

1) תכונה נוסף מקומה של 2 מסתים אפלט בקירוב

למחר  $t_1$  שנתר.

נניח

$$t_1 = C m^\alpha h^\beta g^\gamma$$

מסה - m

הקומה - h

g - תאוצת הכבידה

א. למה שגור האפטיכיים בבניאן בעצרת שיקוף יתגור

ב. למאיזו אומה יש לנפיל סוג התרבות על-מנת שזמן הנפילה יוכלו ?

תשובה נשוו יתגור  $\in$

$$T = M^\alpha L^\beta \left(\frac{L}{T^2}\right)^\gamma$$

$$= M^\alpha L^{\beta+\gamma} T^{-2\gamma}$$

$$\gamma = -\frac{1}{2}$$

$$\alpha = 0$$

$$\beta = \frac{1}{2}$$

אין האפשרות היתוגה הטל

$$t_1 = C \sqrt{\frac{h}{g}}$$

ואם

כ.ע.מ. סוג התרבות טר הימין כ. 2 צניק לנפיל סוג התרבות כ. 4

## 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.

$$x = 6 + 2t + 5t^2$$

א. ניתן להשוות את הביטוי של  $x$  לביטוי של תנועה בקואורדינטה קבועה:

$$x = 6 + 2t + 5t^2 = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$5t^2 = \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{ולפי השוואת מקדמים:}$$

$$a = 10$$

ב. כאותו אופן, המיקום ההתחלתי  $x_0 = 6$

המהירות ההתחלתית  $v_0 t = 2t$

$$v_0 = 2$$

כך אומר למעשה מהירות ותאוצה - ע"י גזירה:

$$v = \frac{dx}{dt} = 2 + 10t, \quad v_0 = 2 + 10 \cdot 0 = 2$$

$$a = \frac{dv}{dt} = 10$$

ג. ביטוי של המהירות המוגדר:

$$v(t) = 2 + 10t$$

ד. מהירות בסוף  $t = 4s$ :  $v(t=4) = 2 + 10 \cdot 4 = 42$

## 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.

1

243/40

תרגיל 2 מקטגוריאל

המנוחה

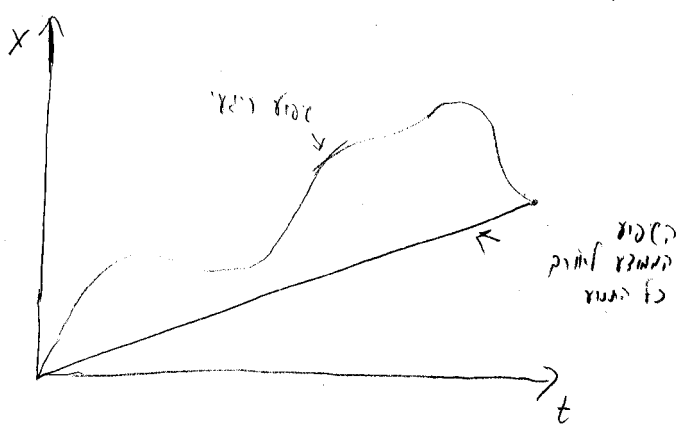
מכירת מוצר - המכירה והמכירה של המוצר

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

המנוחה - המנוחה והמנוחה של המנוחה

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

המנוחה והמנוחה של המנוחה



2

1) תנועה אל מרכז המעגל

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

- א) מה המהירות הממוצעת לאחר 2 דקות?
- ב) מה המהירות הממוצעת בין הנקודה הישנה לנהל?
- ג) מה המהירות הישגית בזמן  $t = 30\text{sec}$

פתרון:

$$t_1 = 0$$

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

$$x_1 = 30$$

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

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

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

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

$$x_1 = 11790$$

$$x_2 = 45150$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$V(t=30) = \frac{14.63}{0.1\text{sec}} = 146.3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

3

$$t_1 = t$$

$$t_2 = t + \Delta t$$

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

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

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

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

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

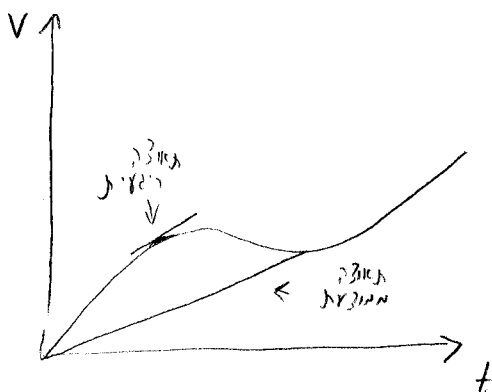
תאוצה ממוצעת - המינוי במהירות של מול בברוק שמן לחלקי סיק המסמן

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

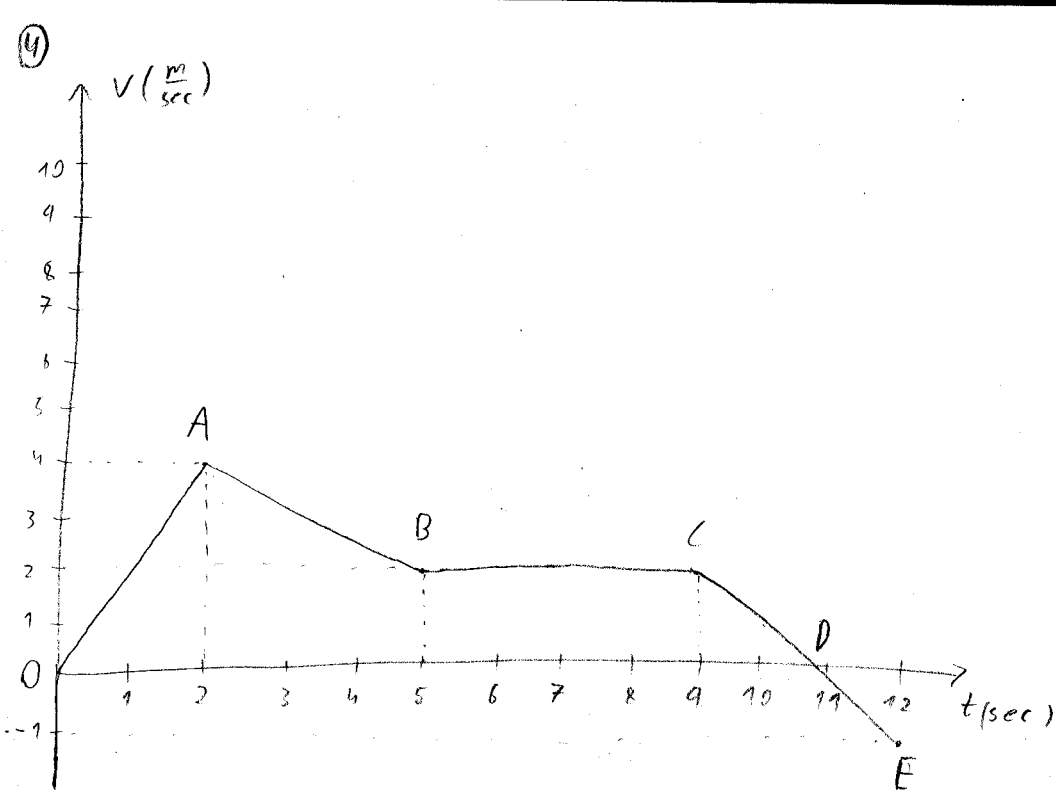
תאוצה רגעית - מסתמך על הפרש זמנית שונים לאורך

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

כמו במהירות קיבלנו זיהומים 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 היסוד

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

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

$$a_{BC} = 0$$

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



5

קבלנו תנועת שני תווך בין התחבים 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 מנוחה

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

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

OA זמן התקן

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

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

AB זמן התקן

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

$$x = 9.25 + 2 \cdot 4 = 17.25 m = \cancel{20} 21$$

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  $V = 12 \frac{m}{sec}$  ניצץ זרקוני נצת בתאוצה

קבוע  $a = 5 \frac{m}{sec^2}$

- א) מה תהיה מהירות המכונית במרחק 100 מטר מהמנוף
- ב) באיזה מרחק התחיל הצתת ניצוץ את המנוף (כלומר  $V=0$ )

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

כתרון  
או נשתמש בנוסחה

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

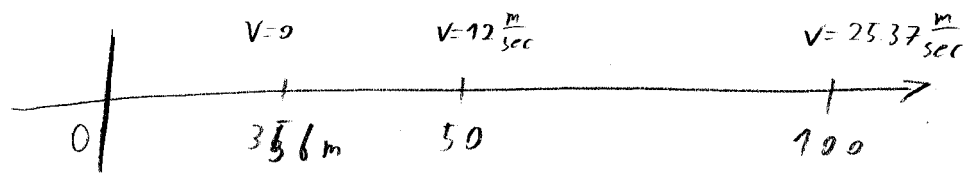
$$\Rightarrow V = \sqrt{644} \frac{m}{sec} = 25.37 \frac{m}{sec}$$

2) נניח שאותה נוסחה רק במקום  $V$  נחשב את  $x_0$

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

$$x = 50 \frac{m}{sec} \Rightarrow 12^2 = 2 \cdot 5 (50 - x_0)$$

$$V_0 = 0 \quad \frac{144 - 500}{10} = -x_0 \Rightarrow x_0 = 35.6 m$$



# 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.

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

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

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

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

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

