$$= 1,000 \left( \frac{m}{s} \right)^2$$

$$\boxed{V_{\max} = 31.6 \frac{m}{s}}$$