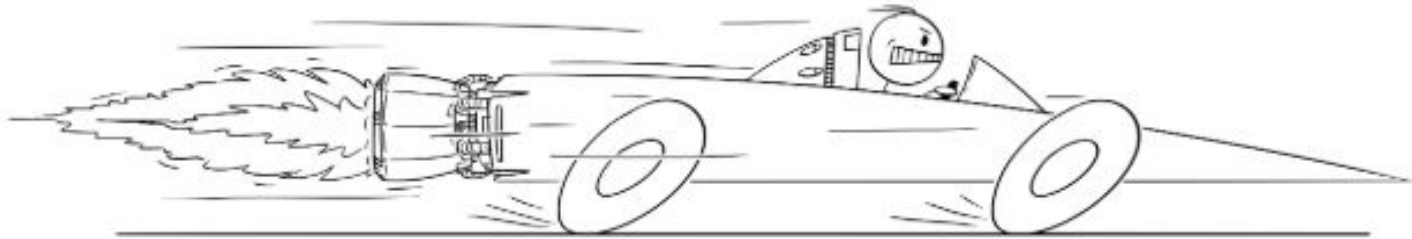




פיזיקה בגובה העיניים

קינמטיקה - 3

תאוצה - a



תאוצה (a)

הגדרה - תאוצה היא השינוי במהירות ליחידת זמן.

סימון - a

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \left[\frac{m}{s^2} \right] \text{ נוסחה לתאוצה קבועה:}$$

פרמטרים:

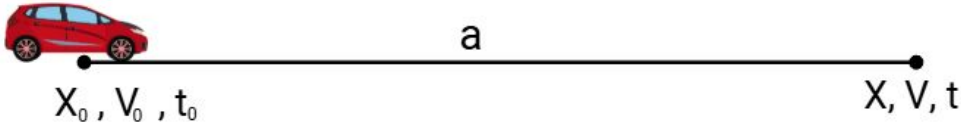
• V - המהירות הסופית [m/s]

• V_0 - המהירות ההתחלתית [m/s]

• t - זמן סופי [s]

• t_0 - זמן התחלתי [s]

יחידת מידה: m/s^2 .



דוגמאות:

1. ילד מתחיל להאיץ ממנוחה ומגיע למהירות של 50m/s תוך 20 שניות. מהי תאוצתו ?

$$V_0 = 0\text{m/s} , V = 50\text{m/s} , \Delta t = 20\text{s}$$

$$a = \frac{v-v_0}{t-t_0} = \frac{50-0}{20-0} = 2.5 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

הסבר: הילד מתחיל ממהירות של 0 ובכל שניה מהירותו גדלה ב-2.5 $V = 0, 2.5, 5, 7.5, 10 \dots$

2. נהג רכב נע במהירות של 40m/s, ברגע מסוים הוא לוחץ על הבלמים ונעצר לאחר 8 שניות. מהי תאוצתו ?

$$V_0 = 40\text{m/s} , V = 0 , \Delta t = 8\text{s}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{0 - 40}{8} = -5 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

הסבר: הנהג מתחיל ממהירות של 40 ובכל שניה מהירותו קטנה ב-5 $V = 40, 35, 30, 25, 20 \dots$

נוסחאות תאוצה קבועה:

כאשר יש תאוצה קבועה, אנו יכולים להשתמש ב- 4 הנוסחאות לפתרון תרגילים:

$$v = v_0 + at$$

X – המיקום הסופי

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

X₀ – המיקום ההתחלתי

$$x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2} t$$

V – המהירות הסופית

V₀ – המהירות ההתחלתית

$$v^2 = v_0^2 + 2a (x - x_0)$$

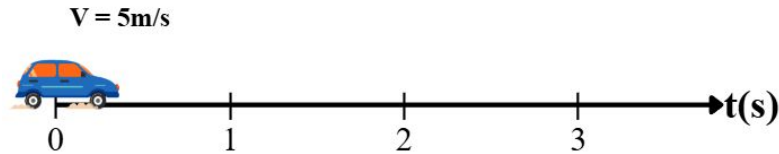
t – הזמן הסופי

t₀ – הזמן ההתחלתי

a – תאוצה

1. עבור הנוסחה: $V = V_0 + at$

רכב מאיץ בכיוון החיובי בתאוצה קבועה שגודלה 2m/s^2 . אם המהירות ההתחלתית שלו הייתה 5m/s , מה תהיה מהירותו לאחר 3s .



$$V_0 = 5\text{m/s}, a = 2\text{m/s}^2, t = 3\text{s}$$

$$V = ?$$

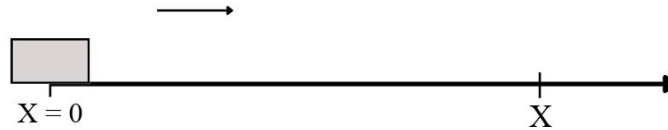
$$V = V_0 + a \cdot t$$

$$V = 5 + 2 \cdot 3 = 11$$

$$V = 11\text{m/s}$$

2. עבור הנוסחה: $X = X_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2$

גוף מתחיל לנוע ממנוחה מנקודה $X = 0$ בתאוצה קבועה שגודלה 4m/s^2 , מה יהיה מיקומו לאחר 2 שניות.



$$X_0 = 0, V_0 = 0, a = 4\text{m/s}^2, t = 2\text{s}$$

$$X = ?$$

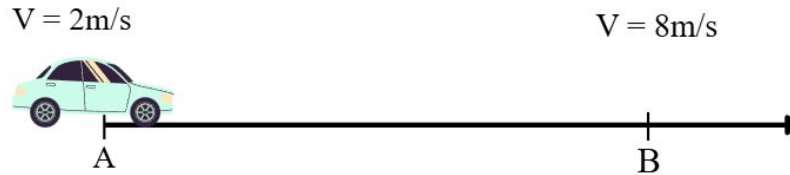
$$X = X_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$X = 0 + 0 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 2^2 = 8$$

$$X = 8\text{m}$$

3. עבור הנוסחה: $X = X_0 + t(V_0 + V)/2$

מכונית יוצאת מנקודה A במהירות של 2m/s , בדרך היא מגבירה את מהירותה כך שכאשר הגיעה לנקודה B מהירותה הייתה 8m/s . ידוע כי זמן הנסיעה בין הנקודות ארך 4 שניות, חשב את המרחק בין הנקודות.



$$V_0 = 2\text{m/s}, V = 8\text{m/s}, t = 4\text{s}$$

$$\Delta X = ?$$

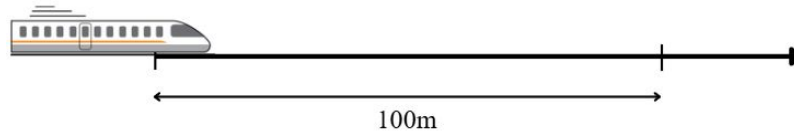
$$X = X_0 + t(V_0 + V)/2$$

$$\Delta X = 4(2 + 8)/2 = 20$$

$$\Delta X = 20\text{m}$$

4. עבור הנוסחה: $V^2 = V_0^2 + 2a(X - X_0)$

רכבת מתחילה לנוע ממצב מנוחה בכיוון החיובי בתאוצה קבועה שגודלה 5m/s^2 , חשב את מהירותה כאשר היא נמצאת במרחק של 100 מטר מנקודת ההתחלה.



$$V_0 = 0, a = 5\text{m/s}^2, X = 100\text{m}, X_0 = 0$$

$$V = ?$$

$$V^2 = V_0^2 + 2a(X - X_0)$$

$$V^2 = 0^2 + 2 \cdot 5(100 - 0)$$

$$V^2 = 1000 \quad \sqrt{\quad}$$

$$V = 31.62\text{m/s}$$

סד"פ לשאלות חישוב בקינמטיקה

1. פרמטרים $(X, X_0, V, V_0, t, t_0, a)$.

2. צייר את השאלה.

3. איזה פרמטר אני מחפש

4. נוסחה עם הפרמטר.

5. הצבה

6. פיתרון:

א. **עבד** - תרשום את המספר שמצאת עם כל הפרמטרים ותמשיך הלאה.

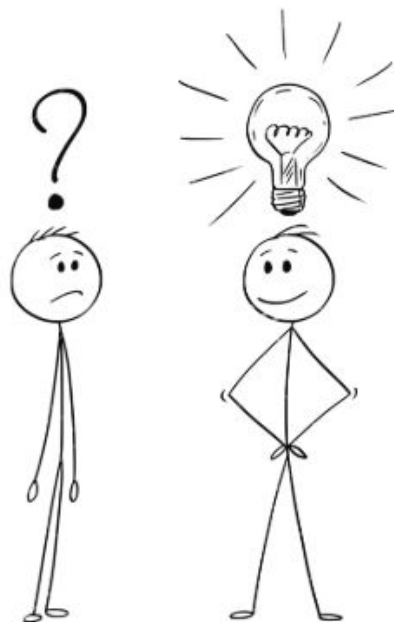
ב. **לא עבד** - ישנם 2 אופציות:

1. חסרים פרמטרים. לקרוא שוב את השאלה או לבדוק מי חסר ובאילו משוואות הוא נמצא ואם אפשר למצוא משם.

2. הנוסחה שהשתמשת לפתרון לא מתאימה לנסות נוסחה אחרת.

4 הסיטואציות

סימן המהירות והתאוצה



ניסוי מחשבתי

לפניכם ארבעה סוגי תנועה וארבע סדרות מהירויות שונות, התאימו בין סוג התנועה לסדרת המהירויות המתאימה לה.

מהירות:	סוג התנועה:
1. $V = 0, 1, 2, 3\dots$	א. גוף מאיץ בכיוון החיובי
2. $V = 10, 8, 6\dots$	ב. גוף מאיץ בכיוון השלילי
3. $V = -19, -17, -15\dots$	ג. גוף מאט בכיוון החיובי
4. $V = -20, -25, -30\dots$	ד. גוף מאט בכיוון השלילי

נלמד דרך הדוגמאות:

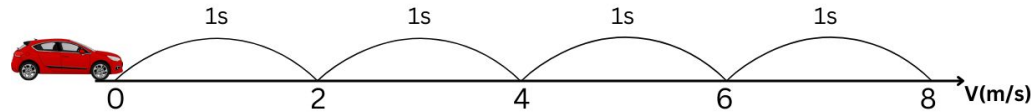
מקרה 1: המהירות והתאוצה חיוביים

$$V = 2, a = 2\text{m/s}^2$$

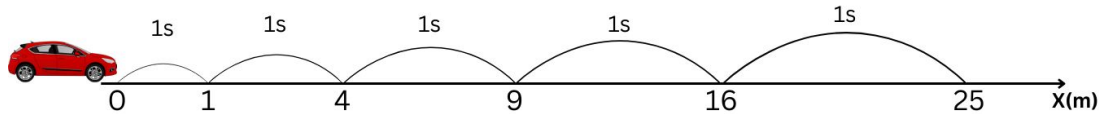
$$V = 2, 4, 6, 8, \dots$$

המהירות חיובית וגדלה.

חיובית - הגוף נע בכיוון החיובי.
גדלה - מאיץ.



העתק חיובי בקצב הולך וגדל



נלמד דרך הדוגמאות:

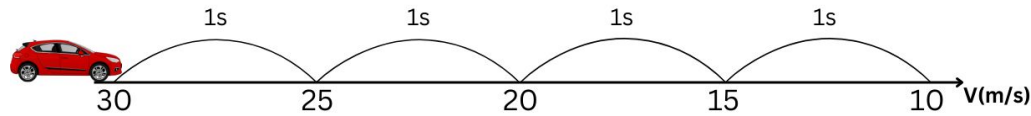
מקרה 2: מהירות חיובית ותאוצה שלילית

$$V = 30\text{m/s}, a = -5\text{m/s}^2$$

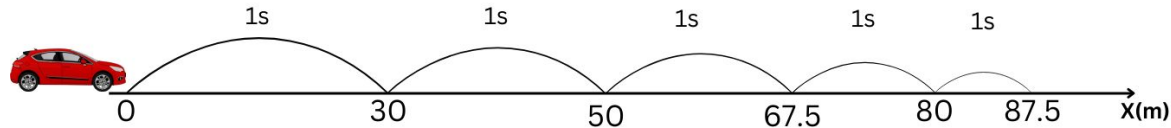
$$V = 30, 25, 20, 15, \dots$$

המהירות חיובית וקטנה.

חיובית - הגוף נע בכיוון החיובי.
קטנה - מאט.



העתק חיובי שהולך וקטן



נלמד דרך הדוגמאות:

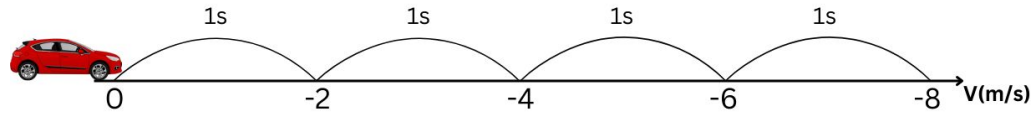
מקרה 3: מהירות שלילית ותאוצה שלילית

$$V = -2, a = -2\text{m/s}^2$$

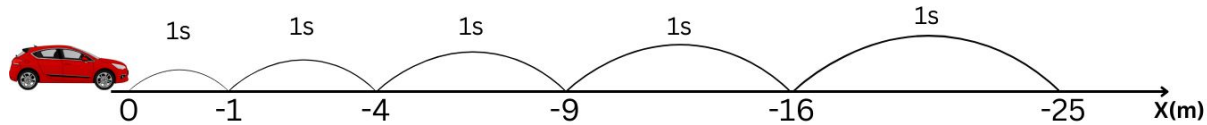
$$V = -2, -4, -6, -8\dots$$

המהירות שלילית וגדלה.

שלילית - הגוף נע בכיוון השלילי.
גדלה - מאיץ.



העתק שלילי שהולך וגדל



נלמד דרך הדוגמאות:

מקרה 4: מהירות שלילית ותאוצה חיובית.

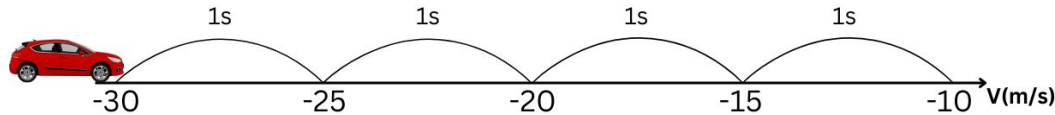
$$V = -30\text{m/s}, a = 5\text{m/s}^2$$

$$V = -30, -25, -20, -15, -10\dots$$

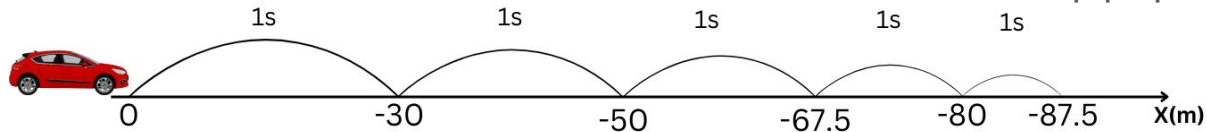
המהירות שלילית וקטנה.

שלילית - הגוף נע בכיוון השלילי.

קטנה - מאט.



העתק שלילי בקצב הולך וקטן



סיכום:

מאיץ - גודל המהירות גדל.

מאט - גודל המהירות קטן.

מאט	מאיץ	גוף
V+ , a-	V+ , a+	נע בכיוון החיובי (+)
V- , a+	V- , a-	נע בכיוון השלילי (-)

דוגמה 1:

רוני יוצאת מנקודה $X_0 = 5\text{m}$ ונעה בכיוון השלילי במהירות התחלתית שגודלה 2m/s בכל הדרך היא מגבירה את מהירותה בקצב של 1m/s^2 עד שמגיעה לנקודה $X = -50\text{m}$. חשב את משך הזמן עד הגעתה של רוני לבית.

$$X_0 = 5\text{m}, X = -50\text{m}, V_0 = -2\text{m/s}, a = -1\text{m/s}^2$$

$$t = ?$$

$$X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$-50 = 5 - 2t - 1 \cdot \frac{1}{2} t^2$$

$$-\frac{1}{2} t^2 - 2t + 55 = 0$$

$$t = 8.675\text{s} \text{ או } t = -12.675\text{s}$$

$$t = 8.675\text{s}$$



מכיוון שזמן לא יכול להיות שלילי:

דוגמה 2:

גוף נע בכיוון השלילי במהירות התחלתית שגודלה 12m/s . הוא מאט בתאוצה קבועה שגודלה 3m/s^2 עד לעצירה מוחלטת. מצא את ההעתק שעבר הגוף עד לעצירה.

$$V_0 = -12\text{m/s}, V = 0, a = 3\text{m/s}^2$$

$$\Delta X = ?$$

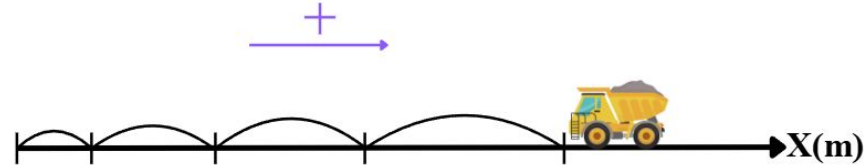
$$V^2 = V_0^2 + 2a(\Delta X)$$

$$0 = (-12)^2 + 2 \cdot 3(\Delta X)$$

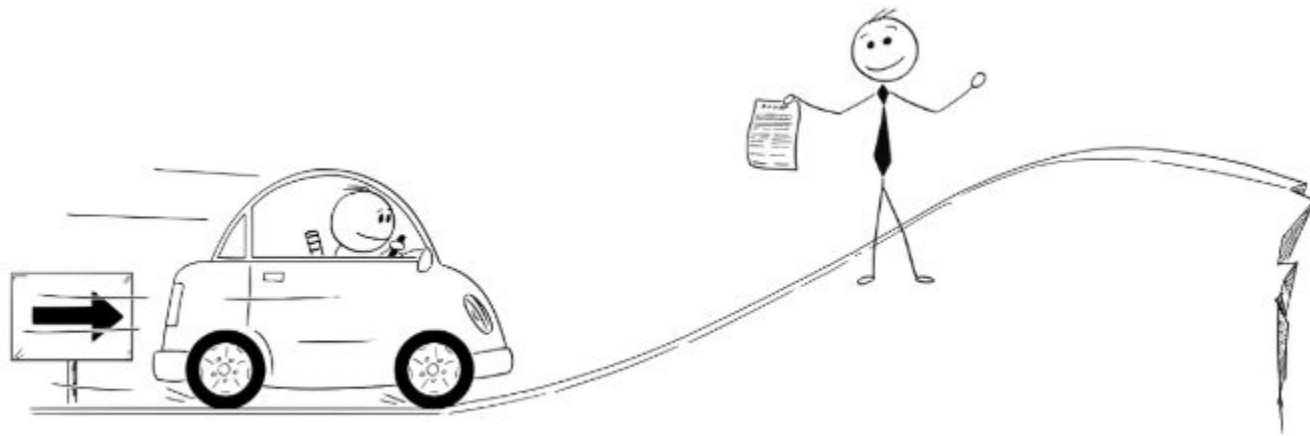
$$0 = 144 + 6 \cdot \Delta X$$

$$6 \cdot \Delta X = -144 \quad /:6$$

$$\Delta X = -24\text{m}$$



משוואת מיקום-זמן



ביטוי עם משוואת מיקום-זמן

משוואת מיקום-זמן היא כלי מתמטי שבעזרתה נקשר בין מיקום הגוף X לזמן t .

1. זיהוי: "בטא את מיקום הגוף כפונקציה של הזמן", "פתחו את משוואת המיקום של הגוף כפונקציה של הזמן".

2. המשוואה: $X = X_0 + V_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$

בדף הנוסחאות לבגרות המשוואה רשומה רק עם t (זמן התנועה), ממליץ לכם לרשום כמו שכתבתי, משום ש- t_0 הוא קבוע אבל t הוא משתנה שבו לא מציבים.

3. הצבת הקבועים: X_0 , V_0 , t_0 , a (במידה והם חסרים נצטרך קודם כל למצוא אותם).

דוגמה: $X = 25 + 10t + 4t^2$

דוגמה 1:

ספינה יוצאת ממיקום 10 מטר ושטה בכיוון החיובי במהירות התחלתית של 3 מטר לשנייה. בגלל הרוח, הספינה מאיצה בתאוצה קבועה של 0.5 מטר לשנייה בריבוע. פתחו את משוואת המיקום של הספינה כפונקציה של הזמן.

$$X_0 = 10\text{m}, V_0 = 3\text{m/s}, t_0 = 0, a = 0.5\text{m/s}^2$$

$$X(t) = ?$$

$$X = X_0 + V_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$$

$$X = 10 + 3(t - 0) + 0.25(t - 0)^2$$

$$X = 10 + 3t + 0.25t^2$$

דוגמה 2:

רכבת תיירותית יוצאת למסלול ישר בקצה הצפוני של רכס אלפיני.

הרכבת מתחילה את מסעה במהירות התחלתית שגודלה 5m/s בכיוון החיובי. מערכת מעקב אוטומטית מותקנת לאורך המסלול ורושמת את מיקום הרכבת באופן רציף. המערכת מראה שכעבור 2 שניות מתחילת הנסיעה הרכבת נמצאת במיקום $X = 20\text{m}$, וכעבור 4 שניות מתחילת הנסיעה הרכבת נמצאת במיקום $X = 60\text{m}$.

א. מצא את התאוצה הקבועה a .

$$V_0 = 5\text{m/s}, t_1 = 2\text{s}, X_1 = 20\text{m}, t_2 = 4\text{s}, X_2 = 60\text{m}$$

$$a = ?$$

$$X = X_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$\underline{0 < t < 2\text{s}:}$$

$$20 = X_0 + 5 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot a \cdot 4$$

$$20 = X_0 + 10 + 2a$$

דוגמה 2 - המשך...

$$\underline{0 < t < 4s:}$$

$$V_0 = 5\text{m/s}, t_2 = 4\text{s}, X_2 = 60\text{m}$$

$$60 = X_0 + 5 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot a \cdot 16$$

$$60 = X_0 + 20 + 8a$$

$$20 = X_0 + 10 + 2a$$

$$60 - 20 = (X_0 + 20 + 8a) - (X_0 + 10 + 2a)$$

$$40 = 10 + 6a$$

$$30 = 6a \quad /: 6$$

$$a = 5\text{m/s}^2$$

$$20 = X_0 + 10 + 2 \cdot 5$$

$$20 = X_0 + 10 + 10$$

$$X_0 = 0\text{m}$$

ב. מצא את המיקום ההתחלתי X_0 של הרכבת.

דוגמה 2 - המשך...

ג. פתח את המשוואה המתארת את מיקום הרכבת כפונקציה של הזמן.

$$X(t) = ?$$

$$X = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2}at^2$$

$$X = 0 + 5t + \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot t^2$$

$$X = 5t + 2.5t^2$$

ד. חשב את מיקומה של הרכבת לאחר 20 שניות מרגע ההתחלה.

$$t = 20s$$

$$X = ?$$

$$X = 5 \cdot 20 + 2.5 \cdot 20^2 = 1100$$

$$X = 1,100m$$

ביטוי עם משוואת מהירות-זמן

משוואת מהירות-זמן היא כלי מתמטי שבעזרתה נקשר בין מהירות הגוף V לזמן t .

1. זיהוי: "בטא את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן", "פתחו את משוואת המהירות של הגוף כפונקציה של הזמן".

2. המשוואה: $V = V_0 + a(t - t_0)$

בדף הנוסחאות לבגרות המשוואה רשומה רק עם t (זמן התנועה), ממליץ לכם לרשום כמו שכתבתי, משום ש- t_0 הוא קבוע אבל t הוא משתנה שבו לא מציבים.

3. הצבה: V_0 , t_0 , a (במידה והם חסרים נצטרך קודם כל למצוא אותם).

דוגמה: $V = 10 + 5t$

דוגמה:

רוכב אופניים יצא לאימון בפארק על מסלול ישר. בתחילת הרכיבה ($t = 0$) הוא מתחיל לרכוב במהירות התחלתית של 3 מטר לשנייה בכיוון החיובי. לאחר 4 שניות הוא הגיע מהירות בגודל 15 מטר לשנייה.

בטא את מהירותו של הרוכב כפונקציה של הזמן.

$$V_0 = 3\text{m/s} , V = 15\text{m/s} , t = 4\text{s}$$

$$V(t) = ?$$

$$V = V_0 + at$$

$$V = 3 + at$$

$$a = ?$$

$$15 = 3 + a \cdot 4$$

$$4a = 12 \quad /: 4$$

$$a = 3\text{m/s}^2$$

$$V(t) = 3 + 3t$$

שיעורי בית 3

קישור -

<https://docs.google.com/document/d/1NwZIJ9NVYHJrhntz5KZXGcZkyEIBGI0OGTQw37Hpwi4/edit?usp=sharing>