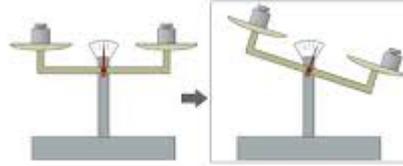


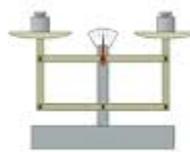
אוריינות מתמטית – כיתה ט

שאלה 1

במאזני כפות רגילות יש בעיה: אם המסה בשני הצדדים שונה ההטיה של הכפות עלולה לגרום לחפצים נשקלים להחליק, או אם מדובר בנוזל – להישפך.



על מנת להתמודד עם בעיה זאת תכננו את המאזניים המתוארים בשרטוט

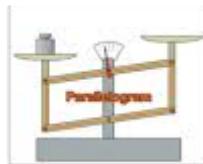


המורכבים מארבע זרועות במקום אחת. במאזניים האלה המבנה המלבני יכול להשתנות, כיוון שהצירים המסומנים מאפשרים שינוי בזוויות של המרובע.

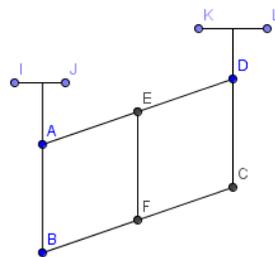
שרטטו כיצד ייראו המאזניים אם המסות בשני הצדדים יהיו שונות. הסבירו כיצד זה פותר את הבעיה שתוארה. הוכיחו את כל טענותיכם בעזרת משפטים בגיאומטריה של מרובעים.

פתרונות והערות

המאזניים אם המסה בצד שמאל תהיה גדולה יותר ייראו כך:



על מנת לדון בבעיה במושגים גיאומטריים, נחליף את התרשים בסרטוט גיאומטרי. נקודות A, B, C, D מייצגות את הצירים של המבנה המלבני. נקודות E ו-F מייצגות את החיבור של המבנה המרובע לגוף המאזניים.



על פי נתוני הבנייה מתקיים כי $AD = BC$ ו- $AB = DC$. E ו- F הם מרכזי הצלעות AD ו- BC בהתאמה.

המרובע ABCD הוא מקבילית כיוון שיש בו שני זוגות של צלעות נגדיות שוות.

מאותה הסיבה גם מרובעים ABFE ו- EFCD הם מקביליות. במציאות, קטע EF מקובע למבנה של המאזניים ונשאר מאונך לרצפה. כיוון שכך, גם הישרים AB ו- CD יישארו מאונכים לרצפה.

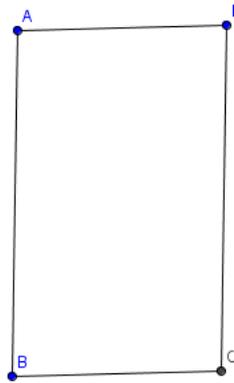
כפות המאזניים - IJ ו- KL - יוצרים זווית ישרה עם AB ועם CD בהתאמה, ולכן מקבילות לרצפה. כיוון שכך, חומר המונח על הכפות לא יישפך ולא יחליק.

שאלה 2

חיים הרכיב ארון בעצמו. הוא חיבר את המדפים לדפנות, וכעת רוצה להדביק את גב הארון, אבל חושש שהזוויות של הארון אינן ישרות. עומד לרשותו רק "מטר" שבעזרתו הוא יכול למדוד אורכים. אין באפשרותו למדוד זוויות. הציעו לו כיצד הוא יוכל בכל זאת לבדוק אם זוויות הארון ישרות?

פתרונות והערות

להלן סקיצה של הארון.



על מנת שכל הזוויות תהיינה ישרות, על המרובע ABCD להיות מלבן. בעזרת מטר יוכל לבדוק את התנאים ההכרחיים הבאים: $AB = CD$ ו- $AD = BC$. אך תנאים אלה מספיקים רק לקבוע שהמרובע הוא מקבילית, וזה לא מבטיח זוויות ישרות. כיוון שאין אפשרות למדוד את הזוויות באופן ישיר, יוכל חיים למדוד את אורכי האלכסונים. אם יגלה שהאלכסונים אינם שווים, חיים יוכל להסיק שהמקבילית איננה מלבן (משפט: במלבן האלכסונים שווים), ומכאן שהזוויות אינן ישרות.

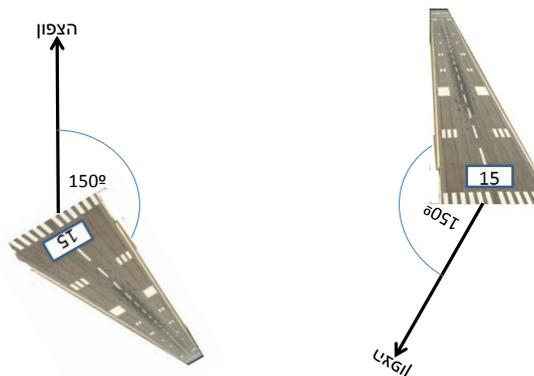
אם יגלה שהאלכסונים שווים, הרי ש- ABCD הוא מקבילית בעלת אלכסונים שווים, ולכן מלבן (משפט הפוך: מקבילית שאלכסוניה שווים היא מלבן). מכאן יסיק שכל הזוויות ישרות.

שאלה 13

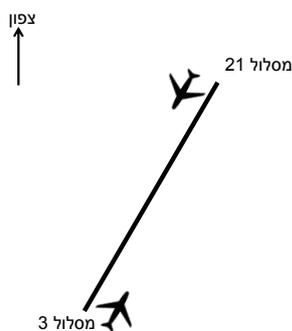
בנמלי תעופה גדולים יש מסלולי נחיתה רבים בכיוונים שונים. זאת כיוון שעדיף לנחות ולהמריא בכיוון שמנוגד לכיוון הרוח. חשוב מאד לסמן בבירור את המסלולים השונים ולקבוע שיטת סימון תקפה בכל העולם, על מנת שטייסים ינחתו במסלול הנכון. בתמונה מוצג מסלול המסומן במספר 15.



המספר המסומן מופל ב-10 מייצג את הזווית שיוצר המטוס הנוחת או הממריא עם כיוון צפון (מדובר בזווית הנוצרת עם כיוון מחוגי השעון). כלומר מסלול זה (בכיוון החץ) מראה שהוא יותר זווית בת 150° עם הצפון, כמו שרואים באיור הבא (משתי נקודות מבט):

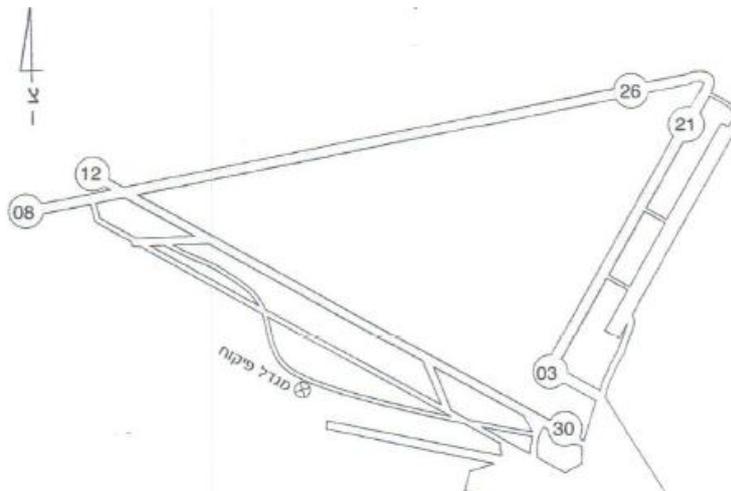


א. במסלול המשורטט להלן, נראים שני מטוסים ממריאים מאותו מסלול לשני כיוונים נגדיים, לכן למסלול זה שני סימונים, כל אחד בקצה אחד של המסלול (בנקודה שהמטוס מתחיל את המראתו או את נחיתתו). אלו זוויות יוצר מסלול זה עם הצפון (בהתחשב בכיוון המראתו/נחיתתו של המטוס)?



¹ בהשראת משימה דומה מהספר "עושים ורואים גיאומטריה" בהוצאת המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

ב. התרשים הבא הוא של המסלולים של נמל התעופה בן גוריון.



טייס א קיבל הוראה לנחות במסלול 26 וטייס ב הונחה לנחות במסלול 12. סמנו את המסלול שלהם ואת כיוון הנחיתות.

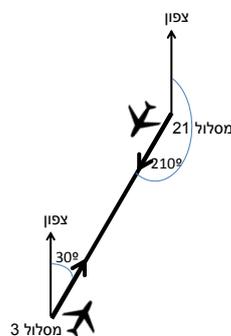
ג. רשות שדות התעופה שוקלת להוסיף מסלול שבקצותיו יהיה כתוב 16 ו-34. הוסיפו בסקיצה היכן יכול להיות ממקום המסלול וסמנו את המספרים בקצותיו.

ד. בכל המסלולים שסומנו בשאלות הקודמות, החסירו את המספר הקטן מהמספר הגדול שנמצאים על אותו מסלול בשני קצותיו. הסבירו מה מצאתם.

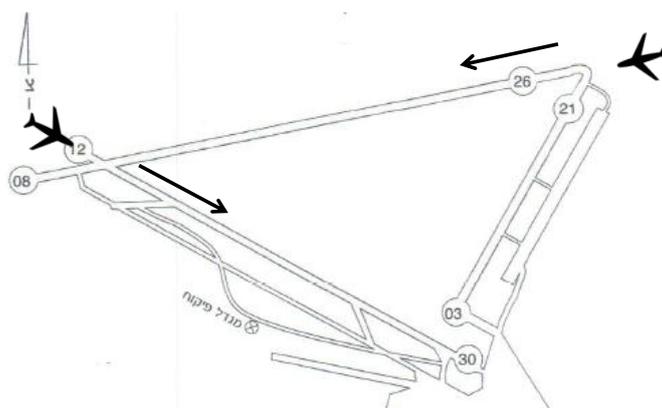
ה. בנמל תעופה מסוים מסודרים המסלולים בצורה של משולש שווה צלעות. אחד המסלולים מסומן במספר 2 (או 02). שרטטו את המשולש, סמנו את הצפון והשלימו את חמשת המספרים הנותרים על המסלולים.

פתרונות והערות

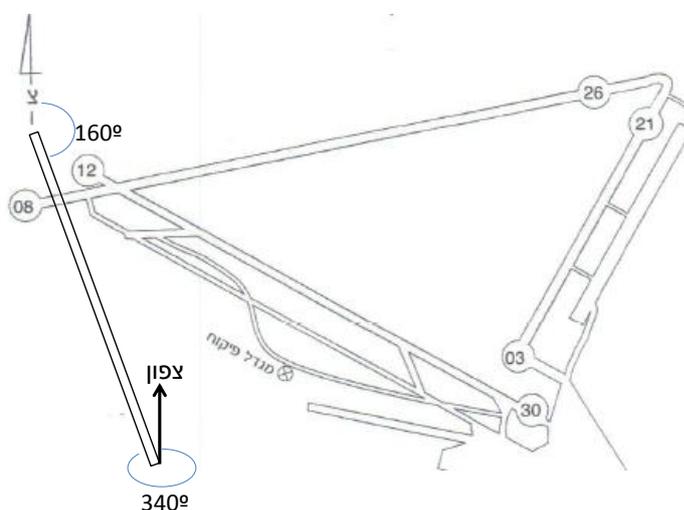
א.



ב.

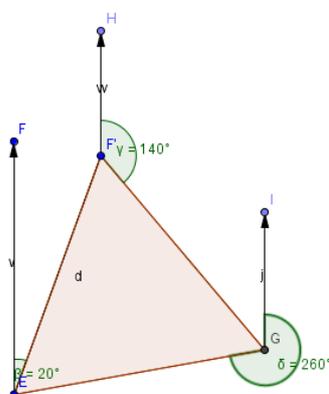


ג. המסלול מסומן, אך הוא יכול להיות בכל מיקום אחר בתנאי שהוא מקביל למסלול המסומן.



ד. תוצאת החיסור היא תמיד 18, כי ההפרש בין הזוויות הוא תמיד 180° .

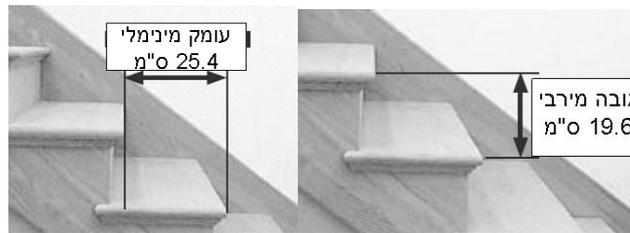
ה. יש לזכור כי כל זווית במשולש שווה צלעות היא בת 60° ויש להיעזר בתשובה לסעיף הקודם.



המספרים המסומנים על המסלולים הם 26-8, 14-32, 2-20

שאלה 4

הנתונים הבאים לקוחים מספר הוראות לבנייה תקנית ובטיחותית של גרמי מדרגות בארה"ב.



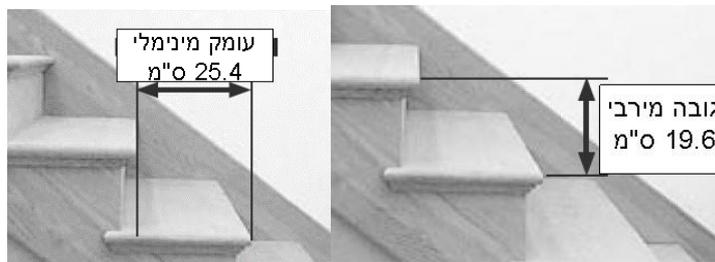
- א. הסבירו מדוע, לדעתכם, התקן קובע גובה מרב ועומק מינימאלי.
- ב. מה השיפוע של גרם מדרגות שנבנה על פי גובה מרבי ועומק מינימלי?
- ג. תנו דוגמא של מדרגה תקנית עם שיפוע 0.5
- ד. האם קיימת מדרגה בעלת שיפוע 0.5 עם גובה לא תקני? אם כן תנו דוגמא אם לא הסבירו מדוע?
- ה. האם קיימת מדרגה בעלת שיפוע 0.5 עם עומק לא תקני? אם כן תנו דוגמא אם לא הסבירו מדוע?
- ו. הסבירו מדוע לא תיתכן מדרגה תקנית בעלת שיפוע של 1?
- ז. מהו השיפוע המרבי שגרם מדרגות תקני יכול ליצור ביחס לקרקע?

פתרונות והערות

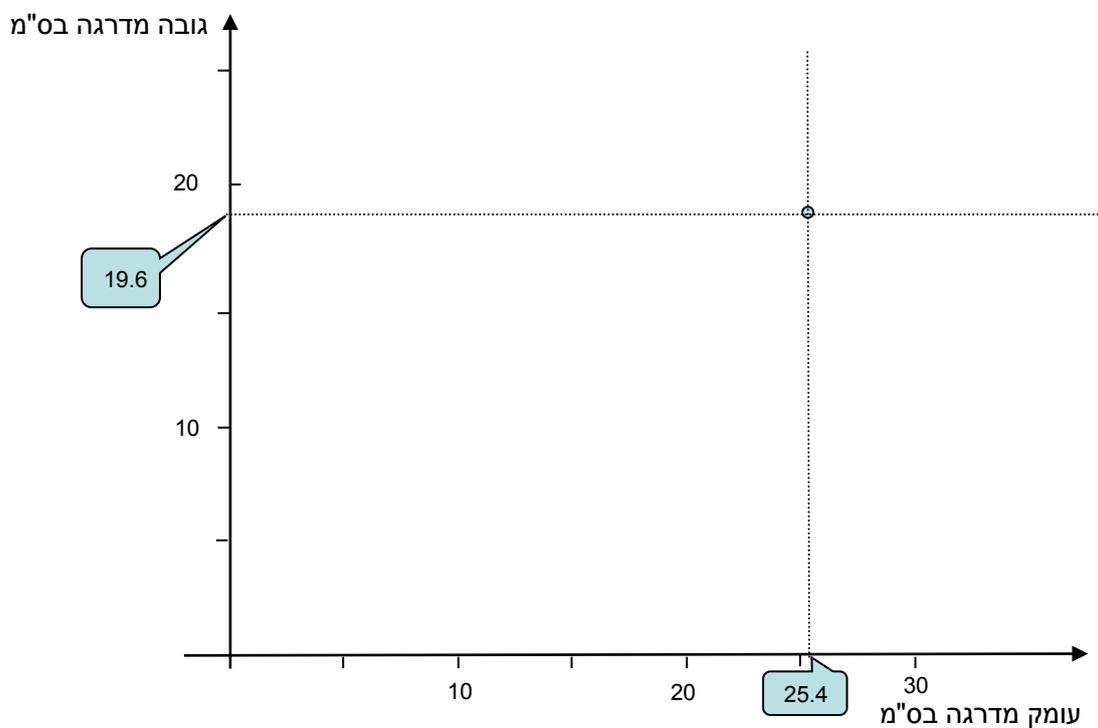
- א. גובה המדרגה מחייב מאמץ גופני מסוים, אין משמעות לקבוע גובה מינימלי אך חשוב לתחום את הגובה המקסימלי כך שכל האנשים ללא מוגבלויות מיוחדות יוכלו לעלות ללא קושי. אין משמעות לקביעת רוחב מקסימלי אך רצוי לקבוע רוחב מינימלי כך שכל כף רגל תונח בבטחה על המדרגה.
- ב. כמו בשיפוע של קו ישר, ההגדרה היא: "גובה המדרגה" מחולק ב"רוחב המדרגה".
כלומר, במקרה זה השיפוע יהיה $\frac{19.6}{25.4} = 0.77$.
- ג. יש לחפש שני מספרים כך שהאחד הוא קטן מ-19.6, השני גדול מ-25.4 והמנה ביניהם היא 0.5 - למשל 15 לגובה ו-30 לרוחב.
- ד. (ו-ה) מדרגה בגובה 20 ורוחב 40 היא בשיפוע 0.5 אך איננה תקנית כי גובה עולה על הגובה המותר. מדרגה בגובה 12 ורוחב 24 היא בעלת שיפוע 0.5 אך היא אינה תקנית כי רוחבה קטן מהמותר.
- ו-ז. ראה תשובה לסעיף א.

שאלה 5

הנתונים הבאים לקוחים מספר הוראות לבנייה תקנית ובטיחותית של גרמי מדרגות בארה"ב.

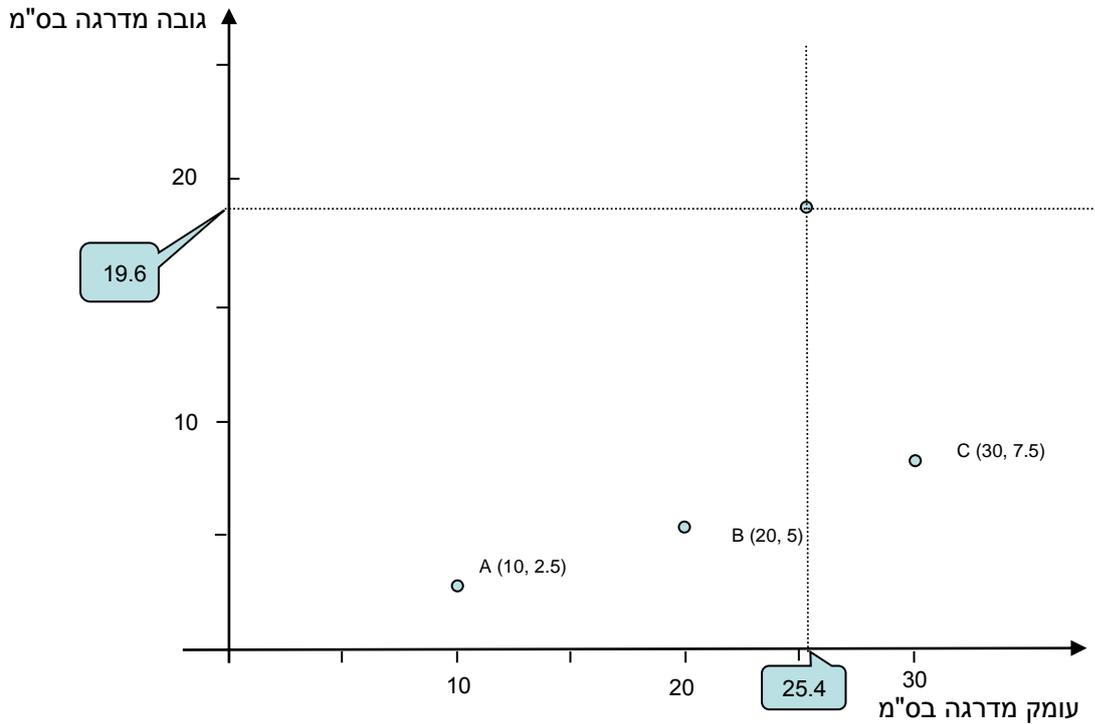


להלן ייצוג במערכת צירים של נתוני מדרגות.



- הסבירו מה משמעות הנקודה המסומנת בגרף.
- סמנו נקודה שמייצגת מידות (עומק וגובה) של מדרגה תקנית. רשמו את שיעוריה.
- סמנו נקודה שמייצגת מידות (עומק וגובה) של מדרגה לא תקנית, רשמו את שיעוריה והסבירו מדוע היא איננה תקנית.
- רשמו שיעורים של 3 נקודות המייצגות מידות של מדרגות עם שיפוע 0.5 וסמנו אותן במערכת הצירים והסבירו מדוע הן על ישר אחד.
- בעבור איזה שיפוע של מדרגות יש רק זוג אחד של מידות תקניות? הסבירו.

1. הנקודות A, B ו-C בגרף הבא נמצאות על אותו ישר. מצאו את משוואת הישר, הסבירו מה משמעותו בהקשר של המדרגות והוסיפו נקודה על ישר שמייצגת מדרגה תקנית.



פתרונות והערות

- א. הנקודה מייצגת מדרגה שגובהה 19.6 ס"מ ועומקה 25.4 ס"מ.
- ב. המדרגות התקניות מיוצגות על ידי נקודות הנמצאות ב"רביע" שנמצא מימין (מדרגות יותר רחבות מ- 25.4 ס"מ) ומתחת (מדרגות פחות גבוהות מ- 19.6 ס"מ) לנקודה המסומנת.
- ג. מידות של אורך ורוחב של מדרגות שאינן תקניות מיוצגות על ידי נקודות הנמצאות בשלושת הרביעים האחרים מזה של הסעיף הקודם. בשניים משלושת הרביעים האלה אחד מהנתונים אינו תקני ובשלישי שניהם אינם תקינים.
- ד. הישר $\gamma = 0.5x$ מייצג את המדרגות ששיפוען 0.5, כי היחס בין גובה המדרגה לעומקה שווה בדיוק לשיפוע גרם המדרגות.
- ה. שיפוע מרבי מחייב גובה מרבי ועומק מזערי: $\frac{19.6}{25.4} = 0.77$. עובדה זאת באה לידי ביטוי יפה בייצוג הגרפי: הרביע התקני (ימינה ולמטה מהנקודה המסומנת) חותך את הישר $\gamma = 0.77x$ בנקודה אחת בלבד.
- ו. הנקודות הן על הישר $\gamma = 0.25x$ שמייצג מדרגות ששיפוען 0.25. רק מדרגה C היא תקנית. אפשר להוסיף, לדוגמה, (40, 10), אשר נמצאת על הישר ובתוך הרביע התקני.

שאלה 6

במדינת לארשי יחידת המטבע היא ביט. את תשלומי מס הכנסה מחשבים באופן הבא:
משכורת עד 6,000 ביט פטורה ממס. על משכורות מעל 6,000 משלמים 60% מס על החלק
של המשכורת שמעל 6000 שקלים. לדוגמה, על משכורת של 10,000 ביט משלמים אפס
מס על 6,000 הביטים הראשונים ו- 60% על ה- 4000 הנותרים, כלומר 2,400 ביט.

א. להלן טבלת משכורות של שישה אנשים. חשבו את סכום מס ההכנסה שמשלם כל אחד
מהם והשלימו את הטבלה.

שם	משכורת	מס הכנסה
דן	7,000	
תמר	20,000	
גלית	25,000	
אמיר	40,000	

ב. כתבו ביטוי אלגברי לגובה המס כפונקציה של המשכורת.

ג. שרטטו סקיצה של גרף הפונקציה מהסעיף הקודם.

ד. ערן משלם על משכורתו מס בגובה 5,400 ביט. מה גובה המשכורת שלו? הוסיפו שורה
מתאימה בטבלה.

ה. רנה חישה ומצאה שהמס שהיא משלמת על משכורתה היא בדיוק 40% מהמשכורת
הכוללת. מה גובה המשכורת שלה?

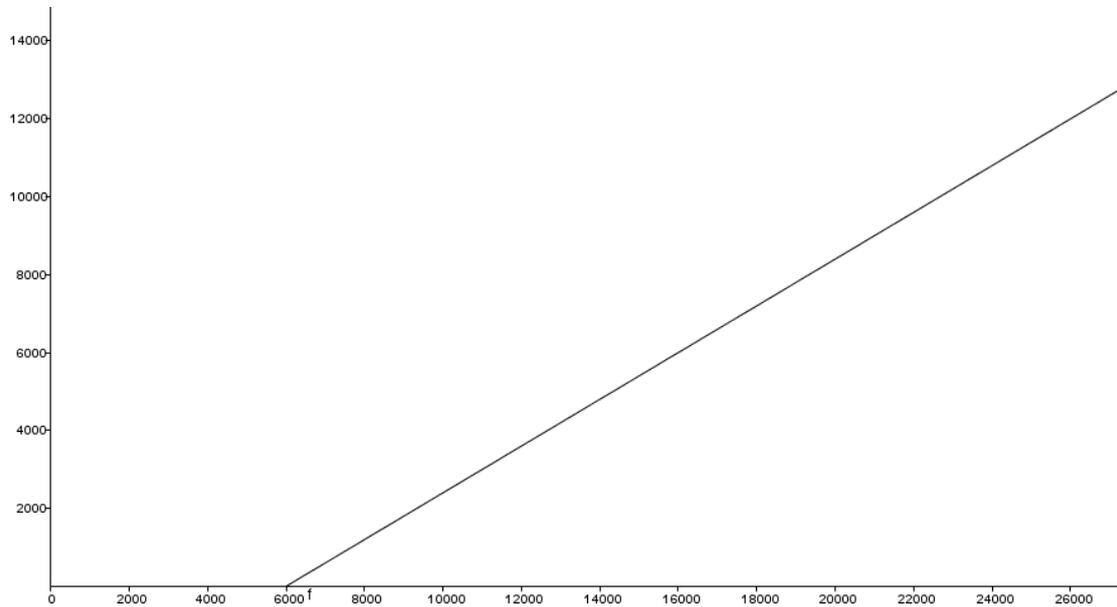
פתרונות והערות

א.

שם	משכורת	מס הכנסה	הסבר
דן	7,000	600	60% מתוך 1000
תמר	20,000	8,400	60% מתוך 14,000
גלית	25,000	11,400	60% מתוך 19,000
אמיר	40,000	20,400	60% מתוך 34,000

ב. עבור משכורת (x) קטנה מ-6,000 המס הוא 0. עבור $x \geq 6,000$ המס מיוצג על ידי הביטוי $0.6(x - 6000)$.

ג. להלן גרף הפונקציה:



ד. פתרון המשוואה $0.6(x - 6,000) = 5,400$ הוא $x=15,000$.

ה. יש לפתור את המשוואה $0.6(x - 6,000) = 0.4x$. $x=18,000$.

שאלה 7

במדינת לארשין המטבע הוא ביטן. בלארשין המס יחושב באופן הבא: אחוז המס שכל אזרח משלם יחושב כגובה המשכורת מחולק ב- 500, לדוגמה, בעל משכורת של 6,000 ביטן ישלם 12% מס על משכורתו, כלומר 720 ביטן. אף אזרח לא ישלם יותר מ- 50% מס. אם החישוב נותן ערך גדול מ- 50, ישלם בעל המשכורת 50% מגובה משכורתו.

א. חשבו את גובה מס ההכנסה אשר ישלם כל אחד מן האזרחים בטבלה.

שם	משכורת	מס הכנסה
דן	7,000	
תמר	20,000	
גלית	25,000	
אמיר	40,000	

ב. כתבו ביטוי אלגברי לגובה המס כפונקציה של המשכורת.

ג. סרטטו סקיצה של גרף הפונקציה מהסעיף הקודם.

ד. זיו חישב ומצא שהוא ישלם על משכורתו 1,280 ביטן. מה גובה המשכורת שלו?

ה. זוהר חישה ומצאה שהיא תשלם על משכורתה 10,125 ביטן. מה גובה משכורתה?

ו. מצאו את כל המשכורות שעבורן גובה המס הוא שווה לגובה המס המתואר בשאלה 6 הקודמת (40% על כל סכום מעל 6,000).

פתרונות והערות

א.

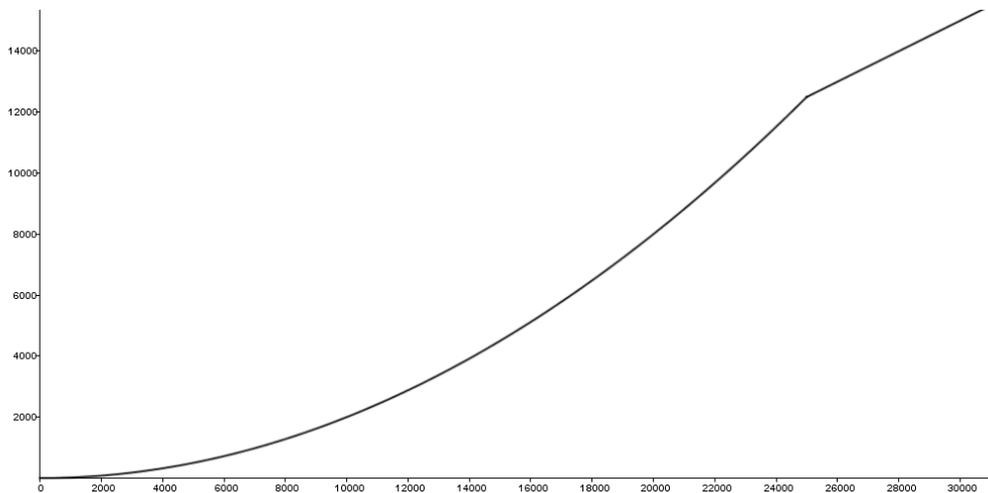
שם	משכורת	מס הכנסה	הסבר
דן	7,000	980	$14 = \frac{7000}{500} - \text{גובה המס } 14\%$
תמר	20,000	8,000	$40 = \frac{20000}{500} - \text{גובה המס } 40\%$
גלית	25,000	12,500	$50 = \frac{25000}{500} - \text{גובה המס } 50\%$
אמיר	40,000	20,000	$80 = \frac{40000}{500} - \text{גובה המס } 50\%$

מעניין להשוות מי מפסיד ומי מרוויח לפי טבלה זו בהשוואה לטבלה של השאלה הקודמת.

ב. עד לתקרה של 50% אחוז, אחוז המס המשולם הוא $\frac{x}{500}$. לכן המס המשולם הוא $\frac{x}{500} \cdot \frac{x}{100} = \frac{x^2}{50,000}$ כדי לדעת באיזו משכורת מגיעים לתקרת גובה המס, נפתור את המשוואה $\frac{x}{500} = 50$ ונגלה שמעל משכורת של 25,000 ביטן משלמים מס הכנסה בגובה 50%.

ג.

$$g(x) = \begin{cases} \frac{x^2}{50,000} & x < 25,000 \\ \frac{x}{2} & x \geq 25,000 \end{cases}$$



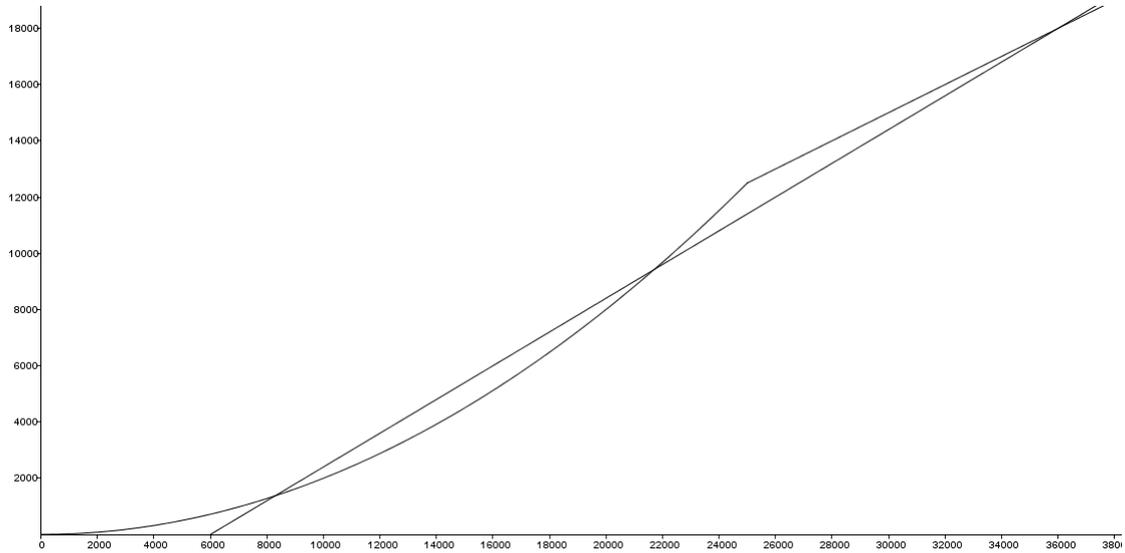
ד. פתרון המשוואה $\frac{x^2}{50,000} = 1,280$ הוא $x=8,000$.

ה. המשכורת של זוהר נמוכה מ-25,000 שקלים, שכן בעלי משכורת גבוהה מ-25,000 משלמים יותר מ-12,500 ביטן מס. הפתרון של המשוואה: $\frac{x^2}{50,000} = 10,125$ הוא $x=22,500$.

ו. פונקציית המס בשאלה הקודמת (f) היא לינארית, ובשאלה זו (g) היא תחילה ריבועית ואחר כך לינארית. עשויות להיות לכל היותר שלוש נקודות מפגש בין הגרפים - שתי נקודות מפגש בין f לחלק הריבועי של g, ועוד נקודת מפגש אחת עם החלק הלינארי של g. זה אכן המצב, ובזאת שאפשר להיווכח בשלוש דרכים - דרך הגרפים (שלוש נקודות חיתוך), דרך פתרון משוואות (בהמשך), ודרך טבלת הערכים. מההשוואה עולה כי הגרף של f נמצא:

$$f(7,000) > g(7,000) \text{ - הגרף של } g$$

$f(20,000) < g(20,000)$ - אחר כך מתחתיו -
 $f(25,000) > g(25,000)$ - אחר כך שוב מעליו -
 $f(40,000) < g(40,000)$ - ואחר כך שוב מתחתיו -
 מכאן נסיק שיש שלוש משכורות שונות שעבורן גובה המס שווה בשתי המדינות, אחת
 בין 7,000 ל- 20,000, אחת בין 20,000 ל- 25,000, ואחת בין 25,000 ל- 40,000.



נחשב כל אחת מהן:

$$0.6(x - 6000) = \frac{x^2}{50000} \quad \text{נותן שני פתרונות: } x=8,291.80 \text{ או } x=21,708.2$$

$$0.6(x - 6000) = \frac{x}{2} \quad \text{נותן פתרון יחיד: } x=36,000$$

שאלה 8

הביטוי $y = 1.5x + 3$ מקשר (בקירוב) בין אורך כף רגל בס"מ (x) לבין המידה של נעליים (y) בה משתמשים באירופה ובארץ.

- א. אורך כף הרגל של נורית הוא 20 ס"מ. מה מידת הנעליים שלה?
- ב. גד נועל נעליים במידה 45, מה אורך כף רגלו?
- ג. ככל שאורך כף הרגל גדל ב-1 ס"מ, בכמה גדל מספר הנעל? הסבירו כיצד מצאתם.
- ד. מצא ביטוי מהצורה $x = \dots$ אשר בו תוכל להציב את מידת הנעל באגף הימין של הביטוי ולקבל לאחר חישוב מתאים את אורך כף הרגל בס"מ.
- ה. ככל שמספר הנעל גדל במספר אחד, בכמה ס"מ גדל אורך כף הרגל?
- ו. האם קיים מספר אחד שמציין הן את אורך כף הרגל והן את מידת הנעל המתאימה לו?

פתרונות והערות

- א. $1.5 \times 20 + 3 = 33$
- ב. $1.5x + 3 = 45$, $x = 27$
- ג. המקדם של x (השיפוע) הוא זה שמראה על קצב ההשתנות, כלומר ככל ש- x משתנה ביחידה אחת, y משתנה ב-1.5 יחידות.
- ד. $x = \frac{y-3}{1.5}$
- ה. בשני שלישי ס"מ. כמו בסעיף ג לעיל, קצב ההשתנות הוא השיפוע של הפונקציה, כלומר: $\frac{1}{1.5}$
- ו. מספר כזה הוא פתרון למשוואה $1.5x + 3 = x$ הפתרון למשוואה זו הוא שלילי ולכן אין מידה כזו.

שאלה 9

יצרן מכוניות "אוטו" מדד את קצב צריכת הדלק של המכונות במהירויות שונות. חלק מהנתונים מרוכז בטבלה:

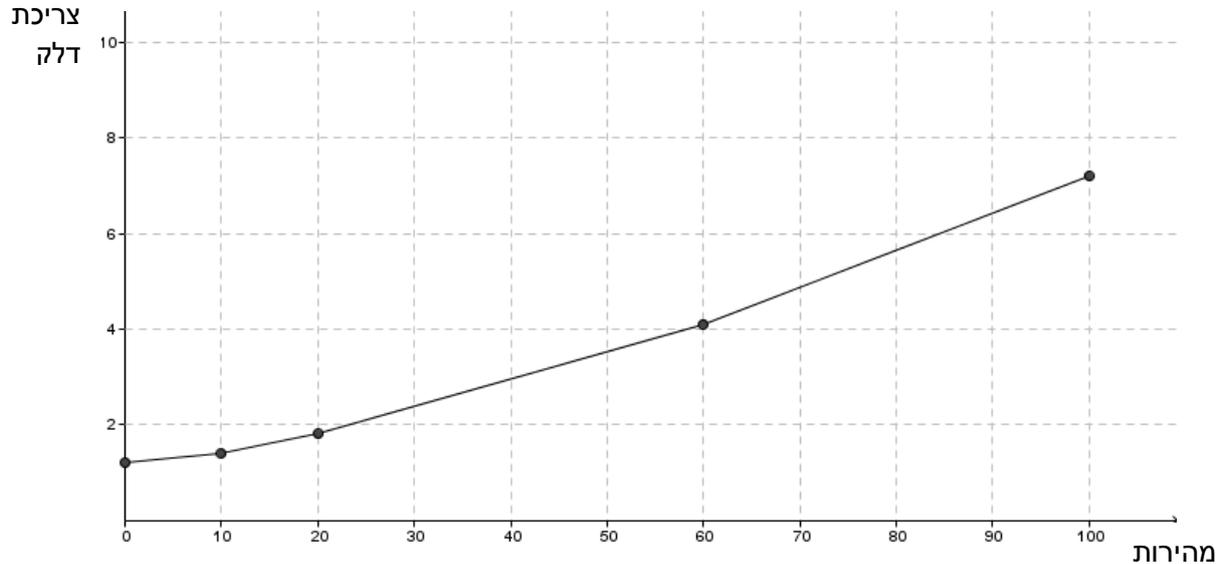
מהירות (קמ"ש)	0	10	20	60	100
צריכת דלק (ליטר לשעה)	1.2	1.4	1.8	4.1	7.2

הסבר: צריכת דלק של 1.8 ליטר לשעה במהירות 20 קמ"ש אומרת שאם המכונות נוסעת במישור במהירות קבועה של 20 קמ"ש למשך שעה, היא תצרוך 1.8 ליטרים של דלק.

- א. הציגו את הנתונים בגרף.
- ב. נסענו מרחק של 60 ק"מ במהירות קבועה של 60 קמ"ש. כמה ליטר דלק צרכנו? סמנו את הנקודה המתאימה בגרף.
- ג. נסענו מירושלים לרמלה (50 ק"מ) במהירות קבועה של 100 קמ"ש וצרכנו 3.6 ליטר דלק. סמנו את הנקודה המתאימה בגרף.
- ד. ציינו את תחום הפונקציה המתארת צריכת דלק כפונקציה של מהירות.
- ה. מדוע הגרף של הפונקציה לא עובר בראשית הצירים?
- ו. אם ידוע כי נסענו במהירות קבועה במשך שעה וצרכנו 4 ליטר דלק, בערך באיזה מהירות נסענו?
- ז. אם ידוע כי נסענו במהירות קבועה במשך 20 דקות וצרכנו 2.5 ליטר דלק, בערך באיזה מהירות נסענו?
- ח. אם עלינו לעבור מרחק של 20 ק"מ, כמה דלק נצרוך אם ניסע במהירות קבועה של 20 קמ"ש? כמה דלק נצרוך אם ניסע במהירות קבועה של 60 קמ"ש? כמה נצרוך במהירות של 100 קמ"ש? באיזו מהמהירויות האלה המכונות חסכוניות ביותר בדלק?
- ט. על מנת למדוד כמה מכונות היא חסכונית, מקובל למדוד את צריכת הדלק ביחידות של ליטר ל-100 ק"מ (כמה ליטרים של דלק נחוצים לעבור מרחק של 100 ק"מ). ביחידות אלה, מה צריכת הדלק של המכונות במהירות 100 קמ"ש? במהירות 60 קמ"ש? במהירות 20 קמ"ש? במהירות 10 קמ"ש? במהירות 0 קמ"ש? סמנו את הנתונים האלה בגרף חדש.
- י. יש הנוהגים למדוד צריכת דלק ביחידות של ק"מ לליטר (כמה ק"מ עוברת המכונות בצריכה של ליטר אחד של דלק). מצאו את צריכת הדלק של המכונות ביחידות אלה במהירויות 60 קמ"ש ו-100 קמ"ש.

פתרונות והערות

א.



ב. נסיעה של 60 ק"מ במהירות 60 קמ"ש אורכת בדיוק שעה. לכן התשובה היא 4.1 ליטר, כמצוין בטבלה.

ג. הנסיעה ארכה חצי שעה, ולכן צריכת הדלק היא חצי המספר המופיע בטבלה: $7.2 \div 2 = 3.6$

ד. התחום הוא כל המספרים האי-שליליים, עד המהירות המרבית של אותה מכונית. גם במהירות 0 ניתן לדבר על צריכת דלק לשעה (אם כי אין משמעות לצריכת דלק לק"מ, כי המכונית עומדת!).

ה. גם במהירות 0 המנוע צורך דלק (כל עוד הוא לא כבוי).

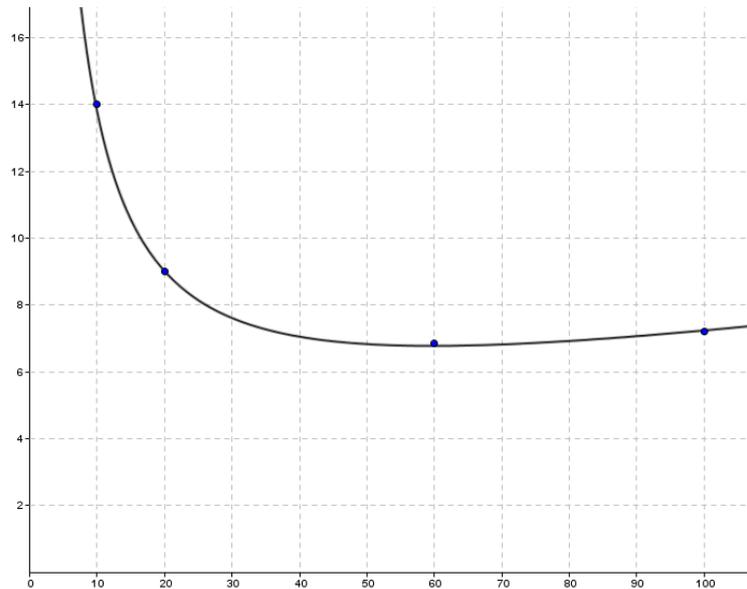
ו. מעט פחות מ- 60 קמ"ש.

ז. 20 דקות הן שליש שעה. אם צרכנו 2.5 ליטר, הרי שבשעה היינו צורכים 7.5 ליטר, כך שנסענו מעט מעל 100 קמ"ש.

ח. במהירות 20 קמ"ש הנסיעה תיארך שעה, ותיצרוך 1.8 ליטר דלק. במהירות 60 קמ"ש היא תיארך שליש שעה ותיצרוך $1.37 = 4.1 \div 3$ ליטר דלק. במהירות 100 קמ"ש הנסיעה תיארך חמישית שעה, ותיצרוך $1.44 = 7.2 \div 5$ ליטר דלק. מבין המהירויות הנ"ל, 60 קמ"ש היא החסכונית ביותר בדלק.

ט. במהירות 100 קמ"ש נסיעה של 100 ק"מ אורכת בדיוק שעה, ולכן צורכת 7.2 ליטר. במהירות 60 קמ"ש נסיעה של 100 ק"מ אורכת 1.67 שעות וצורכת $6.83 = 4.1 \times 1.67$ ליטר דלק. במהירות 20 קמ"ש נסיעה של 100 ק"מ אורכת 5 שעות וצורכת $9 = 1.8 \times 5$ ליטר דלק. במהירות 10 קמ"ש נסיעה של 100 ק"מ אורכת 10 שעות וצורכת $14 = 1.4 \times 10$ ליטר דלק.

ליטר דלק. במהירות 0 נסיעה של 100 ק"מ לעולם לא תסתיים, ולכן כל כמות של דלק לא תספיק...

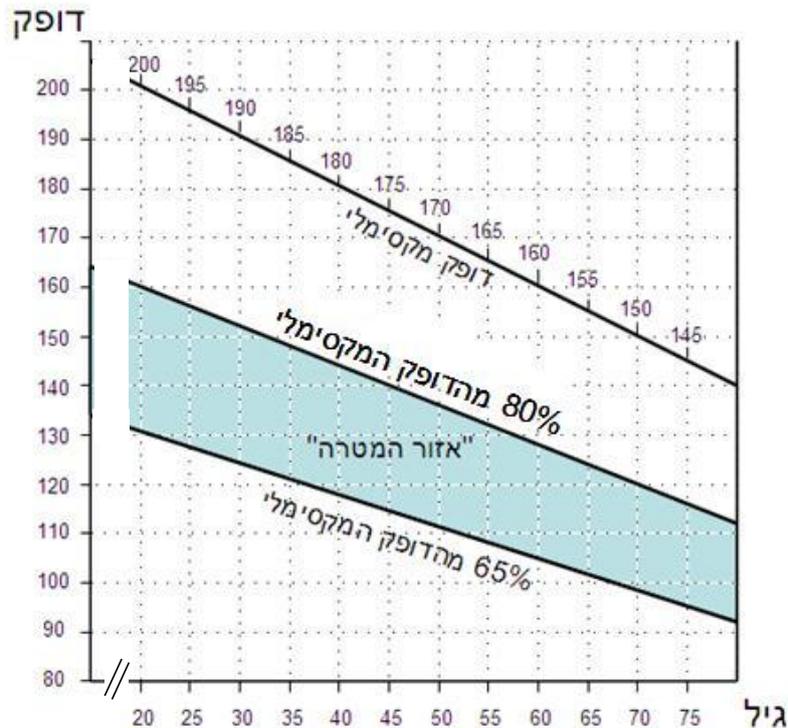


הערה: אין צורך שהתלמידים יעבירו קו עקום דרך הנקודות שסימנו.

אם ידועה לנו כמות הדלק הנחוצה לנסיעת 100 ק"מ, נחלק ב-100 לקבל את צריכת הדלק ביחידות של ליטר לק"מ, וחישוב ההופכי ייתן לנו את הצריכה ביחידות ההפוכות – ק"מ לליטר. במהירות 100 קמ"ש 7.2 ליטר ל-100 ק"מ הם 0.072 ליטר לק"מ, שהם $1/0.072 = 13.89$ ק"מ לליטר. במהירות 60 קמ"ש 6.83 ליטר ל-100 ק"מ הם 0.0683 ליטר לק"מ, שהם $1/0.0683 = 14.64$ ק"מ לליטר (מעט יותר מאשר במהירות 100 קמ"ש).

שאלה 10

בכל גיל נתון, יש לבני אדם דופק מקסימלי (ערך הדופק, פעימות לב לדקה, הגבוה ביותר אליו ניתן להגיע במאמץ). באימון גופני מומלץ שהדופק יהיה בין 65% לבין 80% מערכו המקסימלי. הגרף הבא מתאר ערכים לפי גיל: הקו העליון מתאר את הדופק המקסימלי, שני הקווים האחרים מגדירים "אזור מטרה" (ערכים מומלצים של הדופק לפי גיל).



- הדס בת 20. בעת האימון הדופק שלה עלה ל-175. האם דופק זה נמצא בטווח המומלץ בעבורה?
- מה הוא טווח הדופק הרצוי לאימון גופני של הדס, אם היא בת 20?
- רבקה בת 60. בעת אימון, הדופק שלה עלה ל-120. לאיזה אחוז של הדופק המקסימלי היא הגיעה? האם זה בטווח הרצוי?
- שלושה אנשים בני 25, 65 ו-75 התאמנו. עבור כל אחד מהם נמדד הדופק שלוש פעמים ואלה שלושת המדידות: 100, 110 ו-120. סמנו עבור כל אחד מהם, איזו מדידה מתאימה ל"אזור המטרה" ואיזו מדידה אינה מתאימה.
- רשמו ביטוי אלגברי לפונקציה שמתאימה לכל גיל את הדופק המקסימלי שלו.
- האם הקווים שתוחמים את אזור המטרה בגרף הם מקבילים? הסבירו.
- כיצד ניתן לתאר את "אזור המטרה" בעזרת ביטויים אלגבריים של פונקציה ואי-שיוויונות?

פתרונות והערות

א. לא. 175 נמצא מעל אזור המטרה.

ב. בין 130 (65% מ-200) ל-160 (80% של 200).

ג. 75%, וזה בטווח הרצוי (בין 65%-ל-80%).

ד. בטבלה הבאה מסומן ב- $\sqrt{\quad}$ הערכים שנמצאים באזור המטרה:

דופק 120	דופק 110	דופק 100	
			גיל 25
$\sqrt{\quad}$	$\sqrt{\quad}$		גיל 65
	$\sqrt{\quad}$		גיל 75

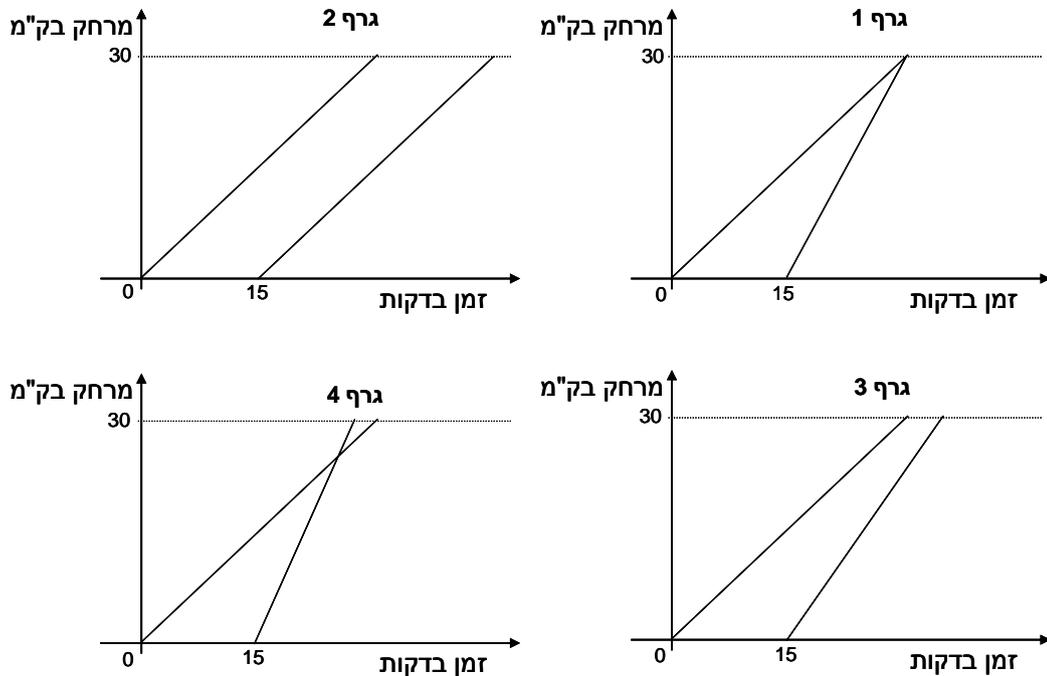
ה. $y = -x + 220$ (כלומר הדופק המקסימלי המתאים לכל גיל, מחושב על ידי 220 פחות הגיל). זאת ניתן למצוא על ידי חישוב משוואה של ישר דרך שתי נקודות.

ו. הקווים נראים מקבילים, אך הם אינם מקבילים כי שיפועיהם שונים.

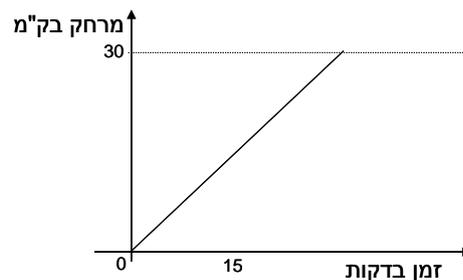
ז. משוואת הקו העליון של אזור המטרה היא $y = -\frac{4}{5}x + 176$. ניתן למצוא ביטוי זה על ידי חישוב 80% של מקדמי $y = -x + 220$ או על ידי חישוב משוואה של ישר דרך שתי נקודות. משוואת הקו התחתון של אזור המטרה היא $y = -0.65x + 141$. את אזור המטרה של דופק y עבור גיל x ניתן לתאר כך: $-0.65x + 141 < y < -\frac{4}{5}x + 176$.

שאלה 11

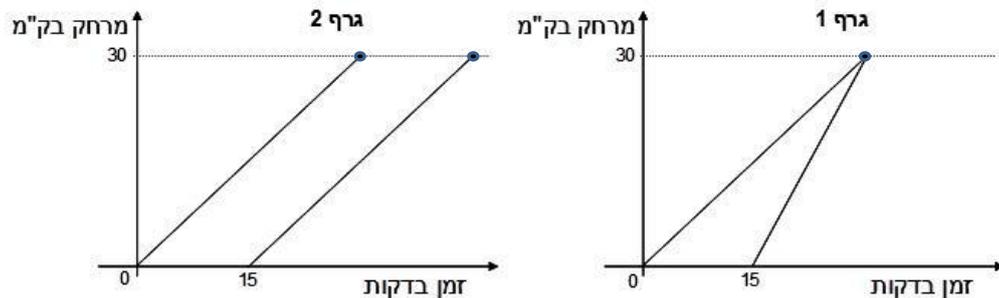
גלי יצאה מרחובות לתל-אביב (מרחק של כ-30 ק"מ). לאחר 15 דקות, רמי יצא בעקבותיה. הגרפים הבאים מתארים מצבים אפשריים של נסיעתם (בהנחה שנסעו במהירות קבועה).



- בכל גרף, סמנו איזה משני הישרים מתאר את הנסיעה של רמי ואיזה ישר מתאר את הנסיעה של גלי. הסבירו.
- אילו גרפים מתארים שהמהירות של רמי גדולה מזו של גלי. הסבירו.
- איזה גרף מתאר שרמי נסע מהר יותר אך הוא הגיע כמה דקות אחרי גלי? הסבירו.
- איזה גרף מתאר שרמי הגיע לת"א 15 דקות אחרי גלי? הסבירו.
- הוסיפו בגרף הבא, ישר המתאר את הנסיעה של רמי אם הוא יצא 15 דקות אחרי גלי אך נסע לאט יותר.



1. אם המהירות של גלי היא 60 קמ"ש (בכל אחד מהגרפים), סמנו את שיעורי הנקודות בשני הגרפים הבאים, וכתבו ביטוי אלגברי לכל הקווים.



פתרונות והערות

א. הישרים שעוברים בראשית הצירים מתארים את נסיעתה של גלי, והישרים האחרים את נסיעתו של רמי.

ב. בגרפים 1,3 ו-4 המהירות של רמי גדולה יותר מהמהירות של גלי כי שיפועי הישרים גדולים יותר (השיפוע של הישר מתאר מרחק ליחידת זמן, כלומר המהירות).

ג. גרף 3.

ד. בגרף 2 הישרים מקבילים (כלומר נסעו באותה מהירות), ולכן רואים כי המרחק האנכי בין שני הקווים נשאר קבוע (כלומר, בכל מרחק נתון רואים כי הפרש הזמנים נשמר קבוע, 15 דקות).

ה. כל גרף בו השיפוע של הקטע הישר שמתחיל בנקודה (15,0) קטן יותר מהגרף המתאר את הנסיעה של גלי.

1. בגרף אחד מסומנת הנקודה (30,30) ובגרף 2 מסומנות הנקודות (30,30) ו-(45,30). משוואות הישרים בגרף 1 הן: $y = x$ ו- $y = 2x - 30$. יש לשים לב כי משוואות אלה מבטאות את המהירות בק"מ לדקה (כפי שהגרף מציין במפורש). במשוואה הראשונה השיפוע הוא 1, כלומר המהירות היא קילומטר לדקה (60 קמ"ש). במשוואה השנייה השיפוע הוא 2, כלומר 2 קילומטר לדקה, כלומר 120 קמ"ש, מהירות שאינה מותרת בכביש זה!). המשוואות בגרף 2 הן: $y = x$ ו- $y = 2x - 15$. גם במקרה זה יש לשים לב ליחידות!

שאלה 12

ב- 23 ביולי 1983, המריאה טיסת אייר קנדה (Air Canada) מס' 143 ממונטריאל (Montreal), קנדה, לאדמונטון (Edmonton) עם חניית ביניים באוטאווה (Ottawa).



היום היה בהיר ולא היה צפוי שינוי כלשהו במזג האוויר. לאחר חניית הביניים, הטיסה המריאה מאוטווה ללא בעיות. דגם המטוס (Boeing 767) היה חדיש, ובאותה תקופה היה נחשב למשוכלל בעולם מבחינה טכנולוגית. המטוס הוא דו מנועי, אך גדול, עם קיבולת המאפשרת להטיס כ- 250 נוסעים.

החידושים הטכנולוגים אמורים להקל על חיי הטייס. כל המכשור במטוס ממוחשב, עד כדי כך שהתקן הפסיק לחייב נוכחות של מהנדס טיסה בצוות שכלל רק טייס וטייס משנה. אחרי שהמטוס עבר את האזור של רד לייק (Red Lake), נדלקה נורית אדומה ונשמעה אזעקה – הטייסים מיד אבחנו שמדובר בתקלה כלשהי באחת משש משאבות הדלק של המטוס. משאבת הדלק אמורה להעביר דלק משלושת המכלים של המטוס (אחד בכל כנף ואחד בבטן המטוס) לשני המנועים. לכל מיכל שתי משאבות. התקלה יכולה לנבוע ממספר סיבות: תקלה במשאבה עצמה, צינור פקוק, או חוסר דלק במיכל. לא יתכן שהדלק אזל כי הדבר נבדק היטב לפני הטיסה והתדלוק התבצע. הטייס בדק את הטעון בדיקה ומיד הבין שגם אם אין אפשרות לתקן שום דבר, המטוס יוכל להמשיך ללא משאבה אחת – הרי יש בסך הכול שש משאבות! לאחר כמה רגעים של שקט, נדלקה הנורית שוב, והמשאבה השנייה הקשורה לאותו מיכל דלק שבקה חיים. זה כבר היה מוזר בעיני הטייסים, ולכן החליטו לנחות בוויניפג (Winnipeg). פקחי הטיסה אישרו את בקשת הטייסים.



לא עבר זמן רב וכל ארבע משאבות הדלק הנוספות נדמו. זמן קצר לאחר מכן, אחד המנועים הפסיק לפעול אף הוא, ובהעדר משאבות דלק פעילות, הפסקת הפעולה של המנוע השני עלולה הייתה להתרחש תוך דקות ספורות.

הטייס הודיע על כך מיד לפקחי הטיסה בוויניפג וביקש הכנות לנחיתה אונס עם חשש להתרסקות. הוא התחיל לכבות את מה שניתן כדי לנסות לחסוך את מעט הדלק שעדיין זרם למנוע השני. הטייסים התחילו להתכונן לנחיתה בעזרת מנוע אחד בלבד. כשהתחילו להנמיר, המנוע השני הפסיק לפעול לגמרי. ללא מנועים, לא רק שאין הנעה למטוס, אלא שגם כל המערכות (המופעלות על ידי הזרם החשמלי שמחוללים המנועים) משתתקות, והמכונה המשוכללת נשארת דואה באוויר ללא כל אפשרות של שליטה עליה. מטוס כזה יכול לדאות באוויר לזמן מה בתנאי ש: 1- טייסו מיומן ביותר בכך (ולא כל טייס מיומן בדאייה), 2- הנחיתה קרובה, ו-3 לפחות חלק מהמערכות פועלות כדי לאפשר לטייס לתמרן את הדאייה לקראת נחיתה. במקרה שלנו, הטייס היה מנוסה בדאייה, אך היעד (וויניפג) היה במרחק של כ- 160 קילומטר ולא היה ברור אם המערכות הנחוצות יפעלו.

ובכן, המטוס המשוכלל שמנועיו הפסיקו לפעול נמצא דואה בשמיים כמעט ללא כל תקווה להינצל מהתרסקות וודאית. הבלתי ייאמן קרה – כיוון שההסתברות שבכל שש המשאבות תתרחש בו זמנית אותה תקלה (או תקלות שונות) היא אפסית, ברור כי למטוס אזל הדלק. איך יתכן שדבר כזה יקרה? מה לא עבד כאן נכון? ובכן מה שלא עבד כאן נכון הוא היבט מסוים של "חשיבה כמותית".

אמנם המטוס היה חדש לגמרי ותקני התחזוקה היו נושא לבדיקה, תיקון ועדכון. אך, כאשר המטוס היה לפני המראה ממונטריאול, התגלתה תקלה במד הדלק האלקטרוני. מד דלק כזה מראה לטייס מהי כמות הדלק במכלים ומהי כמות הדלק הנחוצה כדי להטיס את המטוס ליעד שנבחר. עובדי התחזוקה שכנעו את הטייס שאין צורך לעכב את הטיסה כי ניתן למדוד את כמות הדלק באופן ידני ולבדוק בטבלאות כמה נחוץ לטיסה. בדיקה ידנית של כמות הדלק במכלים מתבצעת בשיטה שקוראים לה באנגלית dipstick (מקלון טבילה) וימיה כימי תולדות הטיסה. שיטה זו דומה לאופן בו מודדים את השמן במכוניות. מכונאי מקלון למיכל, המקלון נרטב עד גובה פני הדלק במיכל ועם הוצאתו ניתן לקרוא נתון זה ולתרגמו, בעזרת טבלאות מתאימות, לנתוני נפח. פרוצדורה זאת התבצעה ללא דופי במונטריאול, לפני ההמראה, במטרה לתדלק את המטוס לכל הטיסה, כך שלא יהיה צורך בתדלוק נוסף בחניית הביניים.

הבדיקה הידנית וקריאת הנתונים הראו כי סך כמות הדלק במכלים היה 7,682 ליטרים. כל מה שנותר לבדוק היה איזה כמות דרושה לטיסה, לחסר מכמות זאת את מה שכבר יש במכלים (שנשאר כעודף מטיסה קודמת) ולהוסיף את הדלק שחסר.

הטייסים בדקו כי לטיסה כולה היו דרושים 22,300 קילוגרמים של דלק (כמות זו כוללת דלק נוסף במקרה של הארכת הטיסה מסיבות כלשהן). לכן, הבעיה היא "אם במכלים יש 7,682 ליטרים של דלק, כמה ליטרים יש להוסיף כדי להגיע לסך הכול של 22,300 הקילוגרמים הנחוצים לכל הטיסה?"

הנתון הנחוץ לפתרון בעיה זו הוא משקל של ליטר דלק, או במלים אחרות המשקל הסגולי של הדלק. על פי חישובים שנערכו בעבר, הם השתמשו ביחס המרה של 1.77 ק"ג לליטר.

א. במכלים היו 7,682 ליטרים של דלק. בהנחה כי המשקל של כל ליטר דלק הוא 1.77 ק"ג, מה משקל הדלק שהיה במכלים?

ב. כדי להשלים את הטיסה היו דרושים 22,300 ק"ג של דלק. כמה קילוגרמים היו חסרים להשלמת הטיסה?

ג. על פי החישוב הנ"ל, כמה ליטרים של דלק יש להוסיף?

ד. באותם הימים, עברו בקנדה לשיטה המטרית. וככל הנראה, זו הייתה הסיבה שאף אחד לא שם לב כי התבססו על משקל הסגולי שגוי. המשקל הסגולי של דלק סילוני הוא 1.77 פאונד לליטר. פאונד אחד שקול ל- 0.45359 קילוגרם. בצעו את החישובים הקודמים על פי הנתונים המתוקנים. כמה דלק היה חסר להשלמת הטיסה? תנו את תשובתכם ביחידות של ק"ג, פאונד וליטר.

פתרונות והערות

א. $13597.14 = 7682 \times 1.77$. על פי החישוב היו במכלים כ- 13600 ק"ג דלק.

ב. $8703 = 22300 - 13597$. על פי החישוב היו חסרים להשלמת הטיסה כ- 8700 ק"ג דלק.

ג. $4916 = 8703 \div 1.77$. על פי החישוב היו חסרים להשלמת הטיסה כ- 4916 ליטר דלק.

ד. החישוב הנכון היה צריך להיות: $\frac{7682 \text{ ק"ג}}{1.77 \frac{\text{פאונד}}{\text{ליטר}}} \times 0.45359 \frac{\text{ק"ג}}{\text{פאונד}} = 1980.804 \frac{\text{ק"ג}}{\text{ליטר}}$

לכן משקלו האמיתי של הדלק שהיה במכלים לפני התדלוק היה

$$1980.804 \times 7682 = 15216180 \text{ ק"ג}$$

ולכן, להשלמת הטיסה כמתוכנן היו נחוצים $16120 = 22300 - 15216$ ק"ג נוספים של דלק, שהם $35539 = 16120 \div 0.45359$ פאונד. כמות זו שקולה ל- $\frac{16120}{0.804} = 19925$ ליטרים, שהם 20050 ליטר, פי 5 יותר מהכמות שהוסיפו בפועל בגלל אי תשומת לב ליחידות.

סוף דבר

מקרה זה מעיד לא רק על טעות בבחירת נתון ביחידות מדידה לא נכונות, אלא גם על היעדר "חוש למספרים". סביר להניח כי מכונאים ומתדלקים של מטוסים יודעים כי דלק קל יותר

ממים (שמשקלו קילוגרם לליטר) ולכן, לא יתכן כי משקלו של ליטר דלק הוא 1.77 ק"ג. כמו כן, ניתן לטעון כי בעלי "חוש למספרים" במקרה זה היו תוהים האם יתכן כי כמות הדלק במכלי המטוס לפני התדלוק (שככל הנראה נשארה מטיסה קודמת) מהווה כשני שליש מסך כמות הדלק הדרושה לטיסה כה ארוכה.

מסיפור זה, ומרבים אחרים, ניתן להסיק כי חשיבה כמותית חייבת לכלול מרכיבים נוספים מעבר למיומנויות החישוב. שאלות כמו "האם המספרים הגיוניים להקשר?" עשויות להפנות את תשומת הלב לתיקון שגיאות שכרוכות בדיני נפשות.

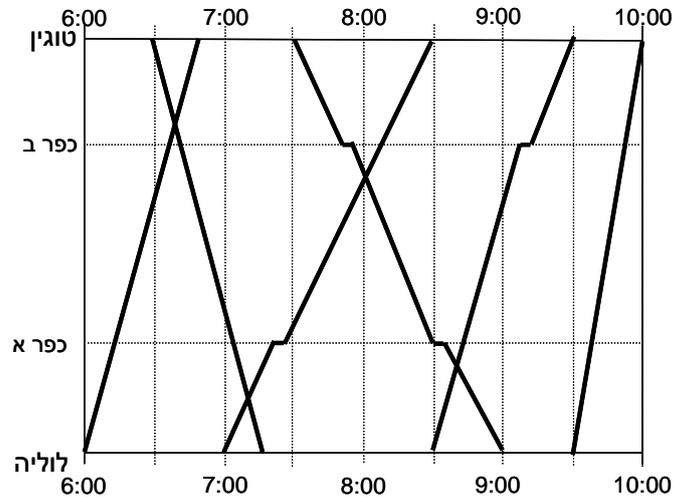
מה קרה למטוס? המטוס דאה עם מנועים דוממים. הטייס הבין כי לא יוכל לדאות עד לוויניפג. אך, הוא הבין כי בעזרת טורבינת חרום (שאינה פועלת על דלק, אלא על זרימת אוויר) המספקת כח שמאפשר תמרונים מסוימים, יוכל להביא את המטוס לנחיתה חרום בשדה תעופה קרוב, אם ימצא כזה. למזלם, נודע לטייס על קיום שדה תעופה נטוש בסביבה אשר שימש ילדים לרכיבה על אופניים ולאיומן בסקטים. המטוס תומרן על ידי הטייס המיומן שהצליח להנחיתו ללא נפגעים ולאחר שגרם לבהלה ולמנוסה של ילדים ומבוגרים אשר בילו את השבת על המסלול הנטוש. המטוס שבר את הגלגלים הקדמיים ונעצר ללא הצתה (שעלולה הייתה להיגרם משפשוף גחון המטוס עם האספלט) מטרים ספורים לפני סוף המסלול.



פרטים נוספים על סיפור אמיתי זה ועל הסרט העלילתי שהופק בעקבותיו ("נפילה חופשית 174") ניתן למצוא באינטרנט.

שאלה 13

להלן לוח זמנים של רכבות הבוקר בין הערים לוליה וטוגין (עם תחנות ביניים בכפר א ובכפר ב). לוחות מסוג זה היו נהוגים באירופה במאה ה-19.



- א. באיזו שעה מגיעה לטוגין רכבת שיוצאת מלוליה בשעה 7:00?
- ב. באיזו שעה מגיעה ללוליה רכבת שיצאה מטוגין בשעה 7:30?
- ג. ציינו ליד כל גרף האם הוא מייצג זמני נסיעה של רכבת ישירה (ללא תחנות ביניים) או מאספת והסבירו.
- ד. דני רוצה לנסוע מלוליה לכפר א. יש רק רכבת אחת מתאימה. באיזו שעה עליו לצאת?
- ה. יונה רוצה לנסוע מלוליה לכפר ב. יש רק רכבת אחת מתאימה. באיזו שעה עליה לצאת?
- ו. איזו רכבת יותר מהירה: זו שיוצאת מלוליה ב-7:00 או זו שיוצאת ב-8:30? הסבירו.
- ז. מצאו את הרכבת המהירה ביותר. הסבירו.
- ח. באיזו שעה פוגשת הרכבת שיוצאת מטוגין ב-7:30 את הרכבת שיצאה מלוליה ב-7:00? כמה זמן אחרי היציאה מטוגין מתרחש המפגש? כיצד ניתן לראות זאת בגרף?
- ט. המרחק בין שתי הערים הוא 90 ק"מ. מה היא המהירות הממוצעת של הרכבת שיוצאת מטוגין ב-7:30?

פתרונות והערות

א. 8:30

ב. 9:00

ג. קו ישר מציין נסיעה ללא עצירות, קו "שבור" מציין נסיעה עם עצירה.

ד. 7:00

ה. 8:30

ו. הרכבת שיוצאת ב-8:30

ז. הרכבת המהירה ביותר מיוצגת על ידי הקו התלול ביותר (אותו מרחק בפחות זמן) והיא זו שיוצאת מלוליה ב-9:30 וזמן נסיעתה שעה אחת.

ח. חצי שעה, על פי הזמן שעובר מזמן היציאה עד זמן הפגישה (של שני הקווים).

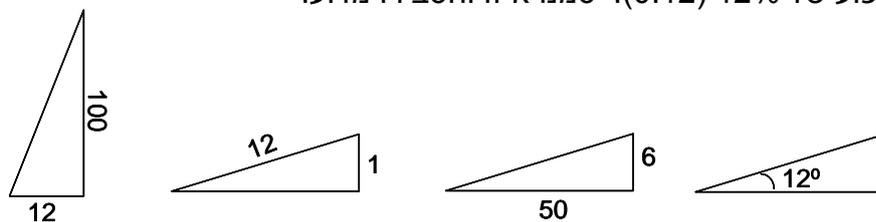
ט. 60 קמ"ש. יש לציין שמהירות ממוצעת זו מושפעת משתי העצירות בדרך.

שאלה 14

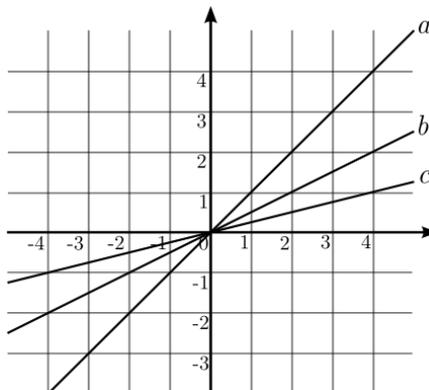
במקומות מסוימים בעולם ישנם תמרורים המראים את מידת התלילות של כביש באמצעות אחוזים (ראו תמונה). תלילות של כביש מחושבת כמו שיפוע של ישר במערכת צירים.



א. להלן סקיצות של קטע כביש (היתר בכל אחד מהמשולשים). רק אחת מהן מתאימה לשיפוע של 12% (0.12). סמנו איזו והסבירו מדוע.



ב. התאימו לכל ישר בגרף את אחוזי השיפוע הבאים: 100%, 25%, ו-50%. הסבירו את תשובותיכם.



ג. רשמו משוואה של ישר ששיפועו 20% ועובר דרך הנקודה (5,2).

ד. יש מצבים שבהם משתמשים ביחידות של אלפיות למדוד זוויות. יש בדיוק 6400 אלפיות במעגל. השם אלפית נבחר כיוון שזווית של אלפית אחת היא בקירוב הזווית (ביחס לכיוון האופקי) של ישר ששיפועו $0.1\% = 0.001$. המצב הזה שבו השיפוע של ישר שווה (בקירוב) לזווית שהוא יוצר עם הכיוון האופקי לא מתקיים עבור כל זווית, אבל הוא כן מתקיים עבור זוויות קטנות. חשבו בקירוב את הזווית (ביחס לכיוון אופקי) של קטע כביש ששיפועו 5%. בטאו את תשובתכם באלפיות ובמעלות.

פתרונות והערות

א. רק כאשר הניצב הקטן הוא 6 והגדול 50, השיפוע הוא של 0.12.

ב. ישר a הוא בעל שיפוע של 100% כלומר 1, ישר b הוא בעל שיפוע של 50%, כלומר 0.5 וישר c הוא בעל שיפוע של 0.25. זאת ניתן לקרוא מהגרפים.

ג. $y = 0.2x + 1$

ד. זווית בת 5% (5 מאיות) היא בקירוב בת 50 אלפיות. כיוון שיש 6400 אלפיות או 360 מעלות במעגל, חישוב פרופורציות מראה כי זווית זו היא בקירוב בת $\frac{50 \cdot 360}{6400} \approx 2.8$ מעלות.

שאלה 15

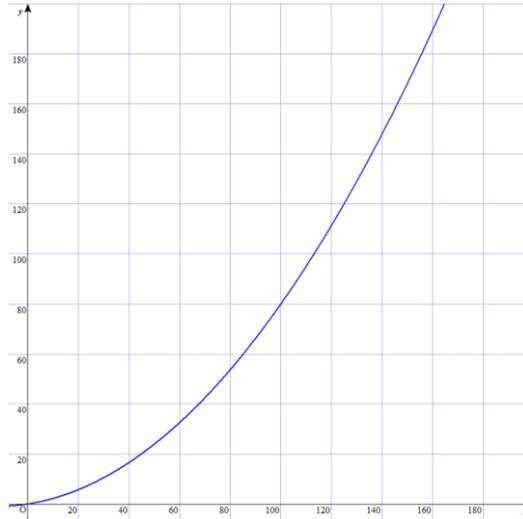
מרחק עצירה של רכב הוא המרחק שעובר הרכב מהרגע שהנהג מחליט לבלום ועד לעצירתו המוחלטת של הרכב. מרחק זה תלוי באופי הכביש, במהירות התגובה של הנהג ובגורמים נוספים. בעזרת חישוב סטטיסטי (בכביש מישורי עם נהגים רבים) נקבעה הנוסחה המקורבת הבאה, המקשרת את מרחק העצירה d במטרים למהירות v של המכונית בקמ"ש, כך:

$$d = \frac{(2v + 25)^2}{625} - 1$$

- א. חשבו את מרחק העצירה עבור מהירות של 60 קמ"ש.
- ב. אם המהירות היא פי שניים מזו של הסעיף הקודם, פי כמה גדל מרחק העצירה?
- ג. באיזו מהירות יש לנסוע כדי להספיק לבלום לפני מכשול בדרך אותו רואים במרחק של 24 מטרים?
- ד. פשטו את הנוסחה ושרטטו סקיצה של גרף פונקציית העצירה.
- ה. נמצא כי מרחק העצירה של משאית מסוג מסוים הוא $d = \frac{(v+5)^2}{100}$. האם יש מהירויות בהן מרחק העצירה של משאית ושל מכונית שווים?
- ו. מכונית ומשאית נוסעות זו מול זו בכביש חד-מסלולי צר ומפותל. הנהגים הבחינו בהתנגשות המתקרבת כאשר המרחק בין הרכבים היה 60 מטרים. המכונית נסעה במהירות של 50 קמ"ש והמשאית במהירות 60 קמ"ש. האם יספיקו לעצור מבלי להתנגש?

פתרונות והערות

- א. 32.64 מטרים.
- ב. כאשר המהירות גדלה פי שניים, מרחק הבלימה גדל בערך פי שלושה וחצי, למרחק של 111.36 מטרים.
- ג. במהירות קטנה מ-50 קמ"ש.
- ד. $d = 0.0064v^2 + 0.16v$



ה. במהירות 0 קמ"ש מרחקי העצירה של שניהן 0 מטרים. גם במהירות 8.3 קמ"ש מרחקי העצירה שווים.

ו. מרחק העצירה של המכונית צפוי להיות 24 מטרים, ומרחק העצירה של המשאית צפוי להיות 42.25 מטרים. לכן הן לא יספיקו לעצור לפני התנגשות כי סכום מרחקי העצירה גדול מ-60 מטרים.