

תנועה שוות תאוצה

איליה וינקור

bagrut.blogspot.com

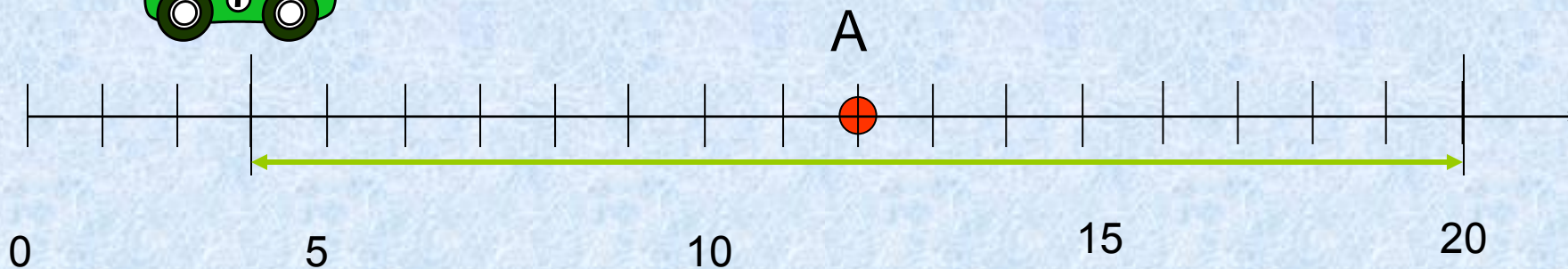
bagrut@gmail.com

מהירות רגעית



$$t = 8 \text{ sec}$$

$$\Delta \vec{x} = 16 \text{ m}$$



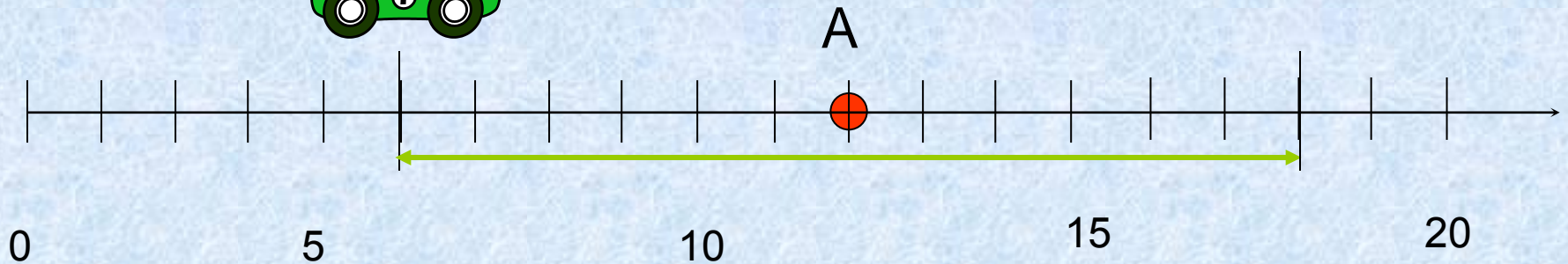
$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{16}{8} = 2 \text{ m/s}$$

מהירות רגעית



$$t = 5 \text{ sec}$$

$$\Delta \vec{x} = 12 \text{ m}$$



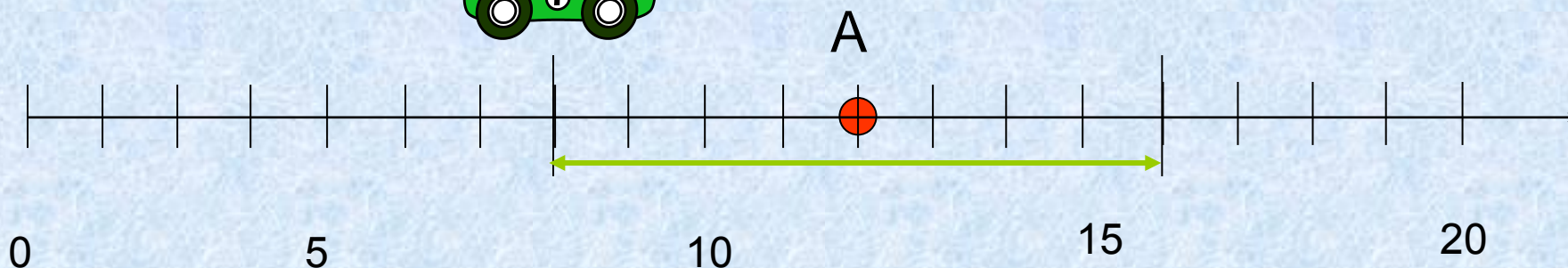
$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{12}{5} = 2.4 \text{ m/s}$$

מהירות רגעית



$$t = 3 \text{ sec}$$

$$\Delta \vec{x} = 8 \text{ m}$$



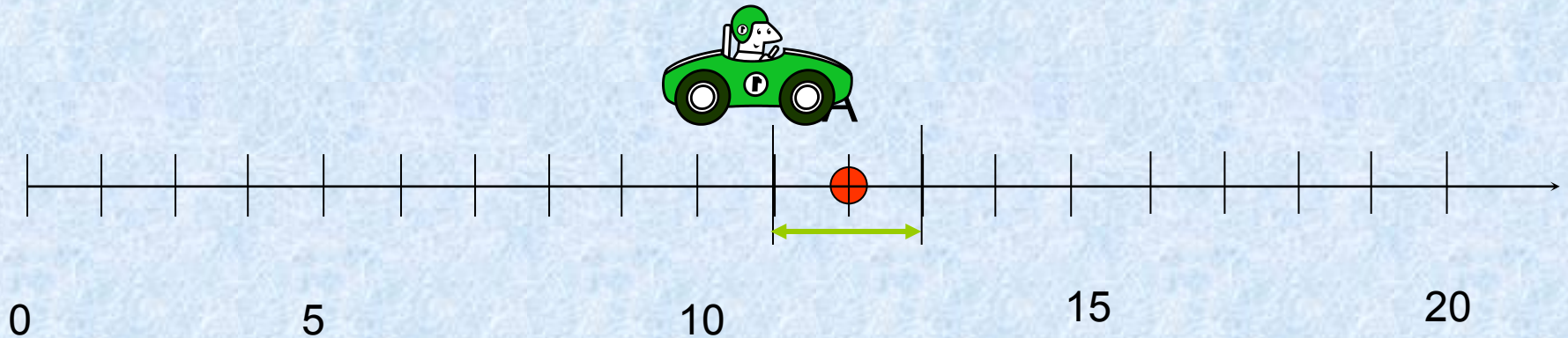
$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{8}{3} = 2.67 \text{ m/s}$$

מהירות רגעית



$$t = 0.6 \text{ sec}$$

$$\Delta \vec{x} = 2 \text{ m}$$



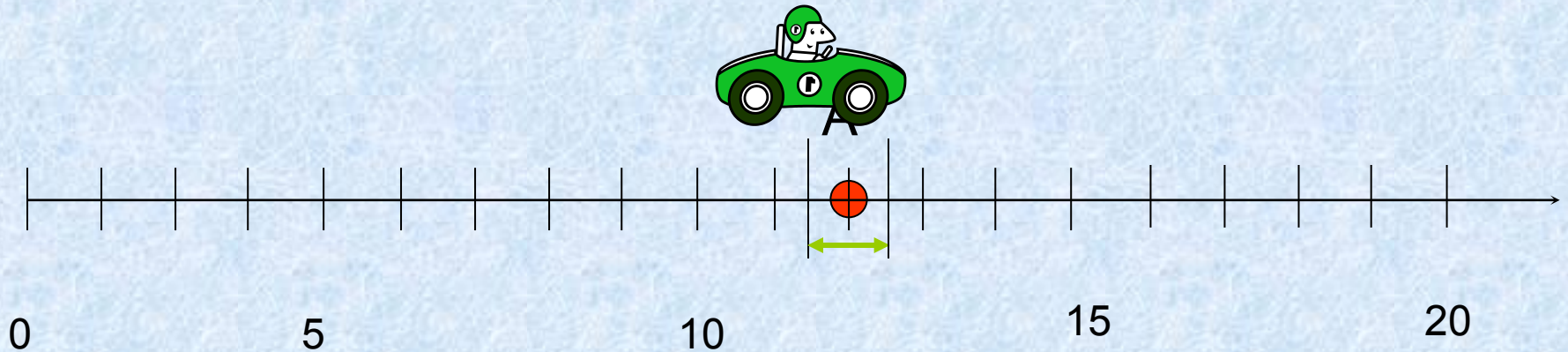
$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{2}{0.6} = 3.33 \text{ m/s}$$

מהירות רגעית



$$t = 0.2 \text{ sec}$$

$$\Delta \vec{x} = 1 \text{ m}$$



$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ m/s}$$

מהירות רגעית



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

רגעית

$$\frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \approx \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

תאוצה ממוצעת

$$\text{תאוצה} = \frac{\text{שינוי מהירות}}{\text{שינוי זמן}}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\vec{v}_{\text{סופי}} - \vec{v}_{\text{תחילתי}}}{t_{\text{סופי}} - t_{\text{תחילתי}}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$[a] = \left[\frac{m}{\frac{s}{s}} \right] = \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

תאוצה של 1 m/sec^2 היא תאוצה שבה גוף משנה את מהירותו ב- 1 m/s בכל שניה של תנועתו

תאוצה רגעית

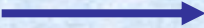
בצורה דומה להגדרת המהירות הרגעית v כערך הגבול של מנת השינוי בהעתק בפרק הזמן, כאשר פרק הזמן שואף ל-0, הוגדרה התאוצה הרגעית:

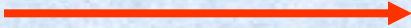
$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

תאוצה רגעית

ערך הגבול של מנת השינוי במהירות בפרק הזמן, כאשר פרק הזמן שואף ל-0.

1. מהירות חיובית, תאוצה חיובית

$$\vec{v}_1 = 1 \frac{m}{s}$$


$$\vec{v}_2 = 3 \frac{m}{s}$$


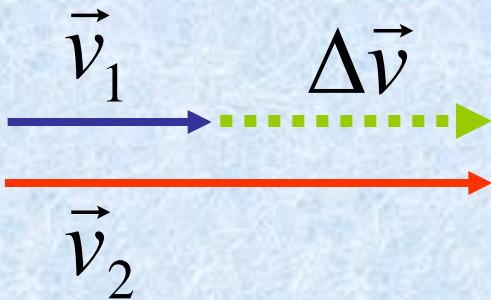


x



מהירות חיובית (ימינה) וגדלה בערך מוחלט

הפרש מהירויות חיובי, לכן תאוצה חיובית



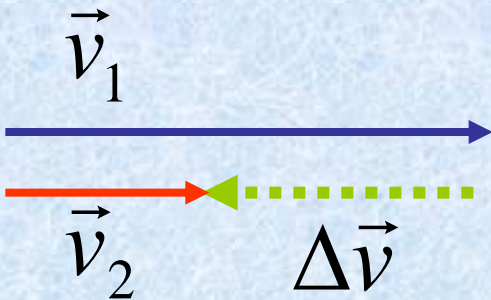
$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} > 0$$

2. מהירות חיובית, תאוצה שלילית



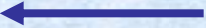
מהירות חיובית (ימינה) קטנה בערך, מוחלט

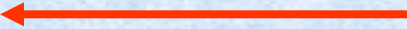
הפרש מהירויות שלילית, לכן תאוצה שלילית



$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} < 0$$

3. מהירות שלילית, תאוצה שלילית

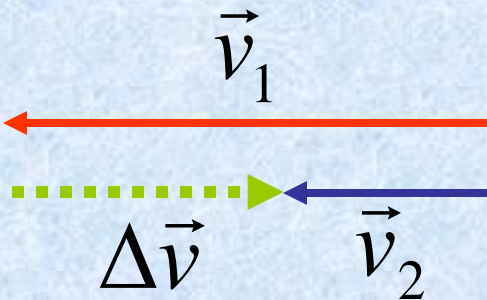
$$\vec{v}_2 = -1 \frac{m}{s}$$


$$\vec{v}_1 = -3 \frac{m}{s}$$




מהירות שלילית (שמאלה) וקטנה בערך מוחלט

הפרש מהירויות חיובי, לכן תאוצה חיובית



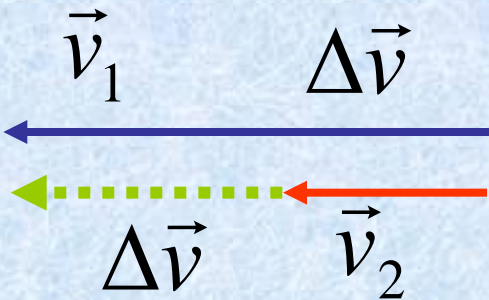
$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} > 0$$

4. מהירות שלילית, תאוצה חיובית



מהירות שלילית (שמאלה) וגדלה בערך מוחלט

הפרש מהירויות שלילית, לכן תאוצה שלילית



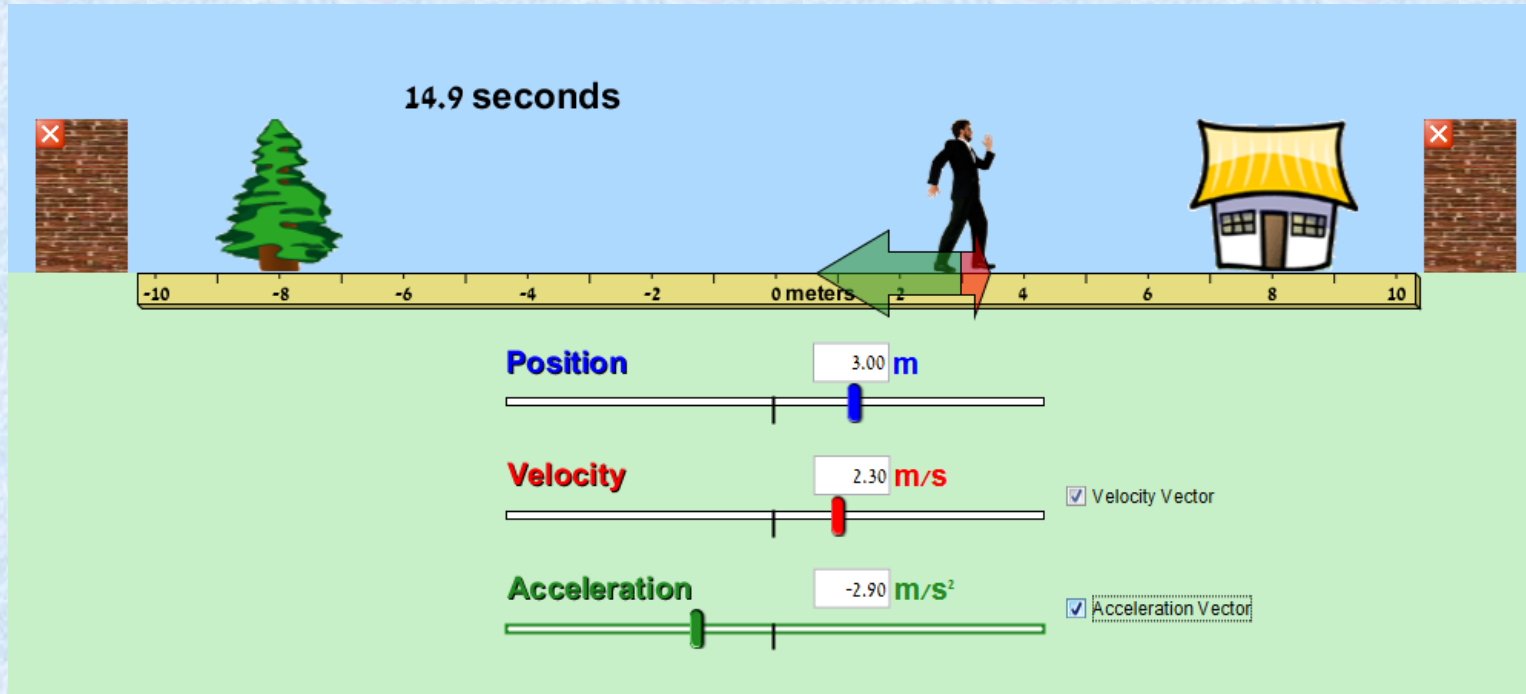
$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} < 0$$

תאוצה חיובית ושלילית סיכום

כאשר מהירות ותאוצה באותו כיוון – גודל (ערך מוחלט) של המהירות גדל.

כאשר מהירות ותאוצה מנוגדות בכיוונים – גודל (ערך מוחלט) של המהירות קטן.

הדמיה כיוון מהירות ותאוצה



<http://phet.colorado.edu/en/simulation/moving-man>

תרגיל דוגמה של חישוב תאוצה

מכונית נוסעת בשטח עירוני במהירות של 54 קמ"ש. אחרי יציאה לכביש מהיר נהג מגביר את מהירותה של מכונית עד 90 קמ"ש במשך 10 שניות. מהי תאוצת המכונית

$$v_0 = 54 \text{ km/h}$$

$$v = 90 \text{ km/h}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

$$a = ?$$

$$v_0 = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/sec}$$

$$v = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/sec}$$

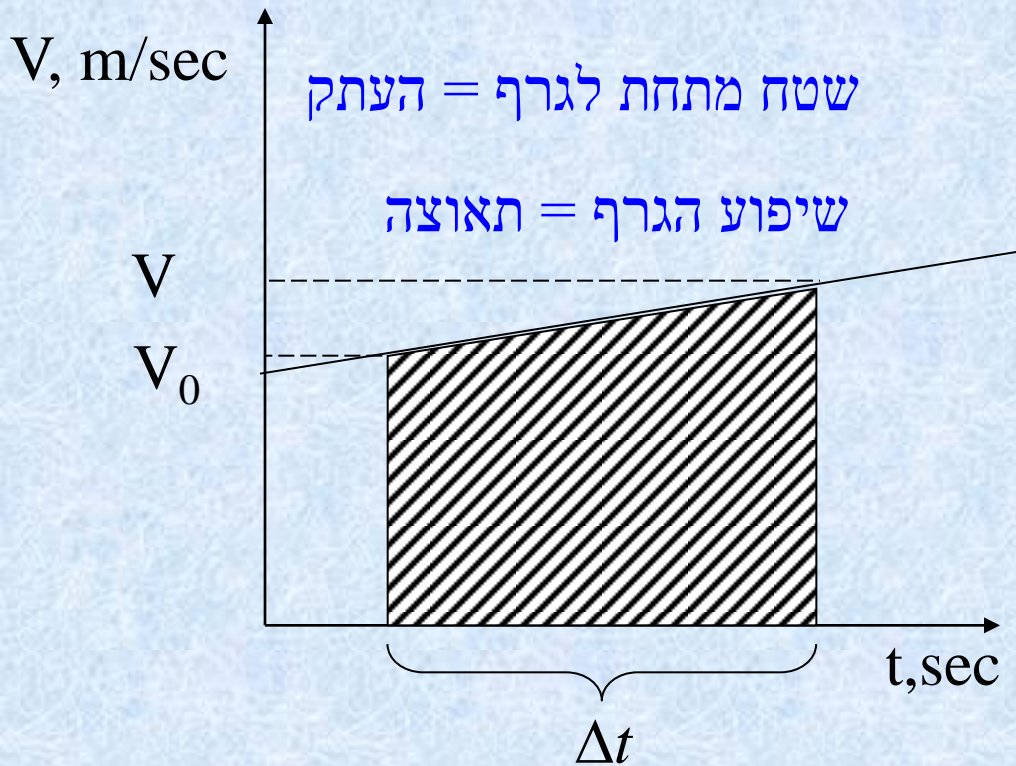
$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{25 - 15}{10} = 1 \text{ m/sec}^2$$

$$a = 1 \text{ m/sec}^2 \quad \underline{\text{תשובה:}}$$

תנועת שוות תאוצה – משוואת מהירות

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \implies \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \Delta t \quad (1)$$

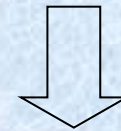
תנועת שוות תאוצה – משוואות העתק



שטח של טרפז

$$S = \frac{a + b}{2} \cdot h$$

$$\Delta \vec{x} = \frac{\vec{v} + \vec{v}_0}{2} \Delta t$$



3

$$\vec{x}(\vec{x}_0, \vec{v}_0, \vec{v}, \Delta t)$$

$$\Delta \vec{x} = \vec{x} - \vec{x}_0 = \frac{\vec{v} + \vec{v}_0}{2} \Delta t$$

תנועת שוות תאוצה – משוואות מיקום ללא זמן

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \Delta t = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\vec{a}}$$

$$\Delta \vec{x} = \frac{\vec{v} + \vec{v}_0}{2} \cdot \Delta t = \frac{\vec{v} + \vec{v}_0}{2} \cdot \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\vec{a}} = \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2\vec{a}}$$

$$\vec{x} = \vec{x}_0 + \Delta \vec{x}$$

$$\vec{x} = \vec{x}_0 + \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2\vec{a}}$$

4

$$\vec{x}(\vec{x}_0, \vec{v}_0, \vec{v}, \vec{a})$$

$$\vec{v}^2 = \vec{v}_0^2 + 2\vec{a}(\vec{x} - \vec{x}_0)$$

תנועת שוות תאוצה – משוואות תנועה

$$\Delta \vec{x} = \frac{\vec{v} + \vec{v}_0}{2} \Delta t$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \Delta t$$

$$\Delta \vec{x} = \frac{\vec{v}_0 + \vec{v}_0 + \vec{a} \Delta t}{2} \Delta t \Rightarrow \Delta \vec{x} = \vec{v}_0 \Delta t + \frac{\vec{a} \Delta t^2}{2}$$

$$\vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{v}_0 \Delta t + \frac{\vec{a} \Delta t^2}{2}$$

משוואת מיקום-זמן של תנועת שוות תאוצה – תלות מיקום בזמן, פונקציה ריבועית.

$$\vec{x}(\vec{x}_0, \vec{v}_0, \vec{a}, \Delta t)$$

2

תרגיל דוגמה לחישוב העתק בתנועת שוות תאוצה

מרחק שעוברת רכבת בבלימת חרום ממהירות של 108 קמ"ש עד עצירה הוא 40 מטר. מהי תאוצת הרכבת בזמן הבלימה?

$$v_0 = 108 \text{ km/h}$$

$$v = 0 \text{ km/h}$$

$$\Delta x = 50 \text{ m}$$

$$a = ?$$

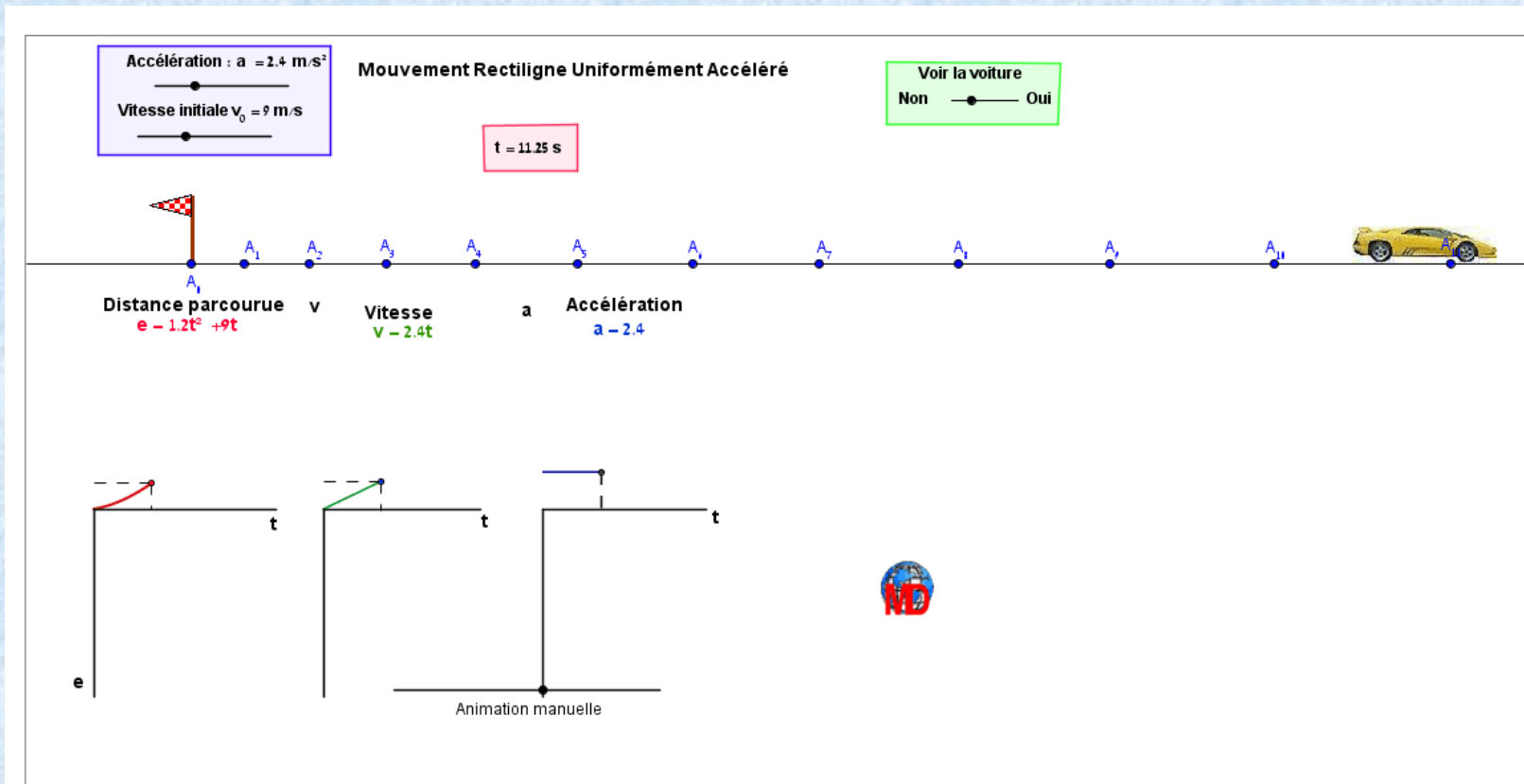
$$v_0 = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/sec}$$

$$\Delta \vec{x} = \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2\vec{a}}$$

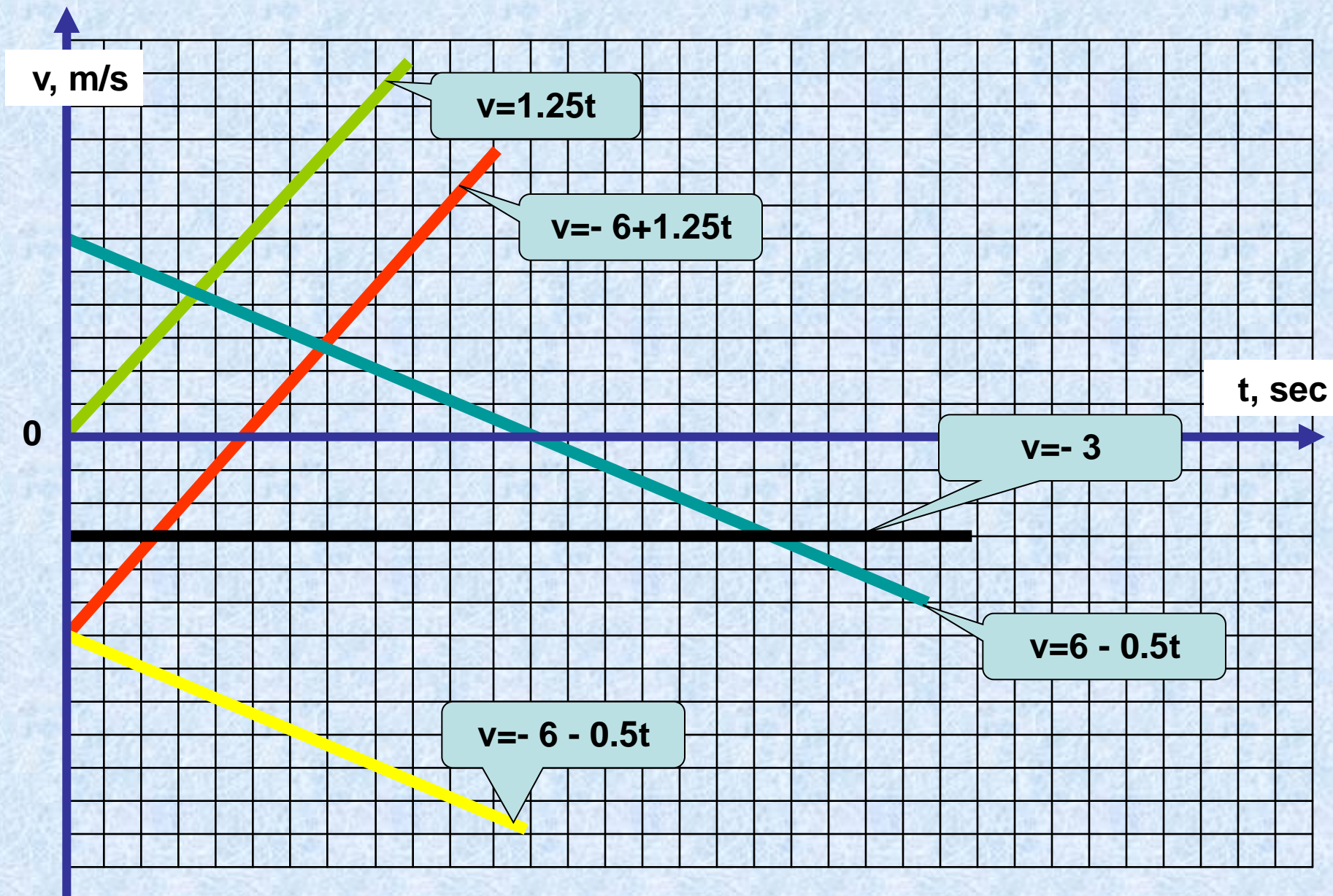
$$\vec{a} = \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2\Delta \vec{x}} = \frac{0 - 30}{2 \cdot 50} = \frac{-30}{100} = -0.3 \text{ m/sec}^2$$

$$a = -0.3 \text{ m/sec}^2 \quad \underline{\text{תשובה:}}$$

הדמיה

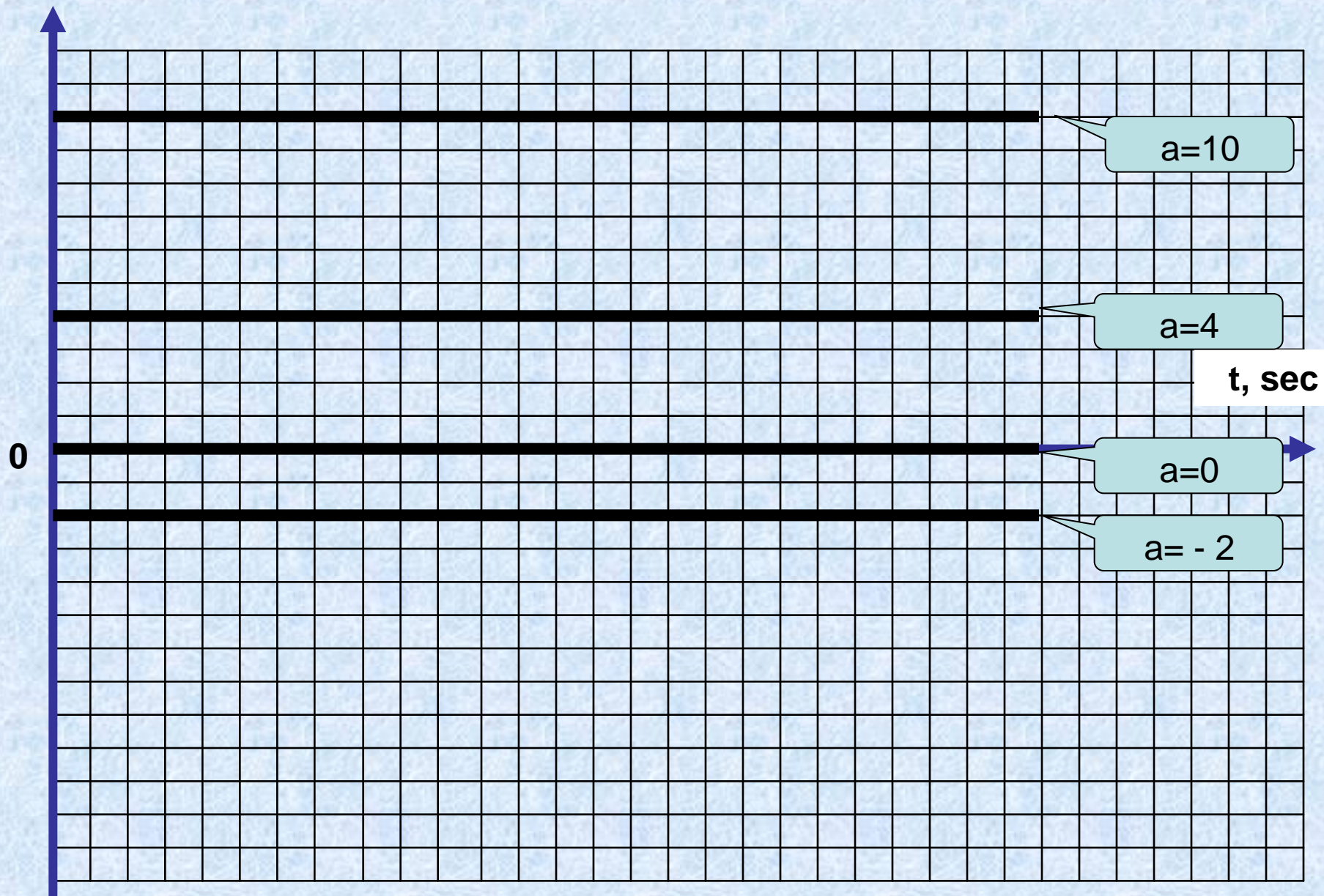


גרף מהירות – זמן בתנועה שוות תאוצה

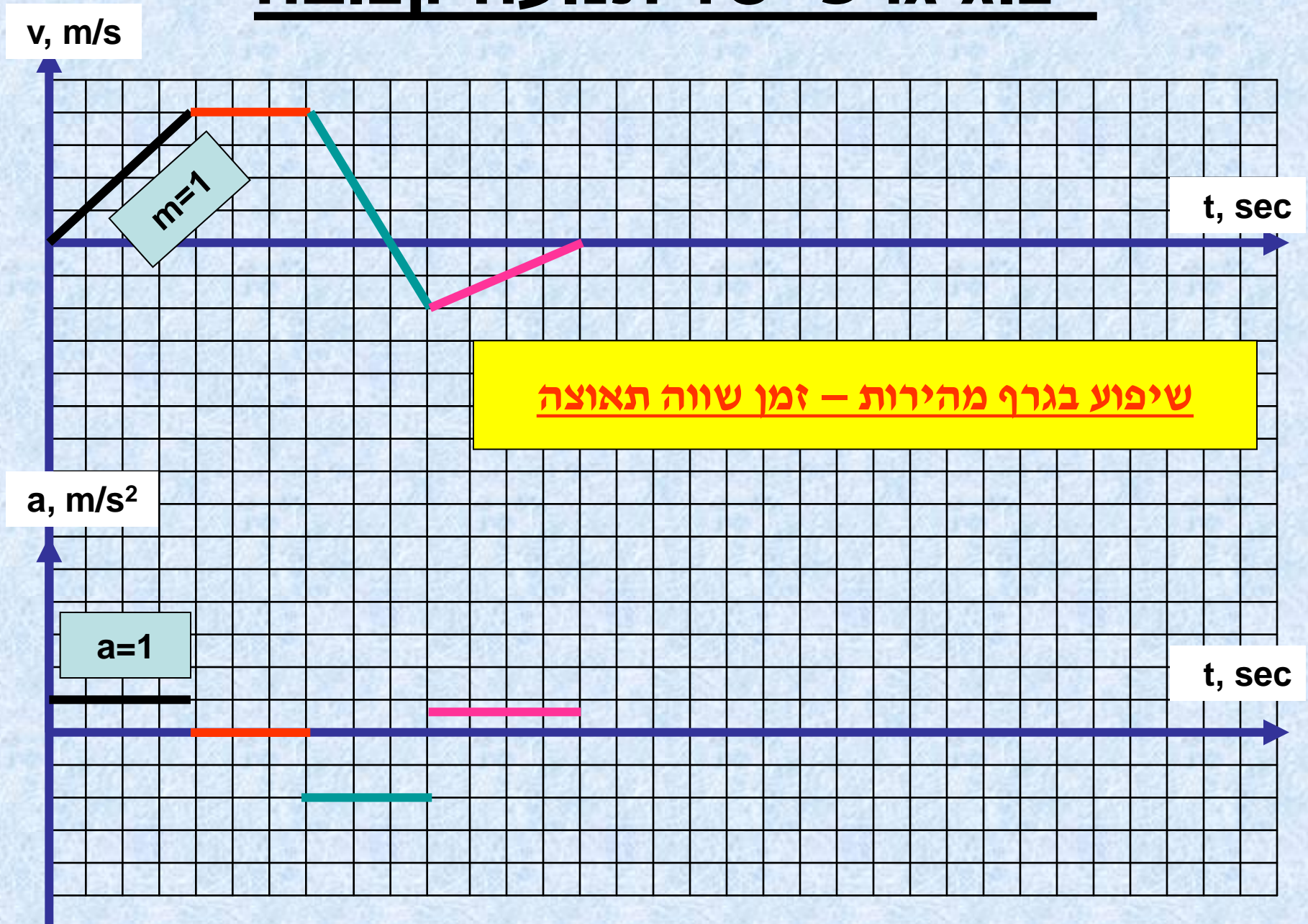


$a, \text{m/s}^2$

גרף תאוצה – זמן בתנועה קצובה

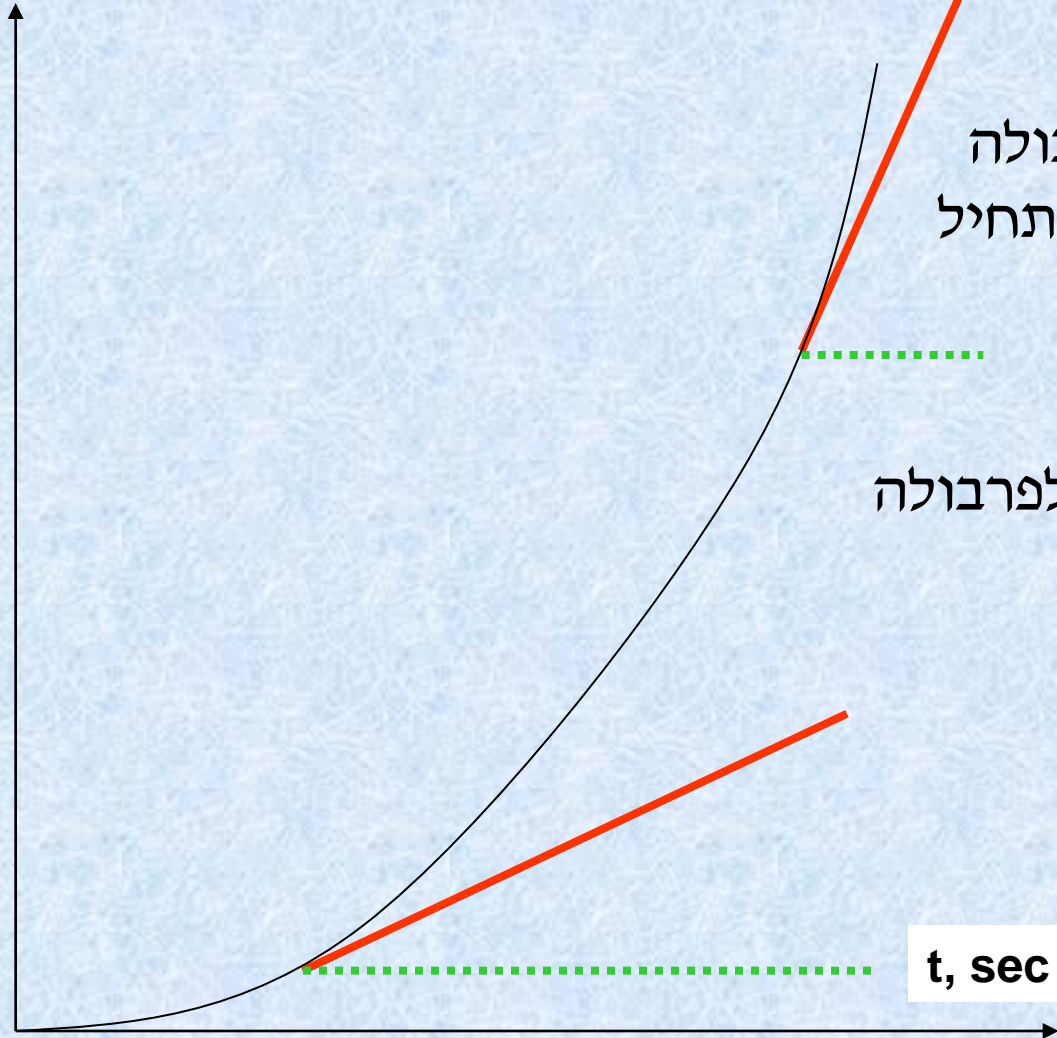


ייצוג גרפי של תנועה קצובה



שיפוע משיק (מתמטיקה)

x, m



משיק – קו ישר שיש לו רק
נקודה אחת משותפת עם עקומה

נבחר שתי נקודות אקראיות על פרבולה
בכל אחת מהנקודות נמקם קרן שתתחיל
בנקודה וכיוונה – בכיוון ימינה

בכל אחת מהנקודות נמקם משיק לפרבולה

t, sec

שיפוע משיק ומהירות

x, m

$$m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v \text{ (מהירות)}$$

לפי הגרף ניתן לראות שבמהלך הזמן שיפוע של משיק גדל

אז מהי המשמעות של השיפוע של משיק?

שיפוע של משיק בגרף מיקום-זמן = מהירות רגעית

מסקנה: שיפוע של משיק גדל במהלך הזמן, לכן המהירות גדלה

גרף עולה (מיקום גדל), לכן מהירות חיובית
מהירות גדלה (שיפוע משיק)

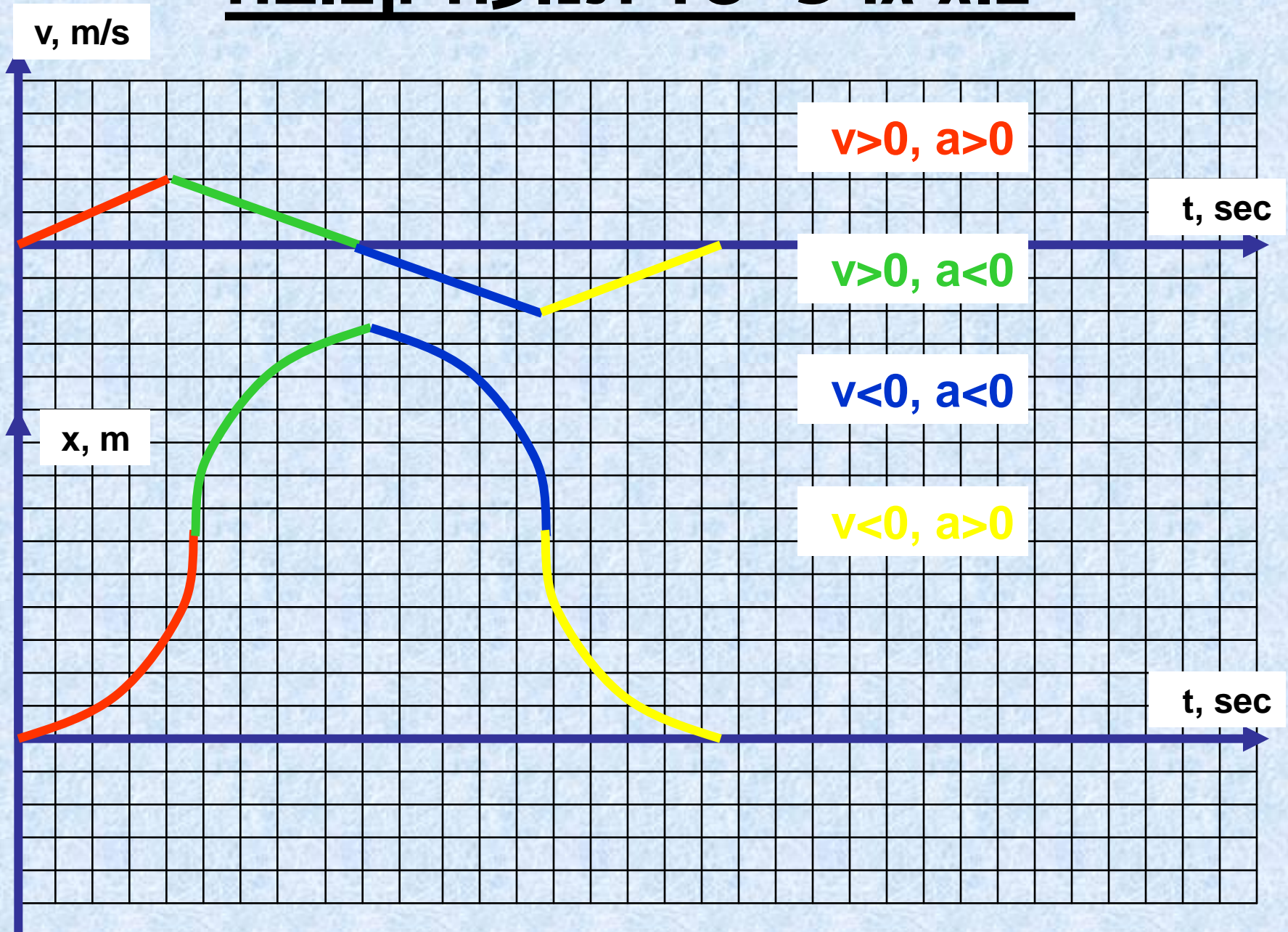
Δt

Δx

t, sec

אם מהירות חיובית וגדלה, אז תאוצה ומהירות באותו כיוון. לכן תאוצה חיובית.

ייצוג גרפי של תנועה קצובה



ייצוג גרפי של תנועת שוות תאוצה

מהירות חיובית (X גדל) וגודל המהירות גדל (שיפוע) - לכן תאוצה בכיוון המהירות - חיובית	מהירות חיובית (X גדל) וגודל המהירות קטן (שיפוע) - לכן תאוצה בכיוון מנוגד למהירות שלילית	מהירות שלילית (X קטן) וגודל המהירות גדל (שיפוע) - לכן תאוצה בכיוון המהירות - שלילית	מהירות שלילית (X קטן) וגודל המהירות קטן (שיפוע) - לכן תאוצה בכיוון מנוגד למהירות חיובית
---	---	---	---

