

רון הדר



פיזיקה מכניקה

הכנה ותרגול לבגרות
שאלון מספר 036361

קישור לתכנית הלימודים

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/
Phizika/TochnitLimudim/tochnitlimudim.htm](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Phizika/TochnitLimudim/tochnitlimudim.htm)



רכס

פרויקטים חינוכיים בע"מ

מיקוד בפיזיקה מכניקה

רון הדר

הכנה ותרגול לבגרות

שאלון מספר 036361

קרא והעיר: שוקי זכאי

© 2020 כל הזכויות שמורות

לרכס פרויקטים חינוכיים בע"מ ולמחבר

Printed in Israel 2020

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר, כל חלק שהוא מספר זה. שימוש מסחרי, מכל סוג שהוא, בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מן המו"ל.

רכס פרויקטים חינוכיים בע"מ

ת"ד 324 קדימה 6092000

טלפון 073-2550000 פקס. 073-2550055

כתובתנו באינטרנט: www.reches.co.il

E-mail: main@reches.co.il

עשינו כמיטב יכולתנו לאתר את בעלי הזכויות של כל החומר ממקורות חיצוניים. אנו מתנצלים על כל השמטה או טעות. אם יובא הדבר לידיעתנו נפעל לתקנו במהדורות הבאות.

רכס עושה כל שביכולתה כדי למנוע הופעת טעויות בספריה על אף זאת טעויות עלולות להופיע.
כל טעות שתובא לידיעתנו תקבל מענה באתר רכס www.reches.co.il

מסת"ב 1-401-558-965-978 ISBN

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

תוכן העניינים

5	פתח דבר.....
7	מיפוי שאלות לפי נושאים.....
9	פרק 1 - וקטורים.....
13	פרק 2 - קינמטיקה.....
33	פרק 3 - דינמיקה, כוחות וחוקי ניוטון.....
46	פרק 4 - עבודה ואנרגיה.....
58	פרק 5 - מתקף ותנע.....
71	פרק 6 - תנועה מעגלית.....
82	פרק 7 - כבידה (גרביטציה).....
96	פרק 8 - תנועה הרמונית פשוטה.....
107	מבחן 1.....
125	מבחן 2.....
141	מבחן 3.....
157	מבחן 4.....
175	מבחן 5.....
192	מבחן 6.....
207	מבחן 7.....
224	מבחן 8.....
241	מבחן 9.....
259	מבחן 10.....
276	מבחן 11.....
291	מבחן 12.....
306	מבחן 13.....
322	מבחן 14.....
337	מבחן 15.....
352	מבחן 16.....
367	מבחן 17.....
385	שאלות נוספות בכבידה ובתנועה הרמונית.....
401	נוסחאות ונתונים בפיזיקה.....

פתח דבר

לתלמידים ולמורים

ספר זה מיועד לתלמידי פיזיקה אינטרניים ואקסטרניים, המתכוננים לגשת לבחינת הבגרות **במכניקה**, שאלון מספר 036361, וכן למורים הזקוקים למאגר של בחינות מתכונת מעודכנות.

הספר מעודכן לתוכנית הלימודים של משרד החינוך בהתאם למבנה הבחינה לקיץ 2020, וכולל את עיקרי חומר הלימוד לפי הפרקים השונים, כולל דוגמאות והסברים. כמו כן בספר 17 בחינות מתכונת מעודכנות, הכוללות יותר מ-100 שאלות. לכל אחת מהשאלות שבבחינות המתכונת ניתן פתרון מלא ומנומק בהתאם לדרישות הפיקוח על הוראת הפיזיקה ובהתאם למחווים של הערכת הבחינות בשנים האחרונות.

השאלות כוללות את כל רמות החשיבה הנדרשות מהתלמידים, החל ברמה של ידע וכלה ברמות חשיבה והבנה גבוהות. רוב השאלות מתאפיינות ברמת קושי מדורגת מהקלה לקשה. השאלות שבבחינות נכתבו במהלך השנים הרבות שבהן כתבתי בחינות לתלמידיי, ושופרו במשך השנים בעקבות בדיקת התשובות של התלמידים.

תודות:

- לצוות של רכס על התמיכה ועל הליווי.
- לשוקי זכאי על הערותיו החכמות.
- לרוני ברק ושחר ידין על תיקון הטעויות.
- לאשתי מיכל ולילדיי על הסבלנות.
- לתלמידיי במשך השנים שמהם למדתי יותר מכולם.

רון הדר

מיפוי שאלות לפי נושא

מיפוי השאלות לפי נושא

קינמטיקה									
תנועה לאורך קו ישר					תנועה במישור				
מבחן	3	9	15	17	5	7	10	13	14
שאלה	1	1	1	1	1	1	1	1	1

דינמיקה														
תנועת מעלית														
מבחן	7	11	12	16	1	2	4	5	6	8	9	10	11	12
שאלה	2	2	2	1	2	1	1	2	2	3	2	2	1	2

דינמיקה							
מישור משופע							
מבחן	1	2	6	8	9	13	17
שאלה	1	2	1	1	3	2	2

חוקי שימור				
אנרגיה ללא תנע				
מבחן	1	4	7	15
שאלה	4	4	4	4

חוקי שימור														
תנע ואנרגיה														
מבחן	2	3	3	4	5	6	8	10	11	12	13	14	15	16
שאלה	4	2	3	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4

תנועה מעגלית																
לא קצובה					קצובה											
מבחן	2	4	3	5	6	7	8	10	11	12	14	16	17	1	3	9
שאלה	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	4	3

תנועה הרמונית																
מטוטלת פשוטה																
מבחן	1	3	6	8	9	10	11	12	14	15	16	17	2	4	5	7
שאלה	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

כבידה																
ללא אנרגיה							כולל אנרגיה									
מבחן	2	3	5	7	8	9	11	13	14	16	17	1	4	6	10	12
שאלה	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

פרק 1 - וקטורים

המושגים שאנחנו נתקלים בהם בלימוד הפיזיקה נחלקים לשתי קבוצות.

- סקלרים: מושגים המתארים כמות בלבד, כמו מסה, זמן, טמפרטורה ואנרגיה.
- וקטורים: מושגים שאפשר לייחס להם כמות וכיוון, כמו כוח, מהירות, תאוצה וכדומה.

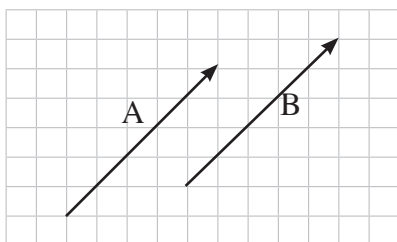
הדרך הפשוטה ביותר לתאר וקטור היא בחץ. אורך החץ מסמל את הכמות, וכיוון החץ מסמל את כיוון הווקטור. למשל מהירות של 8 מטרים לשנייה ימינה תתואר כך:

$$\xrightarrow{8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

הסימון המקובל לווקטור הוא האות המתאימה עם חץ מעליה, או באות מודגשת. לדוגמה: הווקטור $\vec{A}$ או $\vec{A}$.

פעולות חשבון בווקטורים

שוויון וקטורים

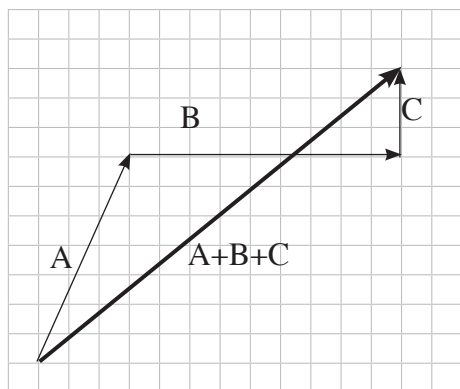


שני וקטורים שווים אם הם שווים בגודלם ובכיוונם. בתרשים שלהלן $\vec{A} = \vec{B}$. כלומר, מותר להעתיק וקטור "העתקה מקבילה".

חיבור וקטורים

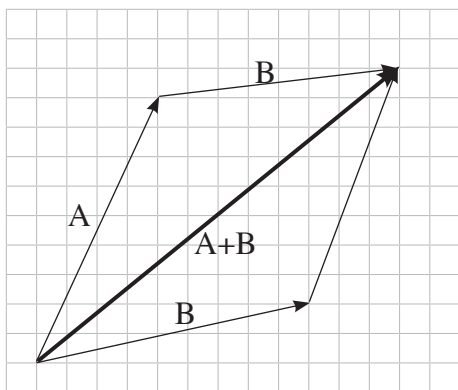
חיבור וקטורים יכול להיעשות בשתי דרכים.

1. חיבור וקטורים **בשיטת השרשרת** (הנקראת גם שיטת המצולע). כדי לחבר מספר וקטורים, מעתיקים אותם העתקה מקבילה בשרשרת, כך שראשיתו של וקטור מתלכדת עם סופו של הווקטור הקודם לו. לסדר החיבור אין חשיבות. ראו בתרשים שלפניכם:



2. חיבור שני וקטורים בשיטת המקבילית.

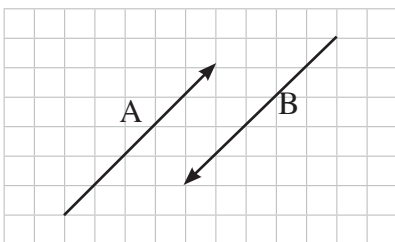
מעתיקים את שני הווקטורים לראשית משותפת, כך שנוצרת מקבילית. תוצאת החיבור היא אלכסון המקבילית, היוצא מהראשית המשותפת. ראו בתרשים שלפניכם:



חיסור וקטורים

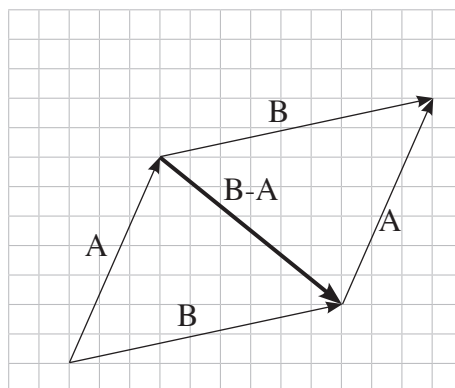
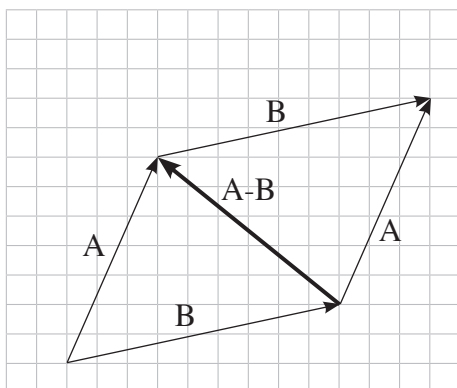
וקטור נגדי: וקטור נגדי הוא וקטור השווה בגודלו לווקטור הנתון ומנוגד לו בכיוונו. ראו בתרשים

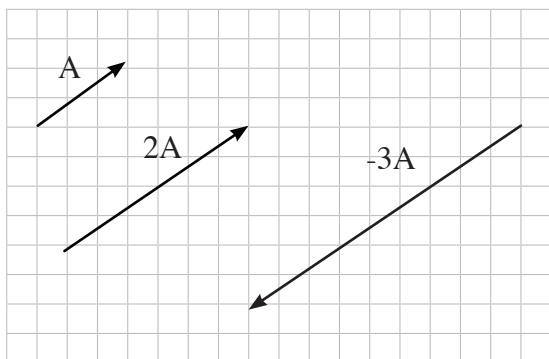
שלפניכם:



חיסור וקטור הוא חיבור הווקטור הנגדי $\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$. בדרך כלל קל יותר לחסר וקטורים בשיטת

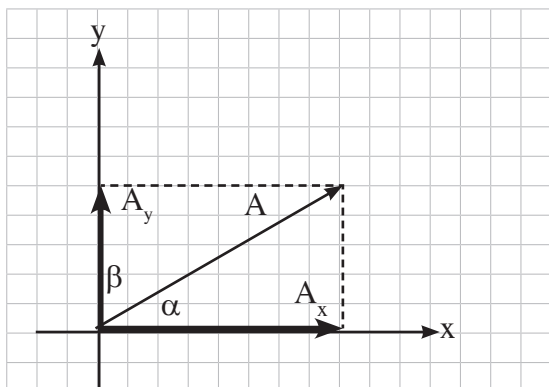
המקבילית. הפרש הווקטורים הוא האלכסון השני של המקבילית: ראו בתרשים שלפניכם:





כפל וקטור בסקלר

כאשר מכפילים וקטור בסקלר חיובי, יש להכפיל בסקלר את אורך הווקטור בלי לשנות את כיוונו. כאשר מכפילים וקטור בסקלר שלילי, יש להכפיל בסקלר את אורך הווקטור ולהפוך את כיוונו.



הפרדה ישרת זווית - פירוק וקטור לרכיבים

ברוב המקרים קל יותר לבצע פעולות חשבון בווקטורים על ידי פירוקם לרכיבים במערכת צירים.

רכיב ה-x של וקטור A יסומן ב- A_x , ורכיב ה-y של וקטור A יסומן ב- A_y .

אם α היא הזווית בין הווקטור לבין ציר ה-x, אז

$$A_x = A \cos \alpha$$

$$A_y = A \sin \alpha$$

ואם β היא הזווית בין הווקטור לבין ציר ה-y, אז

$$A_y = A \cos \beta$$

$$A_x = A \sin \beta$$

חיבור מספר וקטורים ומציאת הווקטור השקול

כאשר מחברים מספר וקטורים באותה מערכת צירים, מפרקים כל אחד מהם לשני רכיבים, האחד בכיוון ציר ה-x, והאחר בכיוון ציר ה-y. לאחר מכן מחברים בנפרד את כל רכיבי ה-x ובנפרד את כל רכיבי ה-y.

כך מתקבלים רכיבי וקטור הסכום - "רכיב הסכום הוא סכום הרכיבים".

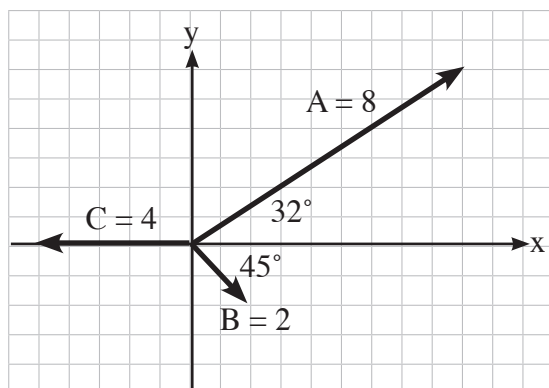
כדי לבנות את וקטור הסכום לאחר שמצאנו את רכיביו, משתמשים במשפט פיתגורס כדי למצוא את

$$|\vec{U}| = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} : |\vec{U}| \text{ אורך הווקטור השקול}$$

ומשתמשים בהגדרת הטנגנס $\tan \alpha = \frac{U_y}{U_x}$ כדי למצוא את הזווית בין הווקטור השקול לבין ציר ה-x. כך יוצרים את וקטור הסכום.

לדוגמה: נחבר את שלושת הווקטורים A, B, C ביחידות שרירותיות.

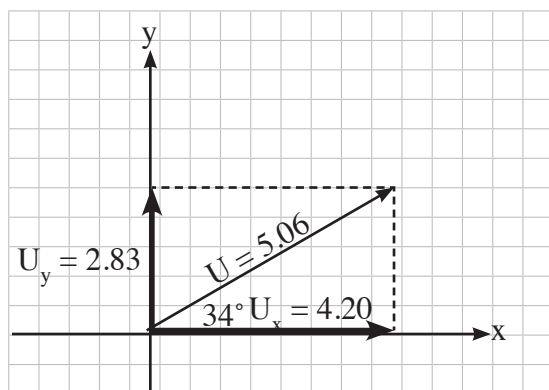
$$\vec{U} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$$



$$U_x = A_x + B_x + C_x = 8\cos 32^\circ + 2\cos 45^\circ - 4 = 4.20$$

$$U_y = A_y + B_y + C_y = 8\sin 32^\circ - 2\sin 45^\circ + 0 = 2.83$$

מצאנו את רכיבי וקטור הסכום U, וכעת נוכל ליצור אותו.



$$|\vec{U}| = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = \sqrt{4.2^2 + 2.83^2} = 5.06$$

$$\tan \alpha = \frac{U_y}{U_x} = \frac{2.83}{4.2} \Rightarrow \alpha = 34^\circ$$

העתקה ו/או צילום מספר זה הם מעשה לא חינוכי, המהווה עברה פלילית.

פרק 2 – קינמטיקה

חלק א: תנועה בקו ישר

הגדרות

מקום

כדי לתאר מקום בקו הישר, יש להקצות עליו ציר מספרים. בדרך כלל ציר x לישר אופקי, וציר y לישר אנכי. היחידה הסטנדרטית של מקום היא מטר – m . עלינו לבחור בציר נקודת ראשית x_0 ולבחור כיוון חיובי. למשל, $x = -5m$ היא נקודה הנמצאת 5 מטרים מנקודת הראשית בכיוון השלילי. השימוש בסימנים פלוס ומינוס חוסך את הצורך להשתמש בווקטורים.

זמן

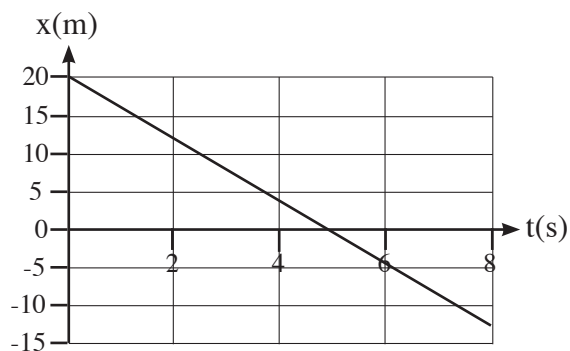
הזמן מסומן באות t . יחידת המידה הסטנדרטית של הזמן היא שנייה, וסימנה s .

העתק: Δx

העתק הוא שינוי המקום. כאשר גוף נע מנקודה x_1 לנקודה x_2 , ההעתק שהוא מבצע הוא $\Delta x = x_2 - x_1$ (המקום בסוף, מינוס המקום בהתחלה, לכן הוא יכול להיות חיובי, שלילי או אפס). הסימן Δ מסמל הפרש.

תנועה של גוף היא למעשה מקום הגוף כפונקציה של הזמן. אפשר לתאר את התנועה במספר דרכים (בכל המקרים מדובר באותו קשר בין המקום לזמן):

• גרף מקום-זמן



• טבלה

t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
x(m)	20	16	12	8	4	0	-4	-8	-12

• נוסחה: $x = 20 - 4t$ ביחידות של מטרים ושניות.**מרחק:** גודל ההעתק (המרחק תמיד חיובי): $d = |\Delta x|$.**דרך:** אורך המסלול.

מהירות ממוצעת: $\bar{v}$ (קו עליון, גג, מסמל ממוצע) מהירות ממוצעת היא ההעתק חלקי פרק הזמן. יחידות המהירות הסטנדרטיות הן מטרים לשנייה - $\frac{m}{s}$. יש לשים לב שלא מדובר בדרך חלקי הזמן, כפי שלומדים במתמטיקה.

למשל, אדם שהולך 10 מטרים ימינה, ואחר כך חוזר למקום מוצאו, עובר דרך של 20 מטרים, אבל מבצע העתק 0. לכן המהירות הממוצעת שלו היא 0.

המרת יחידות של קילומטר לשעה ליחידות של מטר לשנייה:

בקילומטר יש 1,000 מטרים, ובשעה יש 3,600 שניות. לכן:

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

לכן כדי להמיר יחידות של קילומטר לשעה ליחידות של מטר לשנייה יש לחלק ב-3.6.

$$9 : 3.6 = 2.5 \frac{m}{s}$$

לדוגמה: 9 ק"מ לשעה הם $2.5 \frac{m}{s}$

חישוב המהירות הממוצעת נעשה על פי ההגדרה: $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$. **את המהירות הממוצעת בגרף מקום-זמן מייצג שיפוע הגרף.**

העתקה ו/או צילום מספר זה הם מעשה לא חינוכי, המהווה עברה פלילית.

מהירות רגעית

הגדרה פורמלית של המהירות הרגעית היא $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$. אבל הגדרה זו אינה שימושית. יש דרכים פשוטות יותר לחישוב המהירות הרגעית, לדוגמה: בגרף מקום-זמן בעזרת ערך שיפוע המשיק לגרף. בטבלה יש למצוא שתי

נקודות זמן סמוכות לרגע המבוקש, לפניו ואחריו, ולחשב מהירות ממוצעת בקטע קטן (יש להשתמש

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}.$$

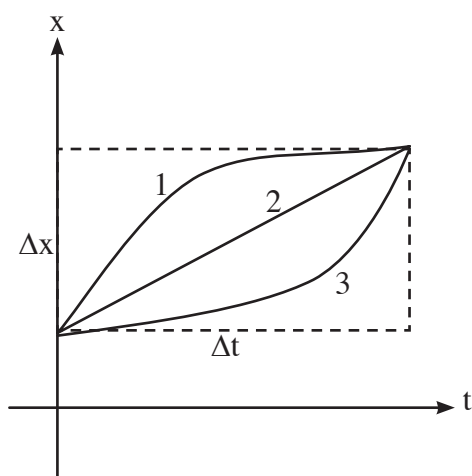
תאוצה a

התאוצה היא קצב שינוי המהירות, והגדרתה היא: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$. יחידות התאוצה הסטנדרטיות הן $\frac{m}{s^2}$. ההגדרות של תאוצה ממוצעת ורגעית דומות להגדרות של המהירות.

גרפים

גרף מקום-זמן

בגרף מקום-זמן שיפוע הגרף מייצג את המהירות. גרף של קטע ישר מייצג מהירות קבועה. גרף עקום מייצג מהירות משתנה. בדוגמה שלפנינו יש מערכת צירים אחת, ונראים בה שלושה גרפים מקום-זמן המתארים תנועה של שלושה גופים.



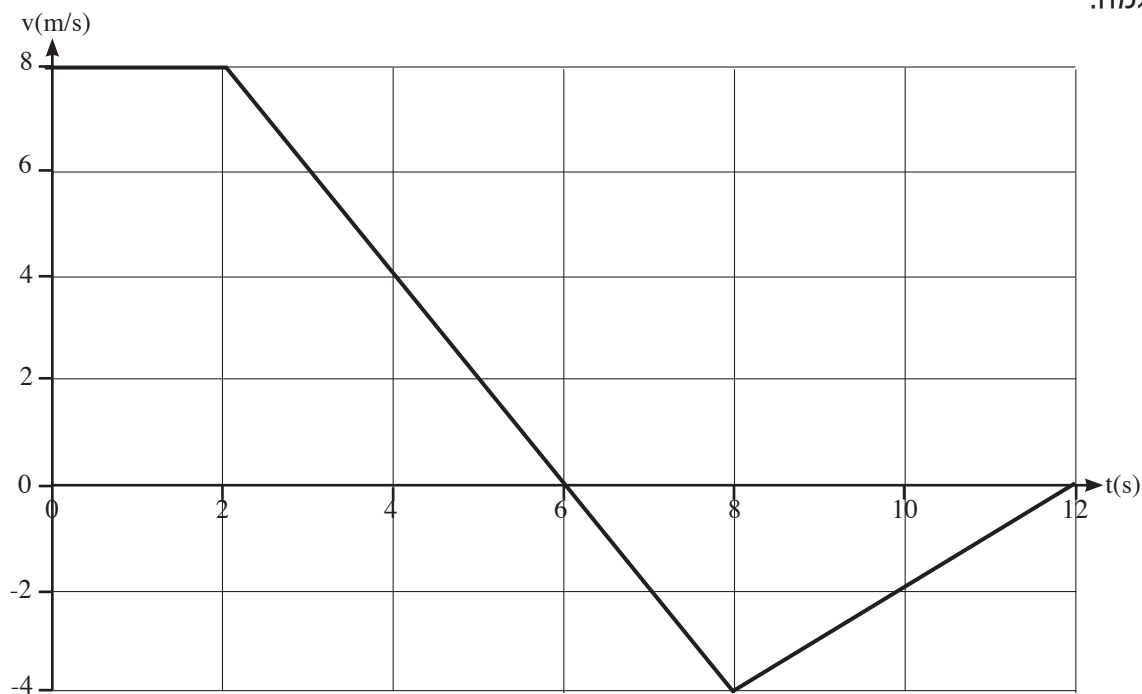
גוף 1 נע במהירות הולכת וקטנה, כי שיפוע הגרף הולך וקטן.
גוף 2 נע במהירות קבועה, כי שיפוע הגרף קבוע.
גוף 3 נע במהירות הולכת וגדלה, כי שיפוע הגרף הולך וגדל.
לשלושת הגופים מהירות ממוצעת זהה, כי הם עוברים את אותו העתק Δx באותו פרק זמן Δt .

גרף מהירות-זמן

בגרף מהירות-זמן שיפוע הגרף מייצג את התאוצה. וההעתק מייצג את השטח הכלוא בין הגרף לציר האופקי. למעשה, לא מדובר בשטח ממשי כי הוא נמדד במטרים ולא במטר מרובע, והוא יכול להיות גם שלילי, כאשר הגרף מתחת לציר האופקי.

כלומר: כאשר הגרף מעל הציר האופקי, הגוף נע קדימה, לכיוון החיובי של ציר ה- x . כאשר הגרף מתחת לציר האופקי, הגוף נע לכיוון השלילי של ציר ה- x .

דוגמה:



- בפרק הזמן $0 \leq t \leq 2\text{s}$ הגוף נע לכיוון החיובי במהירות קבועה של $8 = \frac{\text{m}}{\text{s}}$. התאוצה היא 0, כי השיפוע 0.
- בפרק הזמן $2\text{s} \leq t \leq 6\text{s}$ הגוף נע לכיוון החיובי במהירות הולכת קטנה. התאוצה היא שיפוע הקטע $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-8}{6-2} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.
- בזמן $t = 6\text{s}$ המהירות הרגעית היא 0. הגוף משנה את כיוון תנועתו, ומתחיל לנוע לכיוון השלילי של ציר ה- x .
- בפרק הזמן $6\text{s} \leq t \leq 8\text{s}$ המהירות יורדת מ-0 ל- $-4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. זאת אומרת שהגוף נע לכיוון השלילי.

העתקה ו/או צילום מספר זה הם מעשה לא חינוכי, המהווה עברה פלילית.