

גמול 4 - גנואה יחסית וגנואה נצפית

מהירות יחסית: המהירות של B ביחס ל-A

$$\vec{V}_{BA} = \vec{V}_B - \vec{V}_A$$

\vec{V}_B - \vec{V}_A - מהירות של B ל-A, בהתאמה, ביחס לקרקע

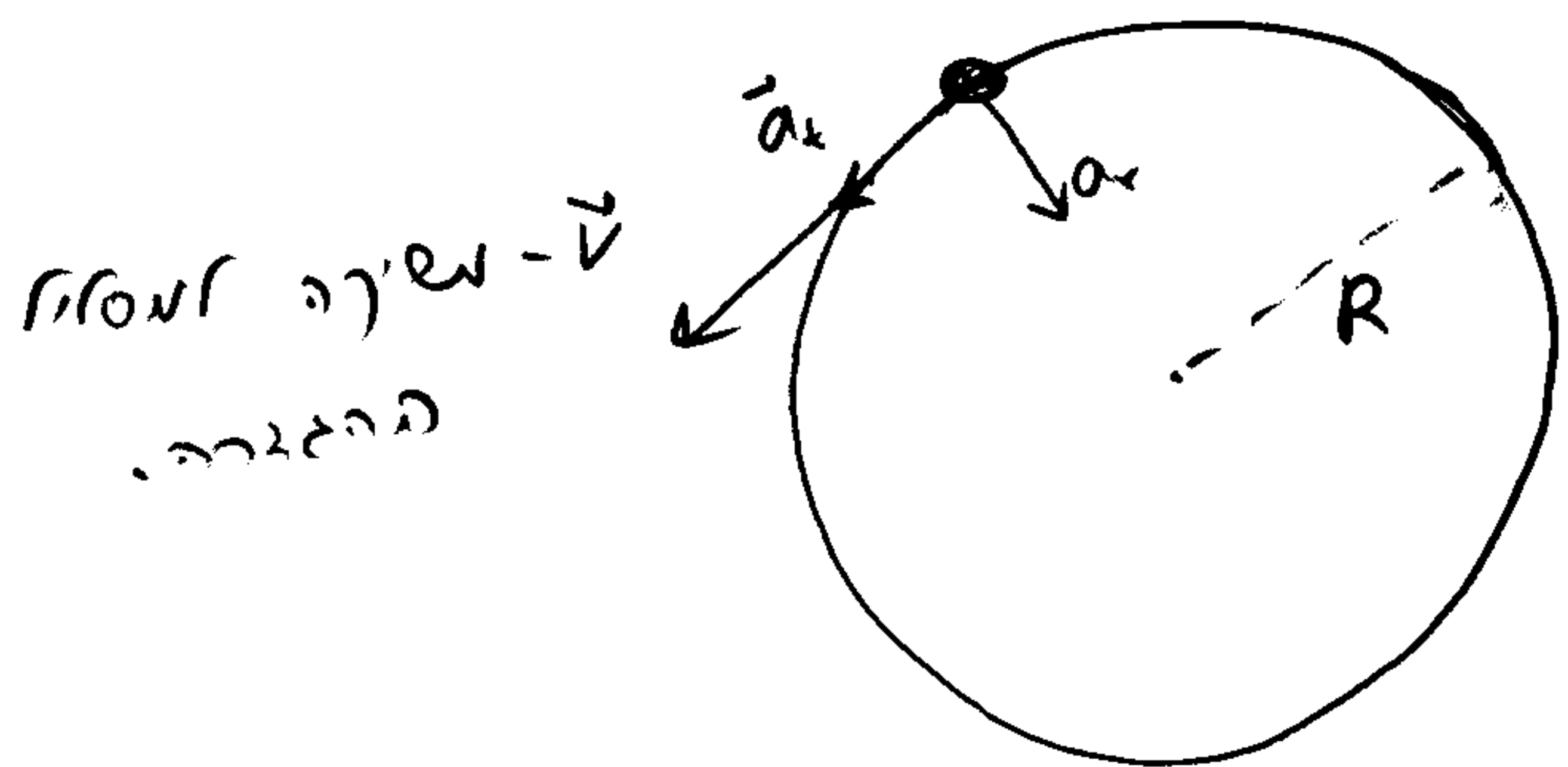
גנואה נצפית

• גאוליה רדיאלית: מאונקת למהירות

$$a_r = \frac{v^2}{R}$$

• גאוליה טנגנטיאלית: מקבילה למהירות

$$a_t = \frac{dv}{dt}$$



כיוון המהירות חיים לשמאל!
 עוצר המהירות יתר לשמאל או לא חיים.

גיאומטריה מיקום עמית זהו שר במרחב

$$\vec{r} = (x, y) = (R \cos \varphi, R \sin \varphi)$$

לכ המיקום של $\varphi \rightarrow \varphi(t)$

עוצר מהירות המיקום

$$v = |\vec{v}| = \left| \frac{d\vec{r}}{dt} \right| = \left| R \frac{d\varphi}{dt} (-\sin \varphi, \cos \varphi) \right| = R \frac{d\varphi}{dt}$$

$$v = \left| \frac{d\varphi}{dt} \right| R = \omega R$$

↑
מהירות
זוויתית

$$\frac{dv}{dt} = a_t = \left| \frac{d\omega}{dt} \right| R = \alpha R$$

↑
צמיחה
זוויתית

קינמטיקה של גנואה נצפית

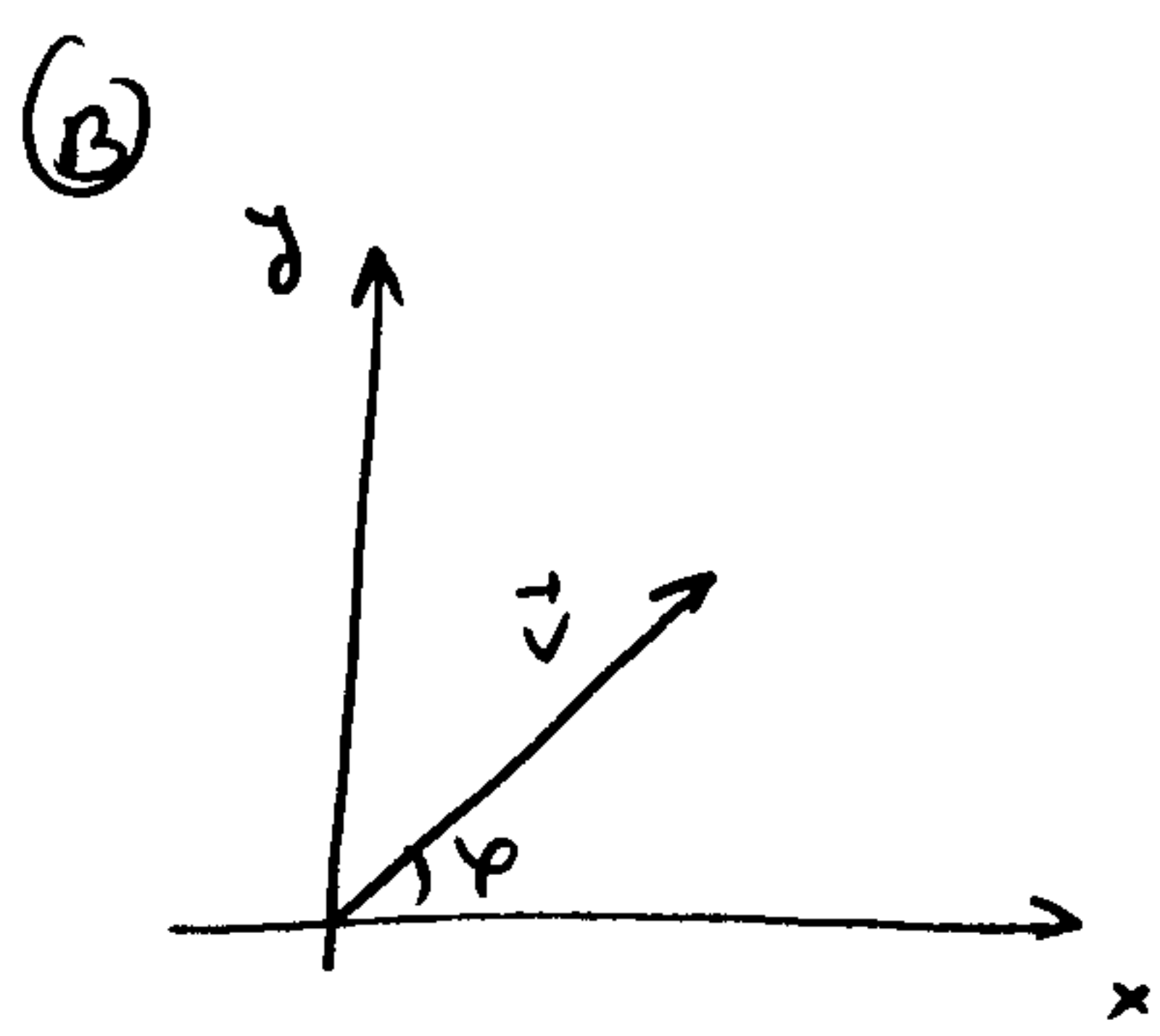
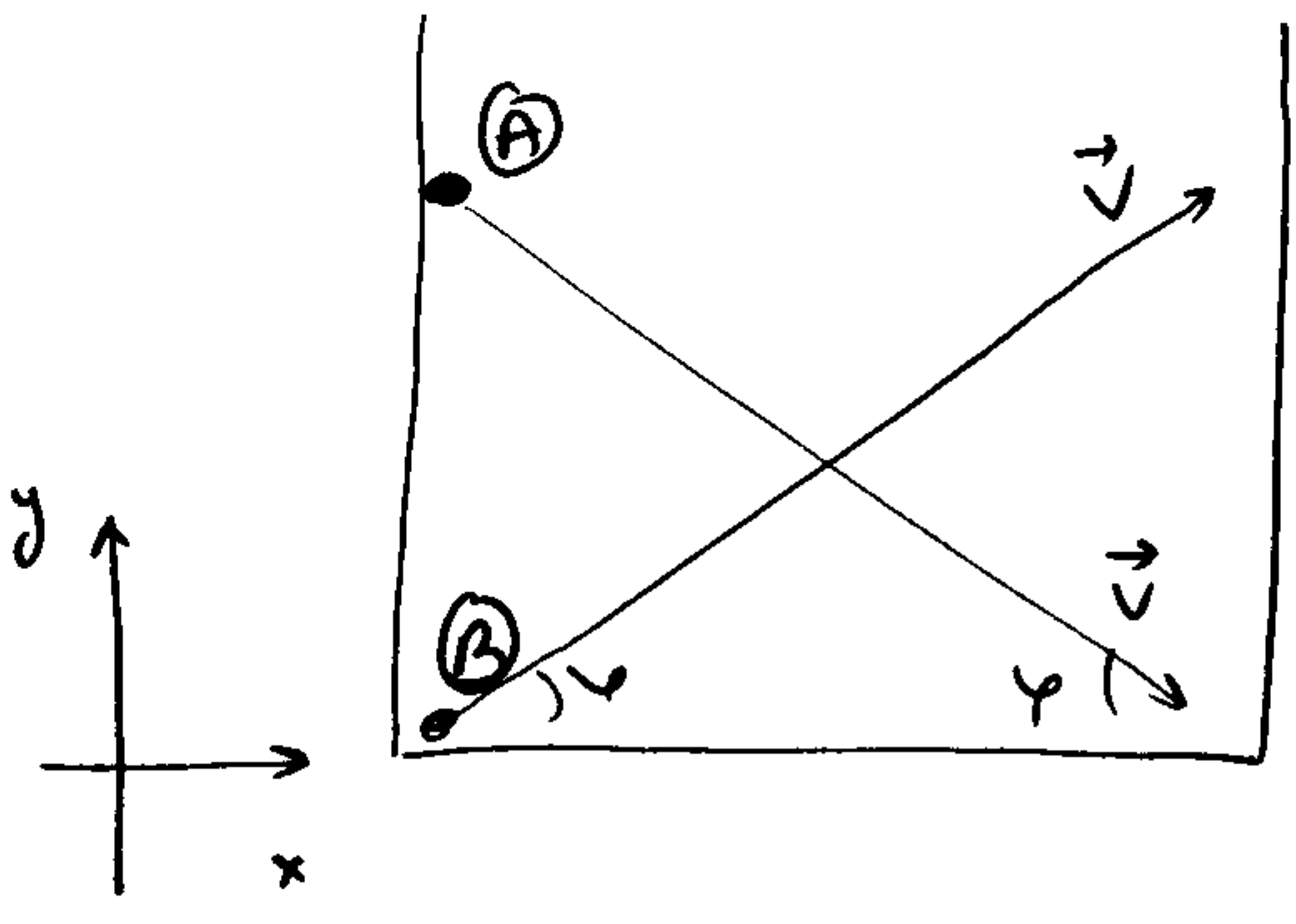
$$\frac{d\omega}{dt} = \alpha \quad \frac{d\varphi}{dt} = \omega$$

עמית גאוליה טנגנטיאלית קבועה

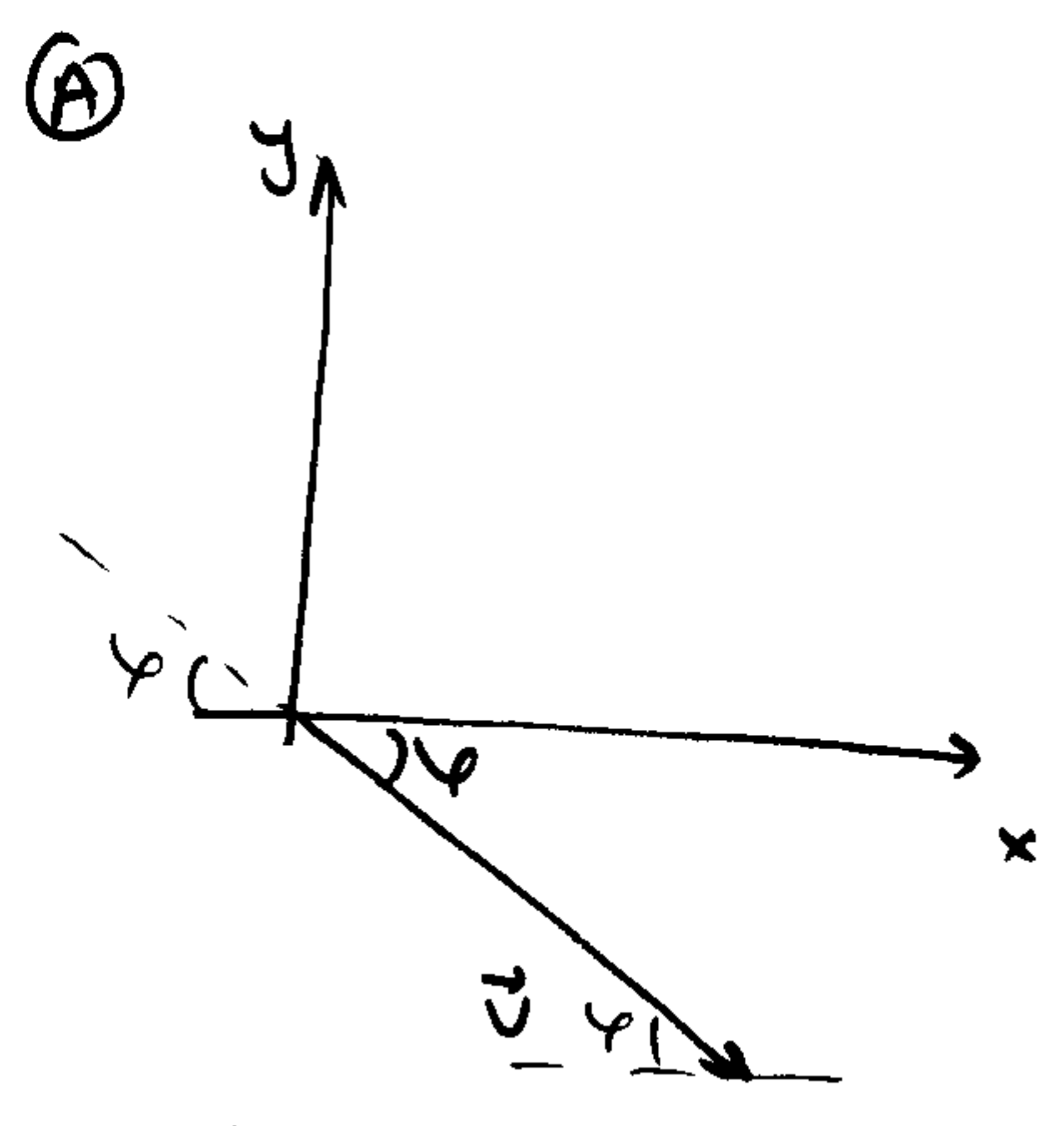
$$\begin{cases} \varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \\ \omega = \omega_0 + \alpha t \end{cases}$$

1 א"מ

7 נ"מ - B
1 נ"מ - A



$$\vec{U}_B = (V \cos \varphi, V \sin \varphi)$$



$$\vec{U}_A = (V \cos \varphi, -V \sin \varphi)$$

5/15 נ"מ היקוד הימני 7 נ"מ 5/15

$$\begin{aligned} \vec{V}_{BA} &= \vec{U}_B - \vec{U}_A = (0, 2V \sin \varphi) = (0, 2 \times 0.75 \sin 38^\circ \frac{m}{s}) \\ &= 0.92 \frac{m}{s} \hat{y} \end{aligned}$$

(1)

$$\varphi = A \cdot t + Bt^2 + Ct^3$$

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = A + 2Bt + 3Ct^2$$

t=4 -! t=2 (1, 2, 3)

$$\omega(t=2) = A + 2B \cdot 2 + 3C(2)^2 = 4 + 4(-3) + 12 \cdot 1 = 4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega(t=4) = A + 2B \cdot 4 + 3C(4)^2 = 4 + 8(-3) + 48 \cdot 1 = 28 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Δω / Δt = 12 rad/s²

$$\alpha_{\text{avg}} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega(t_2) - \omega(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{28 - 4}{2} = 12 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

α = 6 rad/s²

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = 2B + 6Ct$$

$$\alpha(t=2) = 2B + 6C \cdot 2 = 2 \cdot (-3) + 6 \cdot 1 \cdot 2 = 6 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$\alpha(t=4) = 2B + 6C \cdot 4 = 2 \cdot (-3) + 6 \cdot 1 \cdot 4 = 18 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$a_{\perp \max} = 0.1g$$

$$V_{\max} = 200 \text{ m/s} \quad (1)$$

רדיוס עקמומיות: רדיוס של מעגל שממנו אנטול בנק' מסוים ג
כאשר בנק' קרבה מסוים ג (גן זהו יחס אנודה כמצוי ג.



$$R = \frac{v^2}{a_{\perp}}$$

כאשר, עבור מהירות (גונה רדיוס עקמומיות) מינימלי יתכן עבור גאולה
ניצב ג מרס'ל'ג:

$$R_{\min} = \frac{v^2}{a_{\perp \max}} = \frac{200^2}{0.1 \cdot 10} = 200^2 = 40,000 \text{ m} = 40 \text{ km}$$

(ג) $v^2 = a_{\perp} R$ מהירות מרס'ל'ג גתכן עבור גאולה (ניצב ג מרס'ל'ג:

$$\begin{aligned} V_{\max} &= \sqrt{a_{\perp \max} \cdot R} = \sqrt{0.1 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 40000 \text{ m}} = \sqrt{0.1 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 40000 \text{ m}} \\ &= \sqrt{40000} = 200 \text{ m/s} \end{aligned}$$

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.

קבוצת נתונים
<1-2506>

$$\phi = At + Bt^2 + Ct^3$$

$[\phi] = \text{rad}$
הקבוצה של הנתונים היא

$$\begin{cases} A = 4 \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \\ B = -3 \frac{\text{rad}}{\text{sec}^2} \\ C = 1 \frac{\text{rad}}{\text{sec}^3} \end{cases}$$

$\omega \equiv \dot{\phi}$ (הקבוצה של הנתונים היא) $\omega \equiv \dot{\phi}$!

$$\omega(t) = A + 2Bt + 3Ct^2$$

הקבוצה של הנתונים

$$\begin{aligned} \omega(2) &= A + 4B + 12C = \\ &= 4 - 12 + 12 = 4 \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega(4) &= A + 8B + 48C \\ &= 4 - 24 + 48 = 28 \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \end{aligned}$$

~~$$\Delta \omega = \frac{\omega(4) - \omega(2)}{2} = \frac{24}{2} = 12 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$~~

$$= \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{\omega(4) - \omega(2)}{\Delta t} = \frac{28 - 4}{2} = 12 \frac{\text{rad}}{\text{sec}^2}$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = 2B + 6at \quad \therefore \underline{\underline{\text{if } a = 3 \text{ rad/s}^2}} \quad \text{then } \omega = 31 \text{ rad/s} \quad \text{②}$$

$$\alpha(t=4) = 2B + 24a = 24 - 6 = 18 \frac{\text{rad}}{\text{sec}^2}$$

$$\alpha(t=2) = 2B + 12a = 12 - 6 = 6 \frac{\text{rad}}{\text{sec}^2}$$

$$\frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \alpha(t+\Delta t) - \alpha(t)$$

\therefore $\omega = 31 \text{ rad/s}$

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

נאמרת הנסיון לזרוע $0.1g$ \rightarrow $0.1 \cdot 10 \frac{m}{s^2}$

עכשיו נראה על מה תלוי $0.1g$.

(i) נניח שיש קצוות $10m$ והקוטר $0.1m$ \rightarrow $0.1m$ \rightarrow $0.1m$

כשזו נעה במהירות $200 \frac{m}{s}$.

(ii) מה המהירות המקסימלית $200 \frac{m}{s}$ \rightarrow $200 \frac{m}{s}$

$1km$?

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

$$\boxed{R_{max} = 40,000 \frac{m}{s^2}} \quad \left[\frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{s^2}{m} \right] = (m) \quad \text{כך נקרא: 'קצוות'}$$

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

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