

## מפתחות ותפיסתן

נבנה מערכת קואורדינטות, בה גובה הזריקה הוא 0, הציר החיובי כלפי מעלה, ורגע הזריקה הוא ב  $t = 0$ . במערכת זו, הנתונים שניתנו לנו הם:

- גובה החלון:  $y_1 = h = 4m$

- רגע התפיסה:  $t_1 = 1.5s$

- הגוף נמצא בנפילה חופשית, ולכן תאוצתו קבועה, ושווה ל:  $a = -g \approx -10 \frac{m}{s^2}$

מכיוון שהמפתח בנפילה חופשית עם תאוצה קבועה, ניתן להשתמש במשוואות שקיבלנו לתנועה בתאוצה קבועה:

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

למעשה, עבור רגע התפיסה, הכל נתון לנו פרט למהירות ההתחלתית:

$$y_1 = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

קצת אלגברה והעברת אגפים מביאה אותנו ל:

$$v_0 = \frac{y_1}{t_1} + \frac{gt_1}{2}$$

ומי שרוצה להציב:

$$v_0 = \frac{4m}{1.5s} + \frac{10 \frac{m}{s^2} 1.5s}{2} = \frac{61}{6} \frac{m}{s}$$

בסעיף הבא אנו נדרשים לחשב את מהירות המפתח ברגע התפיסה. הכל נתון לנו עכשיו, כולל המהירות ההתחלתית. נשתמש בנוסחא למהירות בתאוצה קבועה (שהיא כמובן הנגזרת של נוסחת המיקום):

$$v(t_1) = v_0 - gt_1 = \frac{y_1}{t_1} + \frac{gt_1}{2} - gt_1 = \frac{y_1}{t_1} - \frac{gt_1}{2}$$

נציב מספרים ונקבל:

$$v(t_1) = \frac{4m}{1.5s} - \frac{10 \frac{m}{s^2} 1.5s}{2} = -\frac{29}{6} \frac{m}{s}$$

התוצאה השלילית בעצם מראה לנו שהשותפה תפסה את המפתח במהלך ירידתו ולא עלייתו (בדר"כ באמת יותר נוח לתפוס ככה).

שימו לב: כרגיל, המשכנו כמה שאפשר עם אותיות לפני הצבת המספרים. כולל בהצבה של  $v_0$ . גם אם בהתחלה זה לא נראה רלוונטי, זה בטוח יותר אלגנטי, וגם עוזר להבנה הפיסיקלית. במקרה שלפנינו, רואים למשל שהגבהת הגובה ( $y_1$ ) תעלה את מהירות הזריקה ומהירות בתפיסה בדיוק באותה מידה.

## מכונית מול אופניים

קודם כל נחליט על מערכת צירים. הבחירה הטרינומיאלית היא שהאפס ברמזור, והכיוון החיובי בכיוון תנועת האופניים והמכונית. האופניים נעות במהירות קבועה, עם מיקום התחלתי  $x = 0$ , ולכן המיקום שלהן יהיה:

$$x_{bicycle} = \int v dt = v_{bicycle} t$$

לעומתן, המכונית מאיצה בתאוצה קבועה, עם מיקום התחלתי  $x = 0$ , ומהירות התחלתית  $v = 0$ , ולכן התנועה שלה תתואר על ידי:

$$x_{car} = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2}$$

שאלו לאחר כמה זמן הם יפגשו, כלומר מתי המיקום שלהם יהיה זהה:

$$x_{car} - x_{bicycle} = 0$$

$$\frac{at^2}{2} - v_{bicycle} t = 0$$

$$\frac{a}{2} t \left( t - \frac{2}{a} v_{bicycle} \right) = 0$$

למשוואה זו יש שני פתרונות,  $t = 0$ , ישנו רגע שינוי הרמזור, בו המכונית והאופניים היו באותו המקום, והפתרון השני, אותו למעשה ביקשו, הוא:

$$t = \frac{2}{a} v_{bicycle} = \frac{2}{5 \frac{m}{s^2}} \cdot 30 \frac{KM}{H} = \frac{2}{5 \frac{m}{s^2}} \cdot 30 \frac{1000m}{3600s} = \frac{10}{3} s$$

בסעיף הבא מבקשים את המרחק בין נקודת העקיפה לנקודת ההתחלה של המכונית. בנקודת העקיפה המכונית והאופניים נמצאות באותו מקום, לכן ניתן להציב בשתי הנוסחאות. מטעמי פשטות נציב בנוסחה של האופניים לקבלת:

$$x_{bicycle} = v_{bicycle} t = \frac{2}{a} v_{bicycle}^2 = \frac{250}{9} m$$

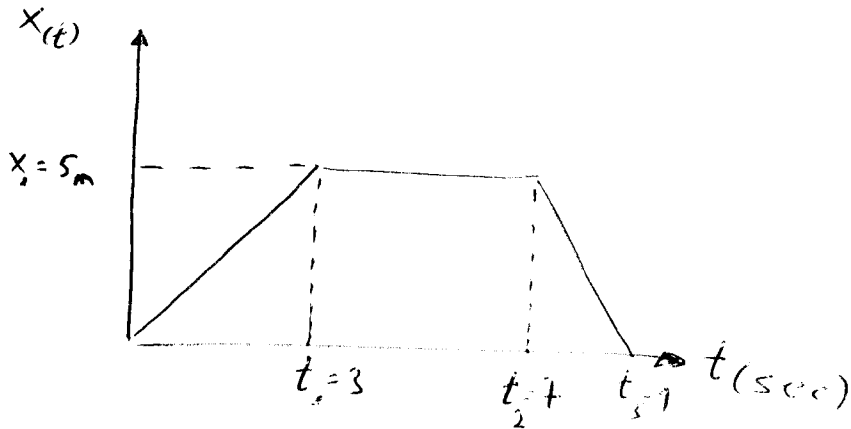
כרגיל, הקפדנו לשמור על האותיות עד הרגע האחרון.

תרגיל

נתון תנועת גוף במרחב  $x$  וזמן  $t$  כדלקמן:

(1)  $x(t) = \dots$

(2)  $x(t) = \dots$



נתון:

(1) גוף נופל מ-3 מ' במרחב  $x$  וזמן  $t$  כדלקמן:

נתון  $x(t)$  וזמן  $t$  כדלקמן:

נתון  $x(t)$  וזמן  $t$  כדלקמן:

$A = \dots$

$B = \dots$

$y(x) = Ax + B$

נתון  $x$  וזמן  $t$  כדלקמן:

$x(t) = \dots$

$x(t) = At + B \Rightarrow x(t) = vt + x_0$

נתון  $x(t)$  וזמן  $t$  כדלקמן:

נתון  $x(t)$  וזמן  $t$  כדלקמן:

$$0 \leq t < t_1$$

: I phase

$$x(t) = Vt + x_0$$

(x is constant)  $x = 0$  at  $t = 0$  and  $x = 0$  at  $t = 3$

$$V(t) = \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} = \frac{5 - 0}{3 - 0} = \frac{5}{3} \frac{m}{sec}$$

$$x(t) = \frac{5}{3} t$$

$$3 \leq t < 7$$

: II phase

$$x_0 = 5_m$$

$x_0 = 5_m$  at  $t = 3$

$$x(t) = Vt + x_0 \Rightarrow V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{5 - 5}{7 - 3} = 0$$

(constant)  $x(t) = 5_m$

$$7 \leq t \leq 9$$

: III phase

$5_m$  at  $t = 7$  and  $x_0 = 0$  at  $t = 9$

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0 - 5}{9 - 7} = -\frac{5}{2} \frac{m}{sec} \Rightarrow x(t) = -\frac{5}{2} t + 5$$



1

243/40

תרגול 2 מקטן לפיזיקה 1

תנועה אחידה קו ישר

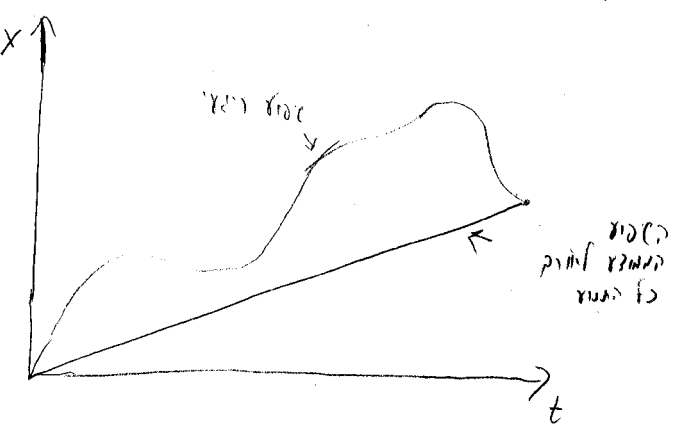
מכירות מחושב - הערך והזמן עבור כרכס שנתן תלמי כרוק הזמן

$$\langle \bar{v} \rangle = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

מכירות מחושב - הערך והזמן עבור כרכס שנתן תלמי כרוק הזמן  
מכירות מחושב - הערך והזמן עבור כרכס שנתן תלמי כרוק הזמן  
מכירות מחושב - הערך והזמן עבור כרכס שנתן תלמי כרוק הזמן

$$v_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

היות כי הקו הוא עקום המכיל את המידע על המהירות בכל רגע



2

1) תנועה אל מרכז המערכת

$$X = 30\text{m} + 16 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot t + 3 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \cdot t^2$$

- א) מהי המהירות הממוצעת לראשון 2 דקות?
- ב) מהי המהירות הממוצעת בין הנקודה הראשונה לנהל?
- ג) מהי המהירות הנשעית בזמן  $t = 30\text{sec}$

פתרון:

$$t_1 = 0$$

$$t_2 = 120\text{sec}$$

$$x_1 = 30$$

$$x_2 = 30\text{m} + 16 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot 120\text{sec} + 3 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \cdot 120^2\text{sec}^2 = 45150\text{m}$$

$$\langle \bar{V} \rangle = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{45150\text{m} - 30\text{m}}{120\text{sec}} = 376 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

$$t_1 = 60\text{sec}$$

$$t_2 = 120\text{sec}$$

$$x_1 = 11790$$

$$x_2 = 45150$$

$$\langle \bar{V} \rangle = \frac{45150 - 11790}{60\text{sec}} = 556 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

$$t_1 = 30\text{sec}$$

$$t_2 = 30.01\text{sec}$$

$$x_1 = 3210\text{m}$$

$$x_2 = 3211.9603\text{m}$$

$$\bar{V}(t=30) = \frac{1.9603}{0.01\text{sec}} = 196.03 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

$$t_1 = 30\text{sec}$$

$$t_2 = 30.1\text{sec}$$

$$x_1 = 3210\text{m}$$

$$x_2 = 3224.63\text{m}$$

$$V(t=30) = \frac{14.63}{0.01\text{sec}} = 1463 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

3

$$t_1 = t$$

$$t_2 = t + \Delta t$$

$$x_1 = 30 + 16t + 3t^2$$

$$x_2 = 30 + 16(t + \Delta t) + 3(t + \Delta t)^2 = 30 + 16t + 16\Delta t + 3t^2 + 6t\Delta t + 3\Delta t^2$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 16\Delta t + 6t\Delta t + 3\Delta t^2$$

$$\bar{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{16\Delta t + 6t\Delta t + 3\Delta t^2}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} 16 + 6t + 3\Delta t = 16 + 6t$$

$$\bar{v}(t) = 16 \frac{m}{sec} + 6 \frac{m}{sec^2} t \Rightarrow v(t=3sec) = 196 \frac{m}{sec}$$

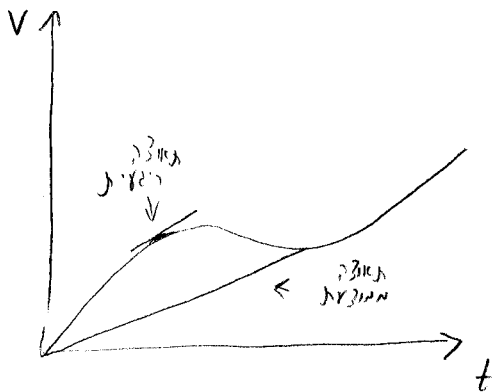
תאוצה ממוצעת - הינו במהירות של מול ברוק זמן לחלקי סיק הזמן

$$\langle \bar{a} \rangle = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

תאוצה רגעית - מסתמית על הפרט זמנית שונים לאוס

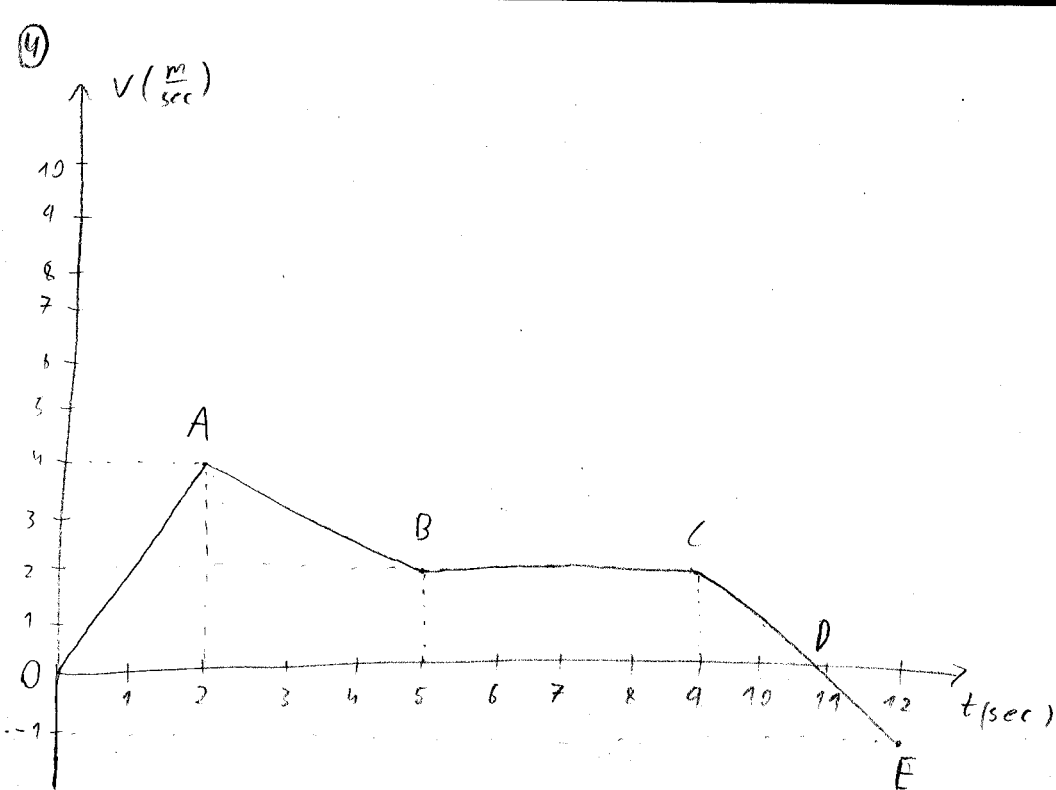
$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

כמו במהירות קיבלנו זיהומי היא היטוח בקול של v כפונקציה של t





2) נתון הגוף הקטן



- א) תאררו בקצות ישר את תנועת הגוף  
 ב) כתבו את המשוואה עבור התנועה של הגוף  
 ג) מה המרחק יצבר הגוף בכל התנועה?

ניתוח:

OA	הגוף	הוא	מתחיל בתנועה קבועה
AB	הגוף	הוא	מתחיל בתנועה קבועה
BC	הגוף	נע	בהירות קבועה
CD	הגוף	הוא	מתחיל בתנועה קבועה
DE	הגוף	הוא	מתחיל בתנועה קבועה

ב) נתתי: ממצבו את התנועות ע"י מצאת הייבוס

$$a_{OA} = \frac{V_A - V_0}{t_A - t_0} = \frac{4 \frac{m}{sec}}{2 sec} = 2 \frac{m}{sec^2}$$

$$a_{AB} = \frac{-2 \frac{m}{sec}}{3 sec} = -1.5 \frac{m}{sec^2}$$

$$a_{BC} = 0$$

$$a_{CE} = \frac{-3 \frac{m}{sec}}{3 sec} = -1 \frac{m}{sec^2}$$

5

קבלנו תנועת שני תווזים בין התקופות ולכן  
את התהירות נחשב ע"י האינטגרל

$$v = v_0 + at$$

$$v_{0A} = 2 \frac{m}{sec} \cdot t$$

$$0 < t < 2$$

$$v_{AB} = 4 \frac{m}{sec} - 1.5 \frac{m}{sec^2} (t-2)$$

$$2 < t < 5$$

$$v_{BC} = 2 \frac{m}{sec}$$

$$5 < t < 9$$

$$v_{CE} = 2 \frac{m}{sec} - 1 \frac{m}{sec^2} (t-9)$$

$$9 < t < 12$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

(ב) נשאלו ממוצתה

$$\begin{aligned} x_0 &= 0 \\ v_0 &= 0 \\ a &= 2 \frac{m}{sec^2} \\ t &= 2 sec \end{aligned}$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{2} \cdot 2 \frac{m}{sec^2} \cdot 4 sec^2 = 4 m$$

OA זמן התאק

$$\begin{aligned} x_0 &= 4 m \\ v_0 &= 4 \frac{m}{sec} \\ a &= -\frac{3}{2} \frac{m}{sec^2} \\ t &= 3 sec \end{aligned}$$

$$\Rightarrow x = 4 + 4 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot 3^2 = 9.75 m = 16 - 3 = 13$$

AB זמן התאק

$$\begin{aligned} x_0 &= 9.25 m \\ v_0 &= 2 \frac{m}{sec} \\ t &= 4 sec \\ a &= 0 \end{aligned}$$

$$x = 9.25 + 2 \cdot 4 = 17.25 m = \overset{12}{21}$$

BC זמן

$$\begin{aligned} x_0 &= 17.25 \\ v_0 &= 2 \frac{m}{sec} \\ a &= -1 \frac{m}{sec^2} \\ t &= 3 sec \end{aligned}$$

$$x = 17.25 + 2 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 3^2 = 27 - 4.5 = 22.5$$

CE זמן

6

3) מכונית נמצאת במרחק 50 מטר מהמנוף ובמהירות  $V = 12 \frac{m}{sec}$  ניצוץ אלקטרוני נצב בתאוצה

קבוע  $a = 5 \frac{m}{sec^2}$

א) מה תהיה מהירות המכונית במרחק 100 מטר מהניצוץ  
ב) באיזה מרחק התחלק המנוף את התנועה (כלומר  $V=0$ )

$$V^2 = V_0^2 + 2a(x - x_0)$$

כתובו /  
או נשתמש בנוסחה

$$V^2 = 12^2 + 2 \cdot 5 (100 - 50) = 644 \frac{m^2}{sec^2}$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{644} \frac{m}{sec} = 25.37 \frac{m}{sec}$$

2) נשגש באותה נוסחה רק במקום אחר את  $V$  נחכו את  $x_0$

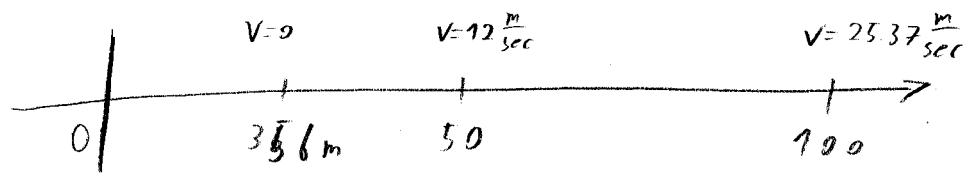
$$V = 12 \frac{m}{sec}$$

$$x = 50 \frac{m}{sec}$$

$$V_0 = 0$$

$$\Rightarrow 12^2 = 2 \cdot 5 (50 - x_0)$$

$$\frac{144 - 500}{10} = -x_0 \Rightarrow x_0 = 35.6 m$$



# תרגיל חוסות

4) כדור מושלך מכוון למטה במהירות 8 מטר לשנייה. מה גובה המבנה? נתון  $g = 9.8 \frac{m}{s^2}$  כלפי מטה

פתרון: נבחר את המיקום של המבנה כ-0. נבחר את המיקום של המבנה כ-0.

נבחר את המיקום של המבנה כ-0. נבחר את המיקום של המבנה כ-0.

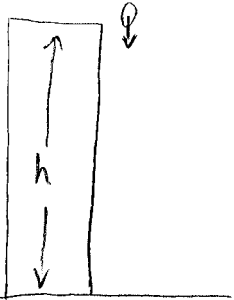
$$y(t) = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$y(t=0) = h$$

$$y(t=8) = 0$$

$$0 = h - \frac{1}{2} \cdot 9.8 \cdot 8^2 \quad h = \frac{1}{2} \cdot 9.8 \cdot 64 = 313.6 \text{ m}$$

$$y_0 = h \quad v_0 = 0$$



ענן בגובה קילומטר ממטיר שתי טיפות מים בהפרש של שנייה זו מזו. מה יהיה הפרש הזמנים בו הטיפות יפגעו בקרקע ומה יהיה המרחק בין הטיפות כשהטיפה הראשונה תפגע? נתון כי תאוצת הכובד  $g=10$  m/s<sup>2</sup>, חזרו על האוויר.

- הפרש הזמנים יהיה 1 שניות, המרחק יהיה 10 מטרים .
- הפרש הזמנים יהיה 14.142 שניות, המרחק יהיה 136 מטרים .
- הפרש הזמנים יהיה 1 שניות, המרחק יהיה 136 מטרים.
- הפרש הזמנים יהיה 1 שניות, המרחק יהיה 14.142 מטרים.

פתרון:

התשובה הנכונה היא ג.

מיקום הטיפה השנייה בעת פגיעה הטיפה הראשונה ניתן למצוא מהמשוואה:  $y = y_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ ,

$$y = 0[m]$$

$$y_0 = 1000[m]$$

$$V_0 = 0[m/s] \quad \text{כאשר נציב:}$$

$$a = -10[m/s^2]$$

נפילת הטיפה הראשונה תארך:  $T = \sqrt{\frac{2y_0}{a}} = \sqrt{200}[s]$ , כשהטיפה הראשונה תפגע בקרקע הטיפה

השנייה תהיה באוויר שנייה אחת פחות מהראשונה, לכן נוכל למצוא את גובהה על ידי ההצבה:

$$y = y_0 + \frac{1}{2} a (\sqrt{T} - 1)^2 = 136[m]$$

תרגיל: תלוק נע לאורך ציר ז פונקציה הליקום

שאל נמנה : "ע" :  $z(t) = 16t e^{-t}$  [m]

(א) מהו מרחקו של התלוק מהמקור כאשר הוא נעצר?

(ב) באיזה זמן קורה?

פתרון:

התלוק נעצר כאשר  $V(t) = 0$

$$V(t) = \frac{dz(t)}{dt} = \frac{d}{dt} [16t e^{-t}] = 16e^{-t} + 16t(-e^{-t}) =$$

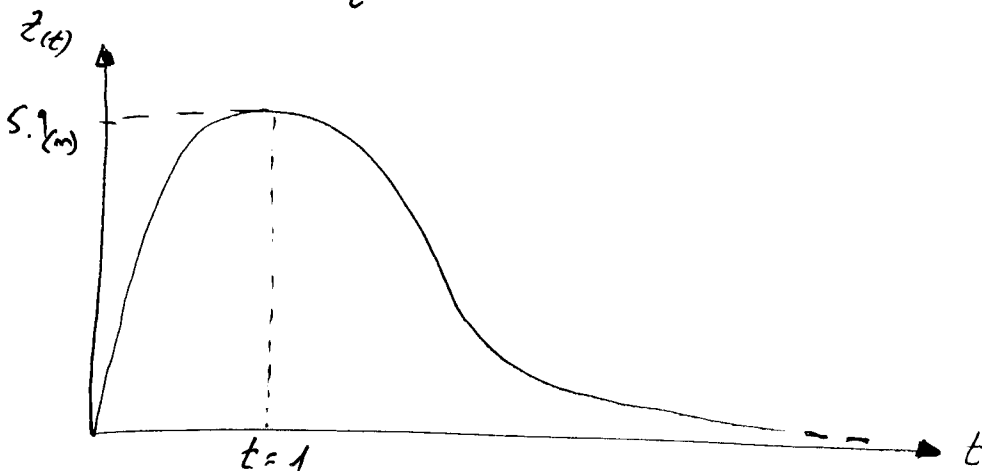
$$= 16e^{-t} [1-t] \rightarrow \begin{matrix} \text{נשווה} \\ 0 = \end{matrix}$$

\* קיבלנו 2 פתרונות

$$V(t) = 0 \begin{cases} t \rightarrow \infty \\ t = 1 \end{cases}$$

$z(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{16t}{e^t} = 0$  :  $t \rightarrow \infty$  נעצר

$z(t) = \frac{16 \cdot 1}{e^1} = \frac{16}{2.7} \approx 5.9$  (m) :  $t = 1$  נעצר



e-07-4-007

$$a = \frac{2}{3} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} t$$

$$X(t=3) = 27 \text{ m}$$

$$V(t=0) = 0$$

$$V = \int a dt = \frac{t^2}{3} + C_1$$

$$C_1 = 0 \leftarrow V(t=0) = 0 \quad \text{||| חייב להיות 0 כי התחיל מנוחה}$$

$$x = \int v dt = \frac{t^3}{9} + C_2$$

$$X(t=3) = \frac{27}{9} + C_2 = 27 \Rightarrow C_2 = 24$$

$$x = 24 \text{ m} + \frac{1}{9} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} t^3$$