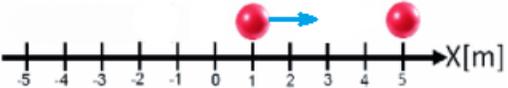
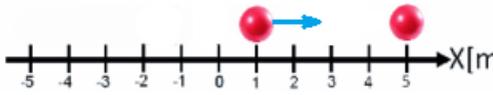


סיכום פסיפס קינמטיקה תנועה במהירות קבועה - הגדרות, דגשים והערות דוגמאות תקפות ואיך הגענו

<p>גודל פיזיקלי הוא תיאור כמותי (מספרי) של תכונות הגוף והשפעותיו. דוגמאות לגדלים פיזיקליים: מיקום, מסה, כוח, מהירות, תאוצה, זמן, אנרגיה. 1. הגודל הפיזיקלי מתואר ככפולה של יחידת מידה. יחידות המידה הבסיסיות הן: מטר וק"ג לשנייה. 2. כל שאר יחידות המידה בפיזיקה הן צירוף של יחידות המידה הבסיסיות.</p>	<p>גודל פיזיקלי יחידות מידה (Cube 1)</p>
<p>תחום בפיזיקה העוסק בתיאור התנועה. נעסוק בשני סוגי תנועות: תנועה במהירות קבועה ותנועה בתאוצה קבועה. דוגמה לתנועה במהירות קבועה - מכונית הנוסעת בקו ישר במהירות שגודלה קבוע. דוגמה לתנועה בתאוצה קבועה - גוף משוחרר ונופל בנפילה חופשית. 1. כדי לתאר את התנועה נשתמש בגדלים הפיזיקליים: מקום, זמן, מהירות ותאוצה. 2. לכל תנועה יש מיקום התחלתי, מיקום סופי וזמן תנועה. 3. בקינמטיקה בקו ישר עוסקים בשני סוגי תנועות עיקריות: מהירות קבועה ותאוצה קבועה.</p>	<p>קינמטיקה (Cube 1)</p>
<p>מיקום הוא גודל פיזיקלי המתאר את המיקום בו נמצא הגוף ביחס לציר תנועה נבחר. המיקום מסומן על-ידי X ונמדד ביחידות של מטר [m]. ערך המיקום יכול להיות שלילי. דוגמה: באיור הבא מתואר גוף שמיקומו ביחס לציר הוא $X=1m$.</p> 	<p>הגדרת המיקום (Cube 1)</p>
<p>העתק הוא גודל פיזיקלי המתאר את השינוי במיקום הגוף. ההעתק מסומן על-ידי ΔX ונמדד ביחידות של מטר [m]. ההעתק מוגדר בהתאם למיקום ההתחלתי X_0 ולמיקום הסופי X באופן הבא:</p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; margin: 10px 0;">$\Delta X = X - X_0$</div> <p>1. ההעתק הוא המרחק הקצר ביותר בין נקודת תחילת התנועה לנקודת סיום התנועה. בשונה מהעתק הדרך מתארת את כל אורך המסלול לאורכו נע הגוף. 2. מהגדרת ההעתק כאשר ערך המיקום הסופי קטן מערך המיקום ההתחלתי ההעתק הוא שלילי. לכן, כאשר הגוף נע נגד כיוון הציר העתק התנועה הוא שלילי.</p> <p>דוגמה: באיור הבא מתואר גוף הנע ממיקום $X=1m$ למיקום $X=5m$. נחשב את העתק תנועת הגוף:</p>  <p style="text-align: center;">$\Delta X = X - X_0 = 5 - 1 = 4m$</p>	<p>הגדרת ההעתק (Cube 1)</p>

סיכום פסיפס קינמטיקה בקו ישר – הגדרות, דגשים והערות דוגמאות תקפות ואיך הגענו

<p>אנליזת ממדים היא פעולת התבוננות ביחידות המידה של הביטוי הפיזיקלי, כדי לבחון את תקפות הביטוי. כשם שבחיי היום יום אין משמעות לחיבור, חיסור או השוואה בין עצמים או תיאורים שונים (כמו שלוש עגבניות פחות 2 תפוחים), כך גם בפיזיקה, ניתן לבצע פעולות חיבור, חיסור או השוואה רק בין גדלים פיזיקליים בעלי יחידות מידה זהות.</p> <p>דוגמה: המשוואה $X = V + t$ היא לא תקינה, כיוון שלא ניתן לחבר בין מהירות לזמן. שיחידות המידה של צידה הימני הן מטר ויחידות המידה של צידה השמאלי הן קילוגרם - המשוואה לא תקינה מבחינת יחידות המידה, ולכן לא ניתן להשתמש בה בפיזיקה.</p> <p>בשונה מהיום יום, בפיזיקה ניתן לבצע פעולות כפל וחילוק בין גדלים פיזיקליים שונים.</p> <p>כך למשל, ניתן להכפיל את מהירות הגוף בזמן התנועה.</p> <p>כל נוסחה, הגדרה, ביטוי או פונקציה בפיזיקה חייבים להיות תקינים מבחינת אנליזת ממדים.</p>	<p>אנליזת ממדים (Cube 2)</p>
<p>פעמים רבות הקשר בין הגדלים הפיזיקליים מאוד פשוט מבחינה לוגית, קיימים שני קשרים לוגיים נפוצים בפיזיקה: יחס ישר ויחס הפוך.</p> <p>קשר לוגי יחס ישר: אם Y תלוי ב-X כך שאם X גדל פי 2 גם Y גדל בדיוק פי 2 - אז Y תלוי ב-X ביחס ישר.</p> <p>דוגמה: תלמיד רכש חפיסות בוטנים, מספר הבוטנים שרכש תלוי ביחס ישר במספר החפיסות שנרכשו.</p> <p>קשר לוגי יחס הפוך: אם Y תלוי ב-X כך שאם X גדל פי 2 אז Y קטן בדיוק פי 2 - אז Y תלוי ב-X ביחס הפוך.</p> <p>דוגמה: תלמיד מעוניין לחלק בוטנים לחבריו בחלקה שווה. כמות הבוטנים שכל חבר יקבל תלויה ביחס הפוך במספר החברים.</p> <p>בעזרת הקשרים הלוגים הוגדרו חלק גדול מהגדלים הפיזיקליים.</p>	<p>יחס ישר ויחס הפוך (Cube 2)</p>
<p>המהירות היא גודל פיזיקלי המתאר את קצב השינוי במיקומו של הגוף. היא מסומנת על-ידי V ונמדדת ביחידות של מטר לשנייה $\left[\frac{m}{s}\right]$.</p> <p>המהירות מוגדרת בהתאם להעתק התנועה ולזמן התנועה, באופן הבא:</p> $V = \frac{\Delta X}{\Delta t}$ <p>המהירות מוגדרת באופן לוגי, ביחס ישר להעתק וביחס הפוך לזמן התנועה.</p> <p>2. משמעות המהירות: ההעתק שעובר הגוף בשנייה אחת.</p> <p>3. יחידות קמ"ש הן גם יחידות של מהירות, אבל הן יחידות לא תקינות. כדי לעבור מקמ"ש למטר לשנייה, יש לחלק ב-3.6.</p> <p>דוגמה: באיור הבא מתואר גוף הנע ממיקום $X=1m$ למיקום $X=5m$, במשך 2 שניות.</p>  <p>נחשב את מהירות הגוף:</p> $V = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{4}{2} = 2 \frac{m}{s}$	<p>הגדרת המהירות (Cube 3)</p>

יחידות
המהירות
קמ"ש
(Cube 3)

יחידות קמ"ש הן יחידות טכנולוגיות נפוצות. ראשי התיבות קמ"ש הן קילומטר לשעה.
מהירות הנמדדת ביחידות של קמ"ש מתארת את מספר הקילומטרים שעובר הגוף כל שעה .
לדוגמה: המשמעות של 90 קמ"ש היא שבכל שעה העתק התנועה הוא 90 ק"מ.

כדי לעבור מיחידות קמ"ש ליחידות מטר לשנייה יש לחלק את ערך המהירות הנתונה בקמ"ש ב 3.6 .

ב- 1 ק"מ יש 1000 מטרים ובשעה יש 3600 שניות. נבטא בהתאם מהירות של 1 קמ"ש ביחידות של מטר לשנייה.

$$1 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ממשוואה זו ניתן לקבוע שמהירות שגודלה 3.6 קמ"ש שווה למהירות של 1 מטר לשנייה, לכן כדי לעבור מקמ"ש למטר לשנייה יש לחלק את ערך המהירות ב- 3.6.

לדוגמה: גוף נע במהירות 90 קמ"ש נתאר את המהירות של הגוף ביחידות של מטר לשנייה.

$$V = 90 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = \frac{90}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1. בכל הביטויים בפיזיקה יש להשתמש ביחידות תקניות (מטר, ק"ג ושניה) ולא ביחידות טכנולוגיות.
אם נתונה מהירות ביחידות קמ"ש יש להמיר את ערכה ליחידות מטר לשנייה לפני הצבת ערך המהירות בביטוי הפיזיקלי.

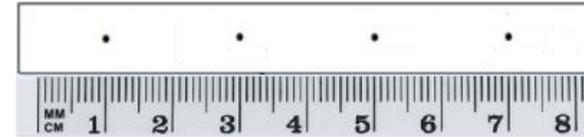
2. תלמידים נוטים לזכור את הערך 3.6, אך הם לא זוכרים אם לחלק ב- 3.6 או להכפיל ב- 3.6.
כיוון שאנחנו עוברים מיחידות קמ"ש ליחידות מטר לשנייה (ולא להיפך) יש לבצע פעולת חילוק ולא כפל.

3. בשאלות הבגרות היחידות של הערכים המתוארים בגרף נתונים לעתים ביחידות לא תקניות כמו קמ"ש.
לפני חישוב השיפוע של הישר ולפני הצבה בביטוי יש להמיר את הערכים הנתונים לערכים ביחידות תקניות.

בפיזיקה המהירות מתאר את ההעתק שהגוף עובר ביחידת זמן ולא את הדרך ביחידת זמן, גם כאשר המהירות נתונה ביחידות קמ"ש.

רשם זמן (Cube 3)

רשם זמן הוא התקן הפועל לתיאור התנועה, הוא מכיל נקר המסמן נקודות על פס נייר העובר דרכו כל פרק זמן קבוע. כדי לתאר את תנועת הגוף בעזרת רשם הזמן, יש לחבר צד אחד של פס הנייר לגוף הנע ואת הצד השני של פס הנייר להעביר דרך רשם הזמן כך שהנקודות המסומנות יתארו את תנועת הגוף.



כיוון שהמרחק בין הנקודות הוא קבוע ניתן לומר שהמכונית עובר באותם פרקי זמן את אותם המרחקים, לכן ניתן לקבוע שהמכונית נעה במהירות קבועה.

נחשב את מהירות המכונית בעזרת הנקודה הראשונה והאחרונה בפס הנייר. המרחק בין הנקודה הראשונה לאחרונה הוא 6 ס"מ, הזמן שעובר בין רגע סימון הנקודה הראשונה לרגע סימון הנקודה האחרונה הוא 0.06 שניות. לכן ניתן לומר שהמכונית נע לאורך 0.06 מטרים במשך 0.06 שניות, נחשב את מהירות המכונית בעזרת הגדרת המהירות.

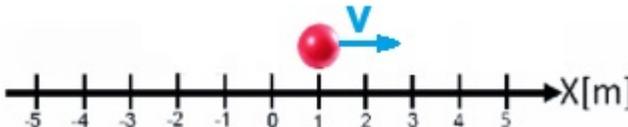
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.06}{0.06} = 1 \frac{m}{s}$$

לסיכום: בהתאם לפיזור הנקודות על פס הנייר ניתן לקבוע שהמכונית נעה במהירות קבועה שגודלה 1 מטר לשנייה.

1. זמן סימון הנקודה הוא זניח, לכן כדי לחשב את הזמן שעובר בין רגע סימון הנקודה הראשונה לרגע סימון הנקודה הרביעית יש להכפיל את הזמן שעובר בין סימון נקודה אחת לסימון הנקודה הבאה אחריה (0.02 שניות) במספר מרווחי הזמן (שלוש) ולא במספר הנקודות (ארבע).

2. כאשר גוף נע בתאוצה (מהירות משתנה בקצב קבוע) ניתן להשתמש בפס הנייר המתקבל מרשם הזמן כדי לחשב את מהירות המכונית בכל רגע וגם כדי לחשב את תאוצת הגוף, הנושא נלמד ב- Cube-7.

תדירות מתח החשמל בישראל היא 50 הרץ לכן רשמי הזמן הפועלים בישראל מבצעים 50 ניקורים בשנייה. בשאלות הבגרות העוסקות ברשם הזמן לרוב הרשמים מבצעים 50 ניקורים בשנייה, תיתכן שאלה עם רשם זמן המבצע מספר שונה של ניקורים בשנייה.

<p>הפונקציה מתארת את מיקומו של גוף הנע במהירות קבועה כתלות בזמן.</p> $X(t) = X_0 + V \cdot t$ <p>ניתן לפתח את הפונקציה מהגדרת המהירות.</p> <p>דוגמה: גוף נע במהירות קבועה שגודלה 2 מטר לשנייה ממיקום התחלתי $X_0 = 1m$. כמתואר באיור הבא:</p>  <p>נחשב את מיקום הגוף בעזרת פונקציית המקום-זמן כעבור 3 שניות מרגע תחילת תנועת הגוף:</p> $X(t) = X_0 + V \cdot t$ $X(2) = 1 + 2 \cdot 3 = 1 + 6 = 7m$ <p>לכן, כעבור 3 שניות מרגע תחילת התנועה הגוף מגיע למיקום $X = 7m$. הפונקציה מתאימה לתיאור תנועתו של גוף הנע במהירות קבועה בלבד.</p>	<p>פונקציית $X(t)$ (Cube 3)</p>
<p>מהירות ממוצעת היא מהירות קבועה המייצגת תנועה במהירות משתנה. אם נשתמש בהגדרת המהירות במקרה שבו גוף נע במהירות משתנה, נקבל מהירות קבועה המייצגת תנועה במהירות המשתנה. מהירות קבועה זו היא המהירות הממוצעת. המהירות הממוצעת מוגדרת לפי היחס שבין העתק התנועה הכולל לזמן התנועה הכולל:</p> $\bar{V} = \frac{\Delta X \text{ כולל}}{\Delta t \text{ כולל}}$ <p>במקרה מיוחד, כאשר גוף נע בשתי מהירויות שונות V_1 ו- V_2, בזמני תנועה זהים, המהירות הממוצעת שווה לממוצע חשבוני פשוט בין שתי מהירויות.</p> <p>דוגמה: מכונית נוסעת ממטולה לאילת לאורך 511 ק"מ במשך 5 שעות, נחשב את המהירות הממוצעת.</p> $\bar{V} = \frac{\Delta X \text{ כולל}}{\Delta t \text{ כולל}} = \frac{511,000}{5 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{511,000}{18,000} = 28.28 \frac{m}{s}$ <p>ניתן להשתמש בהגדרת המהירות הממוצעת לכל סוג תנועה.</p>	<p>הגדרת המהירות הממוצעת (Cube 4)</p>

**הגדרת המהירות
הרגעית**
(Cube 4)

המהירות הרגעית היא המהירות המתקבלת משימוש בהגדרת המהירות בזמן תנועה קטן. אם נשתמש בהגדרת המהירות, במקרה שבו זמן התנועה הוא מאוד קטן, המהירות המתקבלת מהגדרת המהירות נקראת "מהירות רגעית".

$$V = \frac{dx}{dt}$$

העתק תנועה קטן מסומן על-ידי dx , זמן תנועה קטן מסומן על-ידי dt .

דוגמה: אם נשתמש בהגדרת המהירות לתנועת מטוס מעל בניין, הערך המחושב יהיה מהירות המטוס ברגע שבו הוא חולף מעל הבניין.

ניתן להשתמש בהגדרת המהירות הרגעית רק לזמן תנועה קטן.

גרף מקום
כתלות בזמן

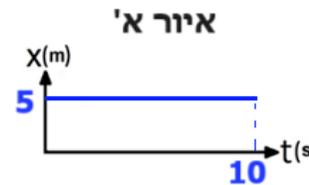
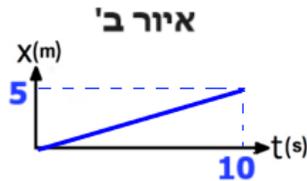
(Cube 5)

הגרף מתאר את מיקומו של הגוף בכל רגע. השיפוע בגרף מקום כתלות בזמן שווה למהירות הגוף. הוכחה: השיפוע בכל גרף שווה ליחס בין הפרש הערכים בציר האנכי להפרש הערכים בציר האופקי. בגרף מקום כתלות בזמן ביטוי השיפוע הוא:

$$\text{שיפוע} = \frac{X_1 - X_2}{t_1 - t_2} = \frac{\Delta X}{\Delta t}$$

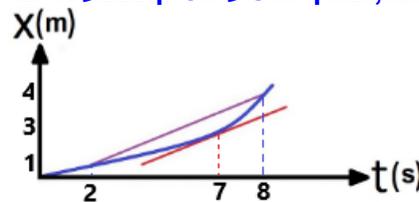
לכן מהגדרת המהירות $v = \frac{\Delta X}{\Delta t}$ ערך השיפוע בגרף מקום כתלות בזמן שווה למהירות הגוף.

דוגמה: שני הגרפים הבאים מתארים את תנועתם של שני גופים, תנועת גוף א' מתוארת באיור א' ותנועת גוף ב' מתוארת באיור ב'.



איור א' מתאר גוף הנמצא במיקום $X=5m$ במשך 10 שניות. הגוף לא זז. מהירותו שווה לאפס, שיפוע הגרף שווה לאפס. איור ב' מתאר גוף הנע במהירות קבועה, במשך 10 שניות הגוף נע מראשית הציר למיקום $X=5m$, מהירותו 2 מטר לשנייה, שיפוע הגרף שווה ל 2 מטר לשנייה.

שיפוע משיק ברגע מסוים שווה למהירות הרגעית באותו רגע. ושיפוע מיתר בזמן תנועה מסוים שווה למהירות הממוצעת באותו זמן. לדוגמה: הגרף הבא מתאר גוף הנע במהירות משתנה, בגרף מופיע משיק בצבע אדום ומיתר בצבע סגול.



ערך שיפוע המשיק שווה למהירות הגוף ברגע $t=7s$ ושיפוע המיתר שווה למהירות הממוצעת מרגע $t=2s$ ועד רגע $t=8s$.

בכל סוג תנועה ערך השיפוע בגרף מקום כתלות בזמן שווה למהירות הגוף.

תנועת שני גופים הנעים במהירויות קבועות

(Cube 6)

בשאלות העוסקות בתנועת שני גופים יש למצוא את זמן המפגש ואת מקום המפגש. כדי להבחין בין זמן התנועה באופן כללי לזמן תנועת הגופים עד למפגש, מומלץ לסמן את זמן המפגש ע"י t' . ברגע המפגש שני הגופים נמצאים באותו מקום, לכן כדי למצוא את זמן התנועה עד למפגש יש להשוות בין פונקציות המקום-זמן. נעסוק בשני מקרים של תנועת שני גופים:

- א. תנועת גופים בזמני תנועה זהים (גופים התחילו לנוע יחד בו זמנית).
- ב. ותנועת גופים בזמני תנועה שונים (גופים שהתחילו לנוע בזמני תנועה שונים).

א. כאשר זמני התנועה זהים – כדי למצוא את זמן המפגש ומקום המפגש, יש לבצע את הפעולות הבאות:

1. כתיבת פונקציית מקום-זמן לכל אחד מהגופים, כתלות ב- t .
2. השוואת פונקציות המקום-זמן ברגע המפגש t' .
3. מציאת זמן המפגש t' מפתרון המשוואה בנעלם אחד.
4. מציאת מקום המפגש מהצבת זמן המפגש באחת מפונקציות המקום-זמן.

דוגמה: שני גופים נעים בתנועות שונות, נתוני תנועתם:

$$\begin{array}{ll} x_{0_2} = -2m & x_{0_1} = -5m \\ v_2 = 1.33 \frac{m}{s} & v_1 = 2 \frac{m}{s} \end{array}$$

נכתוב פונקציית מקום-זמן לכל אחד משני הגופים:

$$x_2(t) = -2 + 1.33t \quad x_1(t) = -5 + 2t$$

נשווה בין פונקציות המקום-זמן ברגע המפגש:

$$x_1(t') = x_2(t')$$

$$-5 + 2t' = -2 + 1.33t'$$

נמצא את זמן המפגש, מפתרון המשוואה:

$$t' = \frac{3}{0.66} = 4.54s$$

נמצא את מקום המפגש, מהצבת זמן המפגש t' באחת מפונקציות המקום-זמן:

$$x_2(4.54) = -2 + 1.33 \cdot (4.54) = 4.03m$$

ב. כאשר זמני התנועה שונים – כדי למצוא את זמן המפגש ומקום המפגש, יש לבצע את הפעולות הבאות:

תנועת שני גופים
הנעים במהירויות
קבועות

(Cube 6)

1. כתיבת פונקציית מקום-זמן לגוף 1 כתלות ב- t_1 ולגוף 2 כתלות ב- t_2 .
2. השוואת פונקציות מקום-זמן ברגע המפגש, מתקבלת משוואה עם שני נעלמים: t_1' ו- t_2' .
3. משוואה נוספת עם אותם הנעלמים: t_1' ו- t_2' מתקבלת מהתאם להפרש בזמני תחילת התנועות.
4. מציאת זמן התנועה של כל אחד מהגופים מרגע תחילת תנועתו ועד לרגע המפגש $t_1' - t_2'$.
5. מציאת מקום המפגש מהצבת זמן המפגש בפונקציית מקום-זמן המתאימה.

דוגמה: שני גופים נעים בתנועות שונות ובהפרש זמנים, גוף 1 מתחיל לנוע 1.875 שניות לפני תחילת תנועת גוף 2.
נתוני תנועת הכדורים:

$$X_{0_1} = -5\text{m} \quad X_{0_2} = 5\text{m}$$

$$V_1 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad V_2 = -1.33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

נכתוב את פונקציית המקום-זמן לכל כדור:

$$X_1(t_1) = -5 + 2t_1 \quad X_2(t_2) = 5 - 1.33t_2$$

נשווה בין פונקציות המקום-זמן ברגע המפגש:

$$X_1(t_1') = X_2(t_2')$$

$$-5 + 2t_1' = 5 - 1.33t_2'$$

משוואת זמנים נוספת מתקבלת מההפרש בזמני תחילת תנועת הכדורים:

$$t_1' = t_2' + 1.875$$

קבלנו שתי משוואות בשני נעלמים, ניתן לפתור אותן ולמצוא את זמן תנועת כל גוף מרגע תחילת תנועתו ועד לרגע המפגש.

$$t_1' = 3.75\text{s}$$

הזמנים המתקבלים הם:

$$t_2' = 1.875\text{s}$$

נחשב את מקום המפגש בעזרת הצבת זמן התנועה של אחד הכדורים בפונקציית המקום-זמן של אותו כדור:

$$X_2(t_2') = 5 - 1.33t_2'$$

$$X_2(1.875) = 5 - 1.33 \cdot 1.875 = 2.5\text{m}$$

ניתן לבצע פעולות דומות למציאת מקום וזמן המפגש גם כאשר הגופים נעים בתנועה במהירות משתנה (בתאוצה).

