

מפתחות ותפיסתן

נבנה מערכת קואורדינטות, בה גובה הזריקה הוא 0, הציר החיובי כלפי מעלה, ורגע הזריקה הוא $t = 0$. 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.

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/s², חזניחו חיכוך עם האוויר.

- א. הפרש הזמנים יהיה 1 שניות, המרחק יהיה 10 מטרים .
- ב. הפרש הזמנים יהיה 14.142 שניות, המרחק יהיה 136 מטרים .
- ג. הפרש הזמנים יהיה 1 שניות, המרחק יהיה 136 מטרים.
- ד. 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:

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

זהו גובה הטיפה השנייה מעל לקרקע.

1

243/40

תרגול 2 מקטן לפיזיקה 1

תנועה אחידה קו ישר

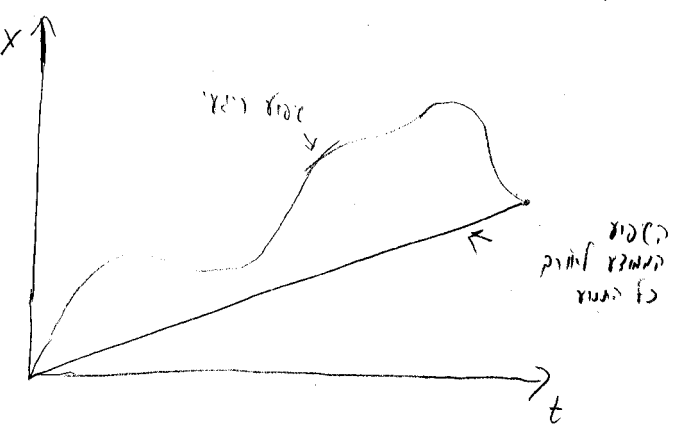
מכירות מחושב - הערך והזמן עבור כרכס שמתקדם בקו ישר

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

מכירות מחושב - הערך והזמן עבור כרכס שמתקדם בקו ישר. הערך והזמן עבור כרכס שמתקדם בקו ישר. הערך והזמן עבור כרכס שמתקדם בקו ישר.

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

הגדרת המהירות הממוצעת והמהירות המיידית



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

פתרון:

$$t_1 = 0$$

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

$$x_1 = 30$$

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

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

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

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

$$x_1 = 11790$$

$$x_2 = 45150$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3

$$t_1 = t$$

$$t_2 = t + \Delta t$$

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

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

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

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

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

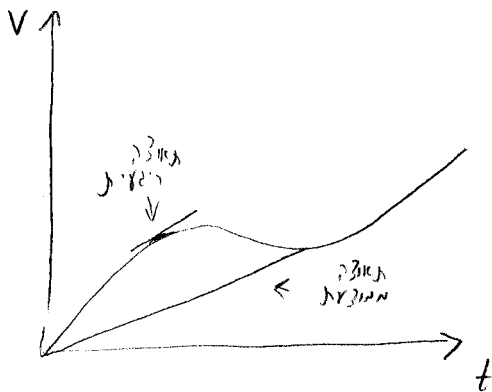
תאוצה ממוצעת - הינו במהירות או אורך כרוך זמן לחלקי סוף הזמן

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

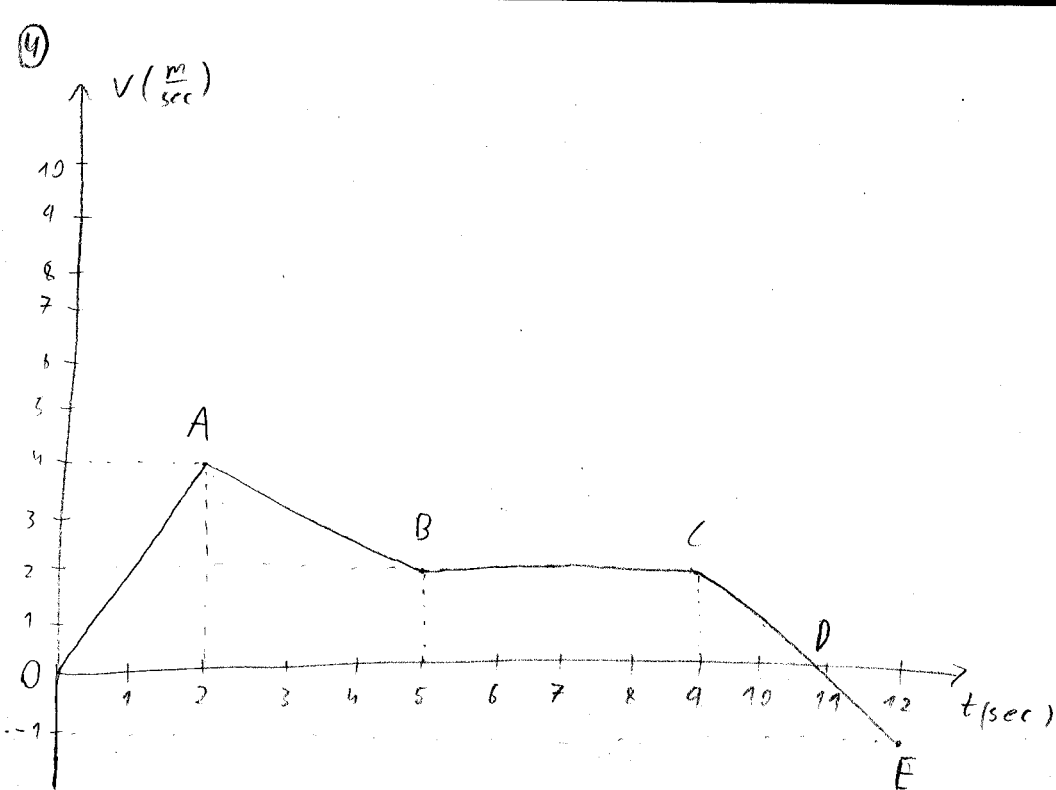
תאוצה רגעית - מסתמך על הפרש זמנים שונים לאורך

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

כמו במהירות קיבלנו זיהומי היא היטוח בקוף או 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	הואיל	בתנועה	קבועה	א) בקטע
AB	הגוף	הואיל	בתנועה	קבועה	ב) בקטע
BC	הגוף	נע	בהירות	קבועה	ב) בקטע
CD	הגוף	הואיל	בתנועה	קבועה	ב) בקטע
DE	הגוף	הואיל	בתנועה	קבועה	ב) בקטע

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

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

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

$$a_{BC} = 0$$

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

5

קבלנו תנועת שני תווך בין הקטעים ולכן
את התהירות נחשב ע"י המשוואה

$$v = v_0 + at$$

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

$$0 < t < 2$$

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

$$2 < t < 5$$

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

$$5 < t < 9$$

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

$$9 < t < 12$$

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

(ב) נשאלו מנסה

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

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

OA זמן התק

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

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

AB זמן התק

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

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

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 בתאורה

קבועי $a = 5 \frac{m}{sec^2}$

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

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

כתרון
או נשתמש בנוסחה

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

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

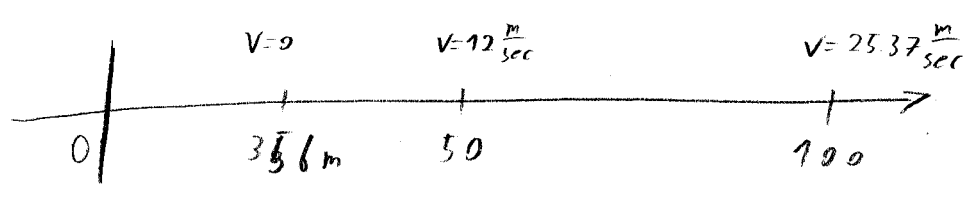
ג) נשתמש באותה נוסחה רק במקום לתת את V נחשב את x_0

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

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

$$V_0 = 0$$

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



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.

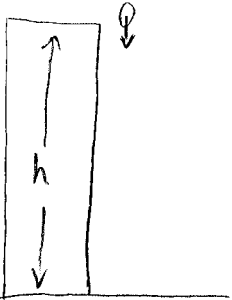
$$y_0 = h \quad v_0 = 0$$

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

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

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

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



המכונית נעה במהירות קבועה v במשך זמן T ולאחר מכן בתאוצה קבועה $-a$.
נסמן את זמן התנוע בתאוצה קבועה עד לעצירה ב t , אז

$$v - at = 0$$

$$t = v/a$$

כיוון המהירות לא משתנה, לכן כל הדרך שעוברת המכונית עד העצירה היא

$$s = vT + (vt - at^2/2) = vT + \frac{v^2}{2a} \approx 85.5 \text{ m}$$

כדי שלא תהיה תאונה, המרחק עד המשאית חייב להיות לא פחות מזה.