

פרק 15 - מספרים מכוונים וציר המספרים

מה נלמד בפרק זה?

- נכיר את המספרים השליליים ואת השימושים בהם בחיי היומיום.
- נכיר את ציר המספרים.
- נלמד למקם מספרים חיוביים ושליליים על ציר המספרים.
- נלמד מהם מספרים נגדיים ומהו ערך מוחלט.

המספרים השליליים

לאורך רוב ההיסטוריה האנושית הגבילו בני האדם את עיסוקם רק למספרים מסוגים מסוימים:

1. מספרים המייצגים כמות מוחשית מחיי היומיום. לדוגמה, ארבעה תפוזים או שישה מטרים וחצי.
 2. המספר אפס. לדוגמה, אם יש לי "אפס תפוחים", המשמעות היא שאין לי תפוחים.
- כלומר, בתקופות אלו, המספר הנמוך ביותר שבו עסקו בני האדם היה 0.

העיסוק במספרים הקטנים מאפס הופיע כאשר בני האדם מצאו בהם שימוש כדי להציג תופעות באופן טוב יותר, שלא היה אפשרי קודם לכן. מספרים אלו נקראים **מספרים שליליים**, ואנו מכירים אותם כיום משימוש יומיומי. נציג מספר דוגמאות לשימוש במספרים שליליים.

בניין רב קומות - בבניינים מסוג זה, לרוב בונים את קומות החניון מתחת לאדמה. נתבונן בתרשים משמאל, המציג בניין בן 9 קומות.

בבניין זה יש 5 קומות מגורים, קומת כניסה ו-3 קומות חניון תת-קרקעי.

בבניין זה ניתן היה למספר את הקומה התחתונה, הנמצאת מתחת לאדמה, כקומה 1 ואת הקומה העליונה כקומה 9. לו מספרנו את הקומות באופן זה, לא היה ביכולתנו לדעת אילו קומות, וכמה קומות, נמצאות מתחת לאדמה. כדי להימנע מכך, נהוג למספר את קומת הכניסה, הנמצאת בגובה הקרקע, בתור קומה "0".

כאשר נעלה בקומות מעליה, מספרי הקומה **גדלים**.

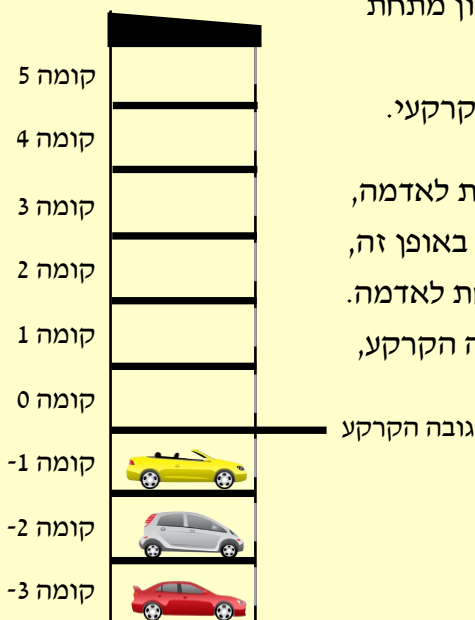
כאשר נרד בקומות מתחתיה, מספרי הקומה **קטנים**.

הקומות הנמצאות מתחת לקומה "0" מסומנות בסימן מינוס (-).

באופן זה, כאשר ניכנס למעלית בבניין שאיננו מכירים,

נוכל לדעת אילו קומות נמצאות מתחת לקומת הכניסה. לשאר הקומות הנמצאות מעל קומת הקרקע

אין סימן מינוס (-), וכך נדע שהן נמצאות מעל פני האדמה.



המספרים המסומנים במינוס (-), כגון -1, -2, -3, מייצגים מספרים הקטנים מאפס ונקראים **מספרים שליליים**, כפי שנאמר. המספרים הגדולים מאפס כגון 1, 2, 3 נקראים **מספרים חיוביים**.

בדוגמה שהצגנו בה את הבניין, המספרים השליליים מאפשרים לנו "לקבוע" את קומת הקרקע כקומה "0" ולהציג קומות נמוכות ממנה. בחיי היומיום קיימים מקרים רבים שבהם אנו מקבעים רמת "0", כך שיתאפשר לנו להציג ערכים גבוהים מ־0 או נמוכים מ־0, כדי לתאר תופעות:

במידת הטמפרטורה הנהוגה בישראל

לפי סולם צלסיוס, הוחלט לסמן

את הטמפרטורה שבה המים

קופאים בתור טמפרטורה 0°C .

הטמפרטורות הגבוהות ממנה,

מיוצגות במספרים חיוביים,

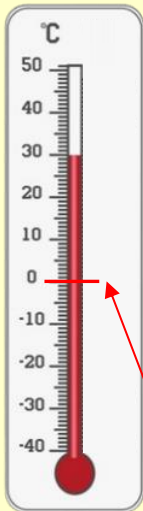
והטמפרטורות הנמוכות ממנה

מיוצגות במספרים שליליים.

ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר,

כך היא מייצגת חום גבוה יותר.

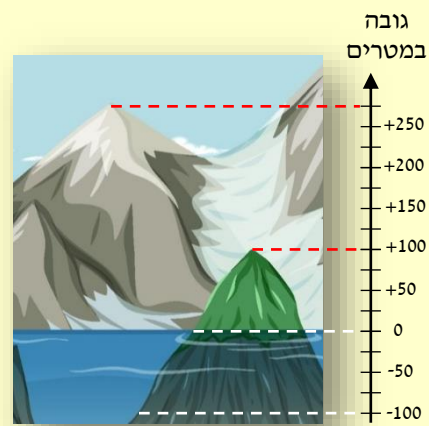
טמפרטורת הקיפאון של המים



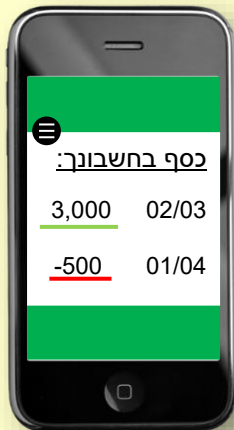
גובה פני הים מסומן כגובה "0" במפות

ובמידע גיאוגרפי. אזורים הנמוכים מגובה

פני הים מיוצגים על ידי מספרים שליליים.



במקרים אחרים, נוכל להשתמש במספרים השליליים כדי לתאר מחסור. אחת הדוגמאות המוכרות מחיי היומיום היא "המינוס בבנק". חשבון הבנק שלנו מציג את כמות הכסף הנכנס לחשבון (משכורת וכדומה) ואת כמות הכסף היוצא מהחשבון (קניות, תשלומי מס וכדומה). כאשר כמות הכסף היוצא גדולה מכמות הכסף הנכנס, חשבון הבנק מציג את החוסר שנוצר בחשבון בעזרת **מספרים שליליים**.



בציור המופיע משמאל מתואר המקרה הבא:

אופק פתח חשבון בנק והפקיד בו 3,000 ש"ח.

כעבור חודש הוציא אופק מהחשבון 3,500 ש"ח כדי לרכוש מחשב חדש.

למעשה, אופק הוציא מחשבון הבנק סכום גדול מהסכום שהיה בחשבון שלו.

הוצאת הכסף של אופק חרגה ב־500 ש"ח מהסכום שהיה בחשבונו.

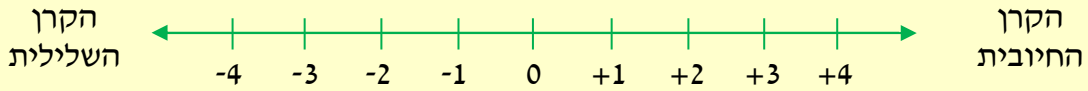
כעת הסכום המוצג בחשבון הבנק שלו הוא (-500) ש"ח ("מינוס 500 ש"ח").

כלומר, חסרים לאופק 500 ש"ח, שהם החוב שלו לבנק.

למעשה, יש לו סכום "שלילי" בחשבון הבנק.

ציר המספרים

ציר המספרים הוא ישר אינסופי שעליו מסומנת נקודת האפס.



על ציר המספרים מופיעים קווים המכונים **שְׁנֵתוֹת**. השנתות נמצאות במרחקים שווים זו מזו. במרכז הציר מופיעה שְׁנֵת המציינת את נקודת האפס ומחלקת את ציר המספרים לשתי קרניים:

הקרו החיובית - שנתות הנמצאות מימין לנקודת האפס, מציינות את מיקום המספרים החיוביים. ככל שנתרחק מה־0 לכיוון ימין, ערך המספר גדל.

את המספרים החיוביים נסמן בעזרת הסימן (+). לדוגמה: (+2), (+1.6), (+0.8).

הקרו השלילית - שנתות הנמצאות משמאל לנקודת האפס, מציינות את מיקום המספרים השליליים. ככל שנתרחק מה־0 לכיוון שמאל, ערך המספר קטן.

את המספרים השליליים נסמן בעזרת הסימן (-). לדוגמה: (-7), (-11), (-2.3).

לאורך ציר המספרים, כל מספר גדול מהמספר הנמצא משמאלו.

המספרים החיוביים, השליליים והאפס, נקראים **מספרים מכוונים**, משום שיש להם גודל וגם כיוון.

שימו לב! עבור המספרים השליליים - ככל שהמספר המופיע לצד סימן המינוס גדול יותר,

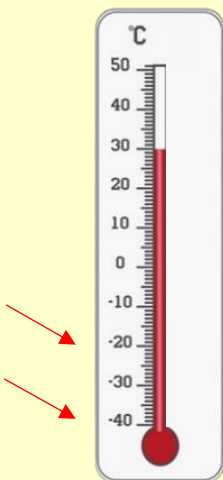
כך ערך המספר קטן יותר. לדוגמה, נתבונן במספרים (-4) ו(-3).

במבט ראשון ניתן להתבלבל ולחשוב שהמספר (-3) קטן מהמספר (-4). למעשה, ההפך הוא הנכון:

$$(-4) < (-3) \quad \checkmark \quad (-4) > (-3) \quad \times$$

המספרים המופיעים לצד סימן המינוס מייצגים את המרחק של אותו מספר מהמספר אפס.

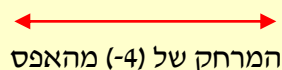
לדוגמה: המרחק של המספר (-3) מהאפס הוא 3 יחידות. המרחק של המספר (-4) מהאפס הוא 4 יחידות.



המרחק של (-3) מהאפס



המרחק של (-4) מהאפס



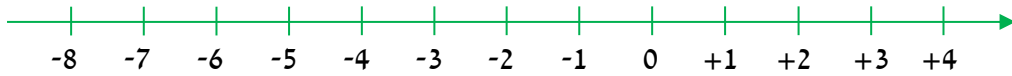
נתבונן בדוגמה מחיי היומיום שממחישה את הנושא.

נבדוק איזו טמפרטורה נמוכה יותר: $^{\circ}\text{C} (-20)$ או $^{\circ}\text{C} (-40)$.

הטמפרטורה $^{\circ}\text{C} (-40)$ רחוקה יותר מהאפס, ביחס לטמפרטורה $^{\circ}\text{C} (-20)$.

לכן הטמפרטורה $^{\circ}\text{C} (-40)$ נמוכה יותר.

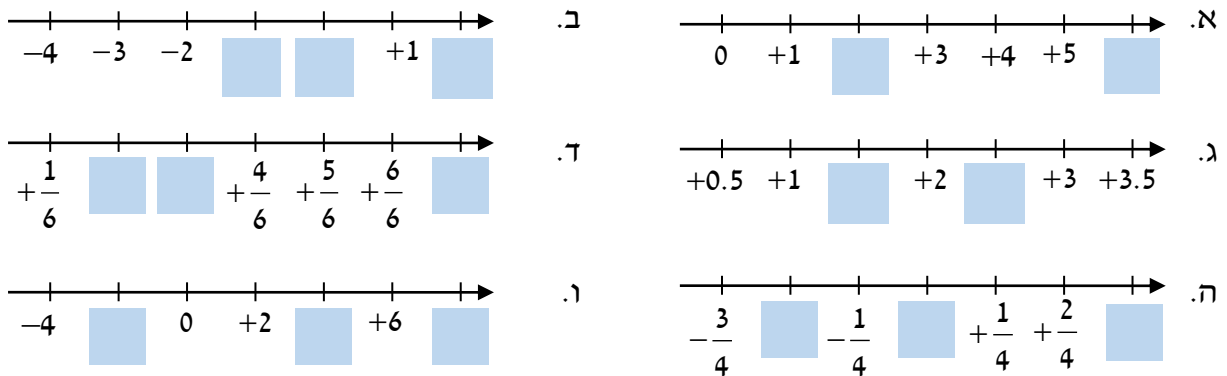
1. היעזרו בציר המספרים, ובכל סעיף השלימו במחברת את אחד הסימנים $>$, $=$, $<$:



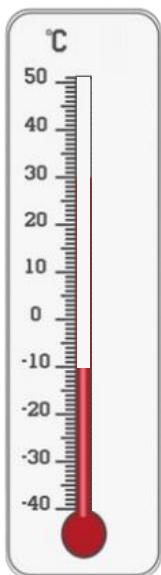
- א. $+4$ $+2$ ב. $+2$ 0 ג. -8 -7
 ד. -6 0 ה. -3 $+1$ ו. -5 $+4$

2. לפניכם צירים. בכל ציר חסרים שני מספרים. עבור כל סעיף:

- i. קבעו מהו המרחק בין כל שתי שנתות צמודות.
 ii. העתיקו את ציר המספרים למחברת, והשלימו את המספרים החסרים במשבצות.



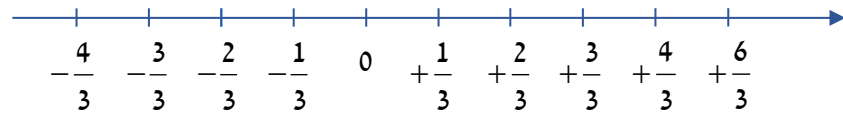
3. לפניכם מדחום המציג את הטמפרטורה בעיר הלסינקי הנמצאת בפינלנד.



- א. מצאו מהי הטמפרטורה שנמדדה בהלסינקי.
 ב. לפניכם רשימת טמפרטורות שנמדדו בערים שונות בעולם:
 i. בפריז נמדדה הטמפרטורה 16°C (-).
 ii. בברצלונה נמדדה הטמפרטורה 22°C (+).
 iii. במונטריאול נמדדה הטמפרטורה 25°C (-).
 iv. בטורונטו נמדדה הטמפרטורה 21°C (-).
 v. במוסקבה נמדדה הטמפרטורה 7°C (-).

מצאו באילו מהערים נמדדה טמפרטורה נמוכה מזו שנמדדה בהלסינקי.

4. היעזרו בציר המספרים, והשלימו במחברת את אחד הסימנים $>$, $=$, $<$:



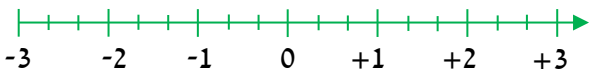
א. $+\frac{4}{3}$ $+\frac{2}{3}$ ב. $+\frac{2}{3}$ $+\frac{6}{3}$ ג. $+\frac{2}{3}$ $-\frac{1}{3}$
 ד. $-\frac{4}{3}$ $-\frac{8}{6}$ ה. $+\frac{4}{3}$ $-\frac{1}{3}$ ו. $-\frac{4}{3}$ $-\frac{1}{3}$

5. השלימו במחברת את אחד הסימנים $>$, $=$, $<$:

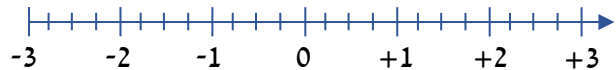
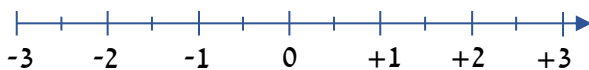
א. 0 $+3.5$ ב. $+3.5$ $+7.5$ ג. -1.5 0
 ד. -2.5 $+5.5$ ה. $+3.5$ -1.5 ו. -1.5 -2.5

6. העתיקו את ציר המספרים למחברת, וסמנו בו את המספרים שמעליו:

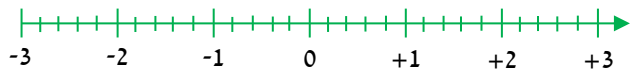
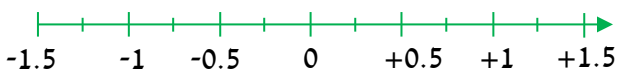
א. $+12, +8, -6, -12, -4, -2$ ב. $-\frac{1}{3}, -2\frac{2}{3}, -\frac{2}{3}, +\frac{1}{3}, -1\frac{2}{3}$



ג. $-2\frac{1}{4}, +1\frac{2}{4}, -\frac{3}{4}, +\frac{1}{4}, -1\frac{2}{4}$ ד. $-1.5, -2.5, +1.5, +2.5, -0.5$



ה. $+2.8, -2.2, -0.6, +1.4, -1.6$ ו. $-1.25, +1.25, +0.25, -0.75, +0.75$



היכן משתמשים במספרים שליליים בעולם המדע?

המספרים השליליים הם בעלי חשיבות רבה במתמטיקה ובמדעים המדויקים. לדוגמה:

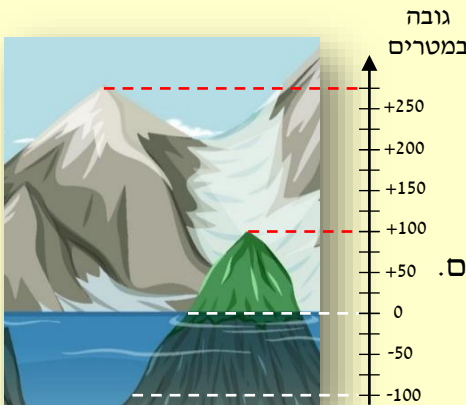


בכלכלה המספרים השליליים לרוב מייצגים מחסור או חובות ("המינוס בחשבון הבנק") וקשורים גם בריבית, בשערי חליפין, במדידת עלייה וירידה של מחירים וכמעט בכל נושא כלכלי.
במטאורולוגיה משתמשים במספרים שליליים כדי להציג את הטמפרטורה במקומות שונים ברחבי כדור הארץ.

7. בחרו את המספרים המתאימים למקום הריק כך שתתקבל טענה נכונה: $\square < -3$:
- i. -2 ii. -2.7 iii. -3.3 iv. -3 v. -6

8. בחרו את המספרים המתאימים למקום הריק כך שתתקבל טענה נכונה: $-8 < \square < +4$:
- i. -6 ii. -8.4 iii. -4.8 iv. +2.7 v. -3.5

9. בחרו את המספרים המתאימים למקום הריק כך שתתקבל טענה נכונה: $-4.5 < \square < -3$:
- i. -4.6 ii. -3.4 iii. -4.8 iv. -3.99 v. -2.9



מהו גובה פני הים?

במחקר הגיאוגרפי העולמי, הוחלט לסמן את גובה פני הים בתור "גובה 0".

באופן זה, מקומות גבוהים מפני הים מקבלים ערכים **חיוביים**.

לדוגמה, פסגת הר תבור נמצאת בגובה (+585) מטרים מעל פני הים.

מקומות נמוכים מפני הים מקבלים ערכים **שליליים**. לדוגמה,

חוף ים המלח נמצא בגובה (-430) מטרים, מתחת לפני הים.

10. קראו את ההסבר לגבי גובה פני הים המופיע מעל שאלה זו.
- לפניכם רשימת אתרים מיבשות שונות בעולם. סדרו אותם לפי גובהם ביחס לגובה פני הים:
- שקע קטארה, הנמצא באפריקה, הוא בגובה (-133) מטרים, מתחת לפני הים.
 - מנהרת אייקסונד, המקום הנמוך באירופה שאליו ניתן להגיע בעזרת כלי תחבורה, הוא בגובה (-287) מטרים, מתחת לפני הים.
 - אגם אייר באוסטרליה הוא בגובה (-15) מטרים, מתחת לפני הים.
 - אגן בדווטר, הנקודה הנמוכה ביותר בצפון אמריקה, הוא בגובה (-86) מ', מתחת לפני הים.

11. קבעו אילו מהטענות הבאות הן נכונות:

א. $-\frac{2}{3} < +\frac{2}{3}$ ב. $\frac{1}{3} > -\frac{2}{3}$ ג. $+\frac{1}{5} < -\frac{4}{5}$ ד. $-\frac{9}{4} > +\frac{8}{4}$

ה. $-1\frac{5}{6} > +\frac{3}{6}$ ו. $\frac{1}{9} > -3\frac{8}{9}$ ז. $-5\frac{3}{9} < -1\frac{6}{9}$ ח. $-10\frac{1}{4} > -\frac{2}{4}$

12. קבעו אילו מהטענות הבאות הן נכונות:

- א. $-1 < +3.5$ ב. $-1.2 < -5$ ג. $-7.5 < -0.5$ ד. $-25.4 < +5.2$
 ה. $-25.6 > +0.1$ ו. $-0.8 > -0.2$ ז. $-4.5 < -8.6$ ח. $-1.1 < -2.3$

13. בכל טענה מופיע מספר עם ספרה חסרה. מצאו את הספרות המתאימות כך שתתקבל טענה נכונה:

- א. $-72 < -7$ ב. $5 < -43$ ג. $8 < -73$ ד. $-17 < -2$

14. במדינות קרות במיוחד שבהן רוב השנה שוררות טמפרטורות נמוכות מאוד מתחת לאפס, נקבעו חוקים שלפיהם יוחלט אם יתקיימו הלימודים בבתי הספר. במדינה מסוימת הוחלט כי כאשר



הטמפרטורה ביישוב כלשהו נמוכה מ- $^{\circ}\text{C} (-30)$, יום הלימודים **מבוטל**.
 כאשר הטמפרטורה בין $^{\circ}\text{C} (-30)$ לבין $^{\circ}\text{C} (-20)$, התלמידים יגיעו לבית הספר רק אם יש להם **הסעה**.

כאשר הטמפרטורה בין $^{\circ}\text{C} (-20)$ לבין $^{\circ}\text{C} (-10)$,

הלימודים מתקיימים, אך ההפסקה מתקיימת **במבנה**.

כאשר הטמפרטורה היא $^{\circ}\text{C} (-10)$ ומעלה, הלימודים מתקיימים **כרגיל**.
 קבעו איזו מהטענות הבאות היא נכונה:

- א. הטמפרטורה ביישוב של ליסה היא $^{\circ}\text{C} (-26)$, ולכן היא יכולה להגיע לבית הספר ברגל.
 ב. הטמפרטורה ביישוב של ויקי היא $^{\circ}\text{C} (-6)$, ולכן עליה למצוא הסעה כדי ללכת לבית הספר.
 ג. הטמפרטורה ביישוב של ויליאם היא $^{\circ}\text{C} (-16)$, ולכן בהפסקה הוא ישחק בחצר בית הספר.
 ד. הטמפרטורה ביישוב של ג'ק היא $^{\circ}\text{C} (-31)$, ולכן לא יתקיימו הלימודים.

15. קבעו אילו מהטענות שלפניכן הן נכונות:

- א. $+1\frac{2}{5} < +4\frac{5}{8}$ ב. $-20\frac{1}{4} > +1\frac{1}{3}$ ג. $\frac{9}{10} > -6\frac{5}{6}$ ד. $-\frac{8}{2} < -1\frac{1}{2}$
 ה. $-1\frac{3}{4} > -10\frac{3}{5}$ ו. $-3\frac{4}{9} > -2\frac{4}{5}$ ז. $-9\frac{4}{7} < -1\frac{3}{6}$ ח. $-1\frac{3}{6} < -1\frac{4}{16}$

16. השלימו במחברת את אחד הסימנים $<$ או $>$ כך שתתקבל טענה נכונה:

- א. -3 -6 ב. $+8$ -7 ג. -5 -4 ד. -2 $+1$
 ה. -12 -10 ו. $+30$ -45 ז. $+5$ -5 ח. -8 -6

17. השלימו במחברת את אחד הסימנים < או > כך שתתקבל טענה נכונה:

א. $+\frac{1}{9}$ $+\frac{1}{7}$ ב. $-1\frac{1}{3}$ $-1\frac{2}{3}$ ג. $+3\frac{2}{5}$ $+4\frac{2}{5}$ ד. -2 $+1$

ה. $-\frac{3}{4}$ $-\frac{4}{3}$ ו. $-3\frac{1}{3}$ $-4\frac{1}{2}$ ז. $-\frac{2}{3}$ $-\frac{11}{30}$ ח. -0.15 -0.16

18. השלימו במחברת את אחד הסימנים < או > כך שתתקבל טענה נכונה:

א. $+0.1$ $+0.6$ ב. -0.6 $+0.6$ ג. -0.4 $+6.7$

ד. -0.3 $+0.2$ ה. -0.5 -12 ו. -0.6 -50

ז. -0.6 -0.3 ח. -1.3 -0.2 ט. -1.15 -1.25

19. השלימו במחברת מספר מתאים כך שתתקבל טענה נכונה. בכל סעיף יש יותר מתשובה נכונה אחת.

א. $-4 < \text{ } < +6$ ב. $-5 < \text{ } < 0$ ג. $-6.5 < \text{ } < -6$

ד. $-7.5 < \text{ } < -6.5$ ה. $+1.5 < \text{ } < +3.5$ ו. $-2.5 < \text{ } < -2.3$

ז. $+12.5 < \text{ } < +13$ ח. $-2.5 < \text{ } < -1.5$ ט. $-10.4 < \text{ } < -10.1$

20. סדרו במחברת את המספרים הבאים לפי סדר עולה, כך שהמספר הקטן ביותר יופיע משמאל:

א. $+8, +7, -5, +2, +6$

ב. $+3, +2, -6, -9, +10$

ג. $0, -1, +2, -3, +4$

ד. $+\frac{7}{4}, -8\frac{5}{6}, +1\frac{1}{2}, -\frac{2}{3}, +\frac{1}{2}$

ה. $+\frac{8}{2}, -\frac{6}{3}, +4\frac{1}{3}, -\frac{4}{3}, +\frac{2}{3}$

ו. $+\frac{1}{2}, -1\frac{4}{5}, +\frac{1}{4}, -\frac{1}{3}, +\frac{3}{4}$

ז. $+1.5, +2.1, +3\frac{2}{3}, -2.5, -4.5$

ח. $-0.1, +2.3, -3.1, +4.3, -\frac{2}{3}$

ט. $+3.2, -2.3, -2.1, -3\frac{3}{4}, +4\frac{1}{2}$

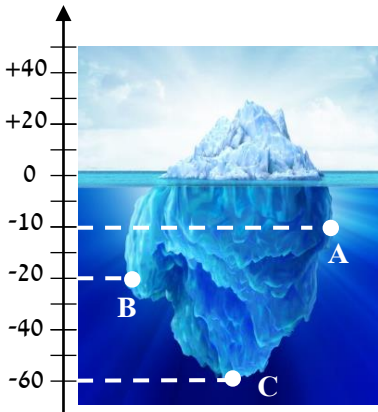
21. בספורט שנקרא צלילת סקובה (Scuba Diving), נעזרים בבלוני חמצן כדי לנשום מתחת למים במשך

פרקי זמן ארוכים. ככל שהצלילה מתבצעת באזור עמוק יותר מתחת לפני הים, כך מופעל לחץ חזק יותר על הגוף. לחץ זה מקטין את נפח הריאות ומקשה על הנשימה.



בתרשים שלפניכם מוצגות נקודות צלילה סביב קרחון גדול בים.

גובה / עומק
במטרים



א. האם בצלילה ישירה מהנקודה B לנקודה C, נפח הריאה הולך וגדל? הסבירו את תשובתכם.

ב. רונן צלל מהנקודה A לנקודה C וממנה לנקודה B.

קבעו איזו טענה משתי הטענות הבאות היא הנכונה:

i. תחילה, הקושי לנשום הלך וגדל. לאחר מכן, הקושי הלך ופחת.

ii. תחילה, הקושי לנשום הלך ופחת. לאחר מכן, הקושי הלך וגדל.

ג. נעמה צללה לנקודה הנמצאת על הקרחון בין הנקודות B ו-C.

כתבו עומק אפשרי של הנקודה שנעמה נמצאת בה.

ד. איתמר סיפר שבצלילה מהנקודה A לכיוון הנקודה E, שאינה מסומנת, הוא חש שקל לו יותר

לנשום. כתבו עומק אפשרי של הנקודה E.

ה. נתון שהנקודה D נמצאת בעומק של 40 מטרים מתחת לפני הים.

האם בצלילה ישירה מהנקודה C לנקודה D נפח הריאה קטן או גדל? הסבירו את תשובתכם.

22. עבור כל סעיף, קבעו מהי האפשרות הנכונה לגבי מיקום המספר על ציר המספרים:

א. המספר +4 נמצא מימין / משמאל למספר -4.

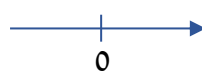
ב. המספר -8 נמצא מימין / משמאל למספר -6.

ג. המספר $-2\frac{2}{3}$ נמצא מימין / משמאל למספר $-3\frac{1}{3}$.

ד. המספר -5 נמצא מימין / בין / משמאל למספרים -4 ו-8.

ה. המספר -4.3 נמצא מימין / בין / משמאל למספרים 0 ו-3.

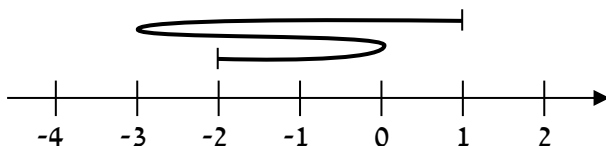
ו. המספר +1 נמצא מימין / בין / משמאל למספרים +6 ו-7.



23. לפניכם ציר המספרים, ועליו המספר 0.

בכל סעיף, העתיקו את הציר למחברת, ומקמו עליו את המספרים x ו-y בהתאם לנתונים:

א. $0 < x$, $y < 0$ ב. $y < x$, $x < 0$ ג. $y < 0$, $x < y$ ד. $0 < y$, $y < x$



24. לפניכם חוט שנמצא מעל ציר המספרים.

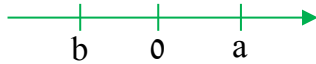
מהו אורכו של החוט בקירוב?

25. קבעו אילו מהטענות הבאות הן נכונות:

- א. $-5 < -3 < 0$ ב. $-4 < 0 < +2$ ג. $-7 < 0 < -2$
- ד. $-4\frac{1}{4} < 0 < -3$ ה. $-4 < -2\frac{2}{3} < -3$ ו. $-2\frac{1}{2} < -1\frac{1}{2} < +6\frac{1}{2}$
- ז. $-4.5 < -6.5 < -8.5$ ח. $-1.2 < +1.3 < -1.4$ ט. $-4.8 < -1\frac{1}{2} < +4.6$
- י. $-7.1 < -8.1 < +20.1$ יא. $-\frac{2}{3} < -\frac{1}{3} < +\frac{5}{6}$ יב. $-7.8 < -\frac{8}{4} < -1\frac{1}{2}$

26. בכל סעיף קבעו אם x הוא חיובי או שלילי:

- א. $0 < y, y < x$ ב. $x < y, y < 0$
- ג. $x < m, m < y, y < 0$ (*) ד. $m < x, 0 < m, y < 0$ (*)



27. (*) לפניכם ציר המספרים, ועליו ממוקמים המספרים a ו-b.

בחרו את הטענות הנכונות:

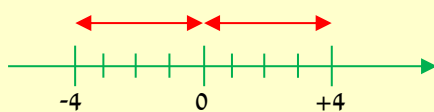
א. ניתן להסיק שמתקיים: $a = b$.

- ב. אם נוסיף 3 למספר a, ונוסיף 3 למספר b, אז בהכרח יתקיים: $b + 3 < a + 3$.
- ג. אם נוסיף 2 למספר a, ונחסר 5 למספר b, אז בהכרח יתקיים: $b - 5 < a + 2$.
- ד. אם נחסר 3 למספר a, ונחסר 3 למספר b, אז בהכרח יתקיים: $b - 3 < a - 3$.
- ה. אם נחסר 5 למספר a, ונוסיף 3 למספר b, אז בהכרח יתקיים: $b + 3 < a - 5$.

מספרים נגדיים

מספרים נגדיים הם שני מספרים הנמצאים על ציר המספרים משני צידי המספר אפס ובמרחקים שווים ממנו.

לדוגמה: המרחק של המספר 4 מאפס הוא 4 יחידות, המרחק של המספר (-4) מאפס הוא 4 יחידות.



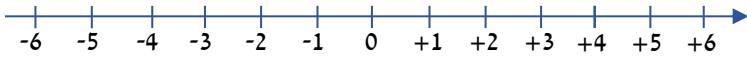
לכן המספר 4 והמספר (-4) נקראים **מספרים נגדיים**.

נשים לב שלכל מספר חיובי מתאים מספר שלילי **יחיד** כך שהסכום של שניהם הוא 0.

המספר 0 הוא המספר היחיד שהוא שווה בערכו למספר הנגדי לו, שגם הוא 0.

28. לפניכם צמדים של מספרים.

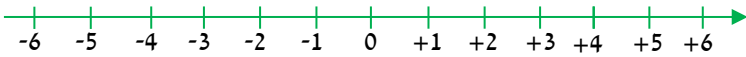
- א. הראשון: (+6), השני: (-5)
 ב. הראשון: (+3), השני: (-3)
 ג. הראשון: (+7), השני: (+7)
 ד. הראשון: (-100), השני: (+101)



היעזרו בציר המספרים משמאל, ועבור כל צמד ענו:

- i. מה המרחק של המספר הראשון מהמספר 0 על ציר המספרים.
- ii. מה המרחק של המספר השני מהמספר 0 על ציר המספרים.
- iii. האם המספרים הם מספרים נגדיים.

29. לפניכם חלק מציר המספרים.



- א. מצאו שני מספרים נגדיים, שהמרחק ביניהם על ציר המספרים הוא 10 יחידות.
- ב. מצאו שני מספרים נגדיים, שהמרחק ביניהם על ציר המספרים הוא 8 יחידות.
- ג. מצאו שני מספרים נגדיים, שהמרחק ביניהם על ציר המספרים הוא 3 יחידות.

הערך המוחלט

הערך המוחלט של מספר הוא המרחק שלו מהמספר אפס על ציר המספרים.

- ערך מוחלט של מספר מסומן על ידי שני קווים מקבילים מצדי המספר. לדוגמה: $|-5|$, $|+4|$.
- המרחק של המספר (+4) מאפס הוא 4 יחידות. לכן הערך המוחלט של (+4) הוא 4.
- המרחק של המספר (-5) מאפס הוא 5 יחידות. לכן הערך המוחלט של (-5) הוא 5.



הערך המוחלט של המספרים החיוביים והשליליים הוא תמיד חיובי מכיוון שמרחק הוא מספר

חיובי. דוגמאות נוספות: $|-7|=7$, $|+8|=8$, $|-15|=15$.

חֲשְׁבו, מהו המספר היחיד שהערך המוחלט שלו אינו חיובי?

30. חשבו את הערך המוחלט:

א. $|+3| =$ ב. $|-4| =$ ג. $|0| =$ ד. $|+2.5| =$

ה. $|\frac{-2}{3}| =$ ו. $|\frac{4}{5}| =$ ז. $|-8.7| =$ ח. $|\frac{-9 \cdot 3}{8}| =$

31. בכל סעיף השלימו במחברת את אחד הסימנים $<$, $=$, $>$ כך שתקבל טענה נכונה:

א. $|-4| \square +2$ ב. $|-4| \square +4$ ג. $|0| \square -4$ ד. $0 \square |-4|$
 ה. $-8 \square -2$ ו. $-12 \square |-12|$ ז. $-48 \square (+36)$ ח. $-9 \square (+12)$

32. בכל סעיף השלימו במחברת את אחד הסימנים $<$, $=$, $>$ כך שתקבל טענה נכונה:

א. $|-3| \square |+3|$ ב. $|+4| \square |-7|$ ג. $|0| \square |-2|$ ד. $|-3| \square |-4|$
 ה. $|+12| \square |-12|$ ו. $|8| \square |-16|$ ז. $|+8| \square |-6|$ ח. $|+45| \square |-30|$

33. חשבו:

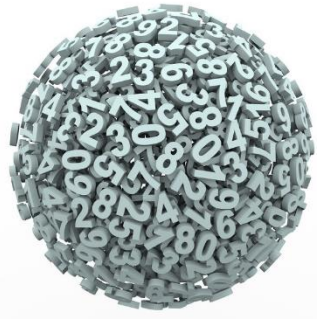
א. $|-2| + |+3| =$ ב. $|+3| + |-5| =$ ג. $|-4| + |-5| =$ ד. $|+8| - |-3| =$
 ה. $|-8| - |+1| =$ ו. $|-20| - |-7| =$ ז. $|-4| \cdot |+4| =$ ח. $|-7| \cdot |-6| =$

34. הקפידו על סדר פעולות החשבון, וחשבו:

א. $|-3| + |-5| + |+3| =$ ב. $|-7| + |-4| + |-20| =$ ג. $|-4| + |-5| \cdot |+3| =$
 ד. $|-1| \cdot |-10| + |+6| =$ ה. $|-9| + |-6| : |-2| =$ ו. $|+12| : |-4| + |-3| =$
 ז. $|-10| : |-5| + |+5| =$ ח. $|-4| \cdot \frac{-1}{2} \cdot |-2| =$ ט. $|-12| \cdot \frac{1}{3} \cdot |-1.5| =$

35. בכל סעיף השלימו במחברת את אחד הסימנים $<$, $=$, $>$ כך שתקבל טענה נכונה:

א. $|-7| + |-2| \square |+5| + |-4|$ ב. $|-8| + |-9| \square |+6| + |+10|$
 ג. $|-4| \cdot |+4| \square |-3| \cdot |-5|$ ד. $|-4| \cdot |+5| \square |-16| + |-5|$
 ה. $|+2.5| \cdot |-4| \square |+50| : |-5|$ ו. $|-25| : |+5| \square |-60| : |+12|$



36. עבור כל טענה, קבעו אם היא נכונה או שגויה:

א. הערך המוחלט של כל המספרים הוא חיובי.

ב. המספר הקרוב ביותר ל-0 הוא 1.

ג. נתונים שני מספרים חיוביים.

המספר הממוקם ימינה יותר על ציר המספרים,

הוא בהכרח בעל ערך מוחלט גדול יותר.

ד. נתונים שני מספרים שליליים.

המספר הממוקם ימינה יותר על ציר המספרים, הוא בהכרח בעל ערך מוחלט קטן יותר.

ה. נתונים שני מספרים.

המספר הממוקם שמאלה יותר על ציר המספרים, הוא בהכרח בעל ערך מוחלט קטן יותר.

ו. ככל שערכו של מספר הוא נמוך יותר, כך ערכו המוחלט קטן יותר.

ז. (*) נתונים שני מספרים נגדיים - הראשון חיובי והשני שלילי.

סכום הערכים המוחלטים של שני המספרים גדול פי 2 מהמספר הראשון.

37. מצאו את הערכים האפשריים של המשתנה x לפי הנתון:

א. $|x|=8$ ב. $|x|=9$ ג. $|x|=0$ ד. $|x|=4.8$

שימו לב! מספר יכול להיות חיובי, שלילי או אפס.

דוגמאות עם מספרים שלמים: $7, -2, 0, 1, -4$. דוגמאות עם מספרים לא שלמים: $2.3, -\frac{2}{3}, \frac{1}{4}$.

מספר אי-שלילי הוא מספר שאינו שלילי - כלומר, מספר חיובי או אפס. לדוגמה: $0, 3.4, 5$.

מספר אי-חיובי הוא מספר שאינו חיובי - כלומר, מספר שלילי או אפס. לדוגמה: $0, -5.7, -22$.

38. השלימו במחברת:

א. המספרים השלמים שערכם המוחלט קטן מ-3 הם: _____.

ב. המספרים השלמים שערכם המוחלט קטן מ-5 הם: _____.

ג. אם $|x|=9$, אז הערכים האפשריים של x הם: _____ או _____.

ד. אם $|p|=6$, אז הערכים האפשריים של p הם: _____ או _____.

ה. אם $a < 0$ ונתון: $|a|=5$, אז $a=$ _____.

ו. המספרים השלמים האי-שליליים שהם קטנים מ: $(+5)$ הם: _____.

ז. המספרים השלמים האי-חיוביים שהם גדולים מ: (-3) הם: _____.



39. עבור כל טענה, קבעו אם היא נכונה או שגויה :

א. אם $0 < b$ ונתון: $|b| < 3$, אז ייתכן ש: $b = -2$.

ב. אם $t < 0$ ונתון: $5 < |t|$, אז ייתכן ש: $t = -6$.

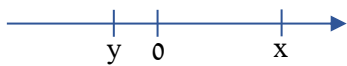
ג. אם $m < 0$ ונתון: $5 < |m|$, אז ייתכן ש: $m = -2$.

ד. אם $0 < n$ ונתון: $|n| < 2$, אז ייתכן ש: $n = 1$.

ה. אם $x < 0$ ונתון: $5 < |x|$, אז ייתכן ש: $x = -30$.

40. מצאו שני מספרים חיוביים ושני מספרים שליליים שאם נציב אותם במקום x , תתקבל טענה נכונה :

א. $|x| < 5$ ב. $3 < |x|$ ג. $0 < |x|$ ד. $-3 < |x|$ ה. $5 < |x| < 10$ (*)



41. על ציר המספרים שלפניכם ממוקמים המספרים x ו- y

משני צדדיו של המספר 0. בשאלה זו הסתמכו על **מראית העין**.

א. האם תוכלו לקבוע מהו הסימן (+ או -) של כל אחד מהמספרים x ו- y ? הסבירו.

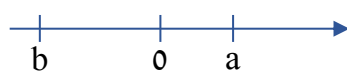
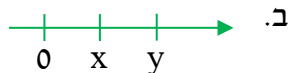
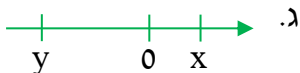
ב. מה תוכלו להסיק לגבי הערך המוחלט של כל אחד מהמספרים x ו- y ? הסבירו.

ג. איננה טענה שייתכן ש: $x = 1$ ו: $y = -3$. האם איננה צודקת? הסבירו.

ד. ניצן טען שייתכן ש: $x = 3$ ו: $y = 1$. האם ניצן צודק? הסבירו.

42. (*) לפניכם שלוש טענות: i. $|x| = |y|$ ii. $|y| < |x|$ iii. $|x| < |y|$

בכל סעיף, קבעו איזו מהטענות מתאימה לנתונים המופיעים על הציר:



43. (*) לפניכם ציר מספרים, ועליו מסומנים המספרים a ו- b :

קבעו אילו מהטענות הבאות הן נכונות:

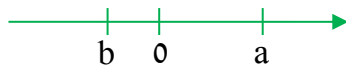
א. $|a| < |b|$ ב. $0 < |a|$ ג. $|b| < 0$ ד. $|b| < |a|$

44. (*) נתונה הסדרה: $-1.9, -1.99, -1.999, -1.9999, \dots$

א. האם איברי הסדרה הולכים וגדלים או הולכים וקטנים? הסבירו.

ב. מצאו את האיבר השמיני.

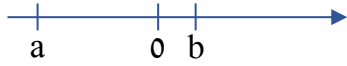
ג. מבין איברי הסדרה, איזה איבר הוא הקרוב ביותר ל-0? הסבירו.



45. (*) לפניכם ציר מספרים, ועליו מסומנים המספרים a ו- b .

קבעו אילו מהטענות הבאות הן נכונות:

- א. $|a| < |b|$ ב. $a = |a|$ ג. $0 < |a|$ ד. $b < |a|$



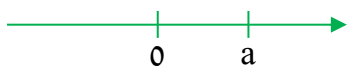
46. (*) לפניכם ציר מספרים, ועליו מסומנים המספרים a ו- b :

השלימו במחברת את אחד הסימנים $<$ או $>$ כך שתתקבל טענה נכונה:

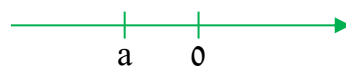
- א. $a \blacksquare b$ ב. $b \blacksquare |a|$ ג. $|b| \blacksquare a$ ד. $|b| \blacksquare |a|$



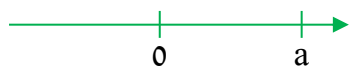
47. (*) בכל סעיף, היעזרו בנתון, וסמנו את המספר b על ציר המספרים המצורף:



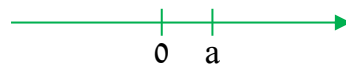
א. $b = |a|$



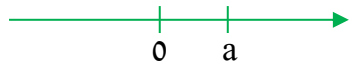
ב. $|a| < |b|, 0 < b$



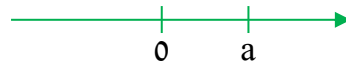
ג. $|a| < |b|, b < 0$



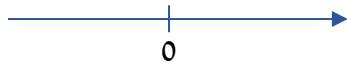
ד. $b < |a|, 0 < b$



ה. $|b| < |a|, b < 0$



ו. $|a| = |b|, 0 > b$



48. (*) העתיקו את הציר למחברת.

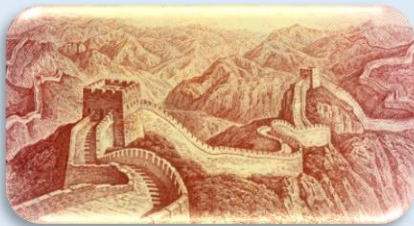
בכל סעיף, מקמו את המספרים x ו- y על הציר בהתאם לנתונים.

בחלק מהסעיפים ייתכנו אפשרויות שונות.

- א. $y < 0, |y| < |x|$ ב. $y < x, |x| = |y|$ ג. $|x| < |y|, y < x$



מאין הגיעו המספרים השליליים?

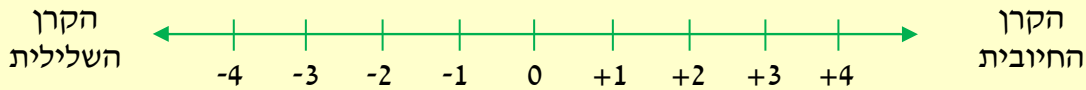


העדות המוקדמת ביותר לשימוש במספרים שליליים נמצאה בסין. לפי המחקר ההיסטורי, כבר בסביבות שנת 200 לפני הספירה עסקו מתמטיקאים סינים במספרים שליליים. נמצא כי הם נהגו להשתמש במוטות אדומים לייצוג מספרים חיוביים ובמוטות שחורים לייצוג מספרים שליליים.

מתמטיקאים מצריים נהגו לסמן מספר חיובי או שלילי בעזרת ציור של צמד רגליים הולכות לכיוון מסוים. כיוון הכתיבה הרגיל של המצרים היה מימין לשמאל. לכן מספרים חיוביים סומנו בציור של צמד רגליים אשר הולכות לכיוון זה. מספרים שליליים סומנו על ידי צמד רגליים ההולכות לכיוון ההפוך - משמאל לימין. במאות השנים שלאחר מכן, השימוש במספרים השליליים התרחב גם להודו ולמזרח התיכון. עם זאת, עד המאה ה-19 התייחסו מרבית המתמטיקאים למספרים שליליים כמיותרים או לא הגיוניים.

סיכום הפרק

- ציר המספרים הוא ישר אינסופי שעליו מסומנת נקודת האפס.



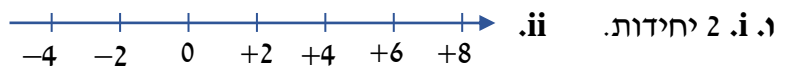
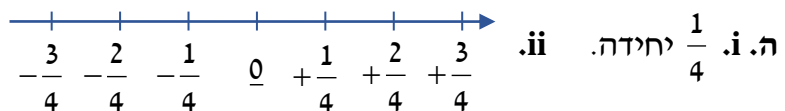
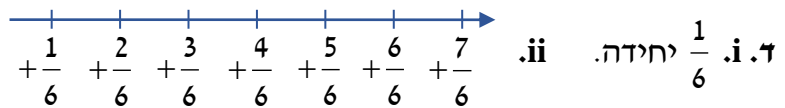
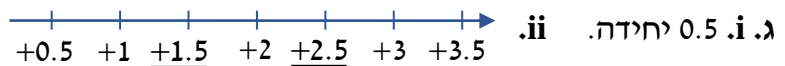
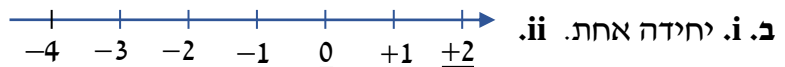
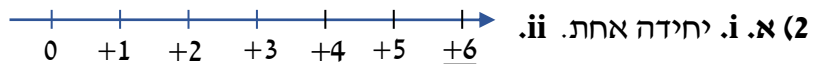
מימין לנקודת האפס נמצאת הקרן החיובית ועליה כל המספרים החיוביים.
משמאל לנקודת האפס נמצאת הקרן השלילית ועליה כל המספרים השליליים.

- המספרים הקטנים מאפס נקראים מספרים שליליים ומסומנים במינוס (-). לדוגמה: -2, -3.
- המספרים החיוביים, השליליים והאפס, נקראים מספרים מכוונים, כי יש להם גודל וגם כיוון. הכיוון של מספר מתייחס למיקומו מימין לאפס - על הקרן החיובית - או משמאל לאפס - על הקרן השלילית.
- מספרים נגדיים הם שני מספרים הנמצאים על ציר המספרים משני צידי האפס ובמרחקים שווים ממנו. לדוגמה: המספרים +4, -4 הם מספרים נגדיים.
- למדנו שהערך המוחלט של מספר הוא המרחק שלו מנקודת האפס על ציר המספרים והוא מסומן על ידי שני קווים מקבילים מצדי המספר. לדוגמה: $|-5| = 5$, $|+4| = 4$.



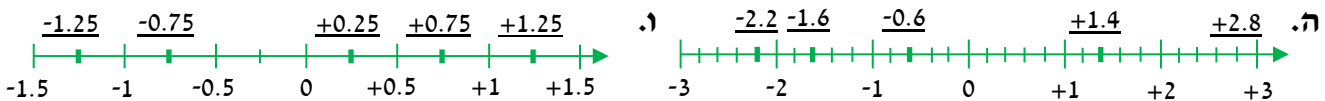
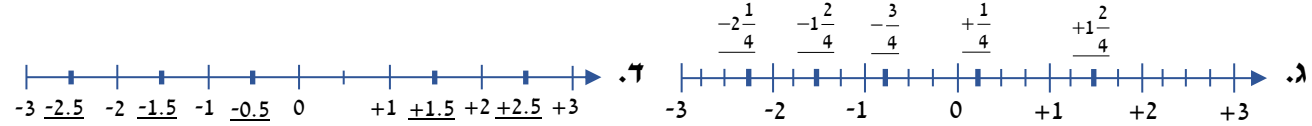
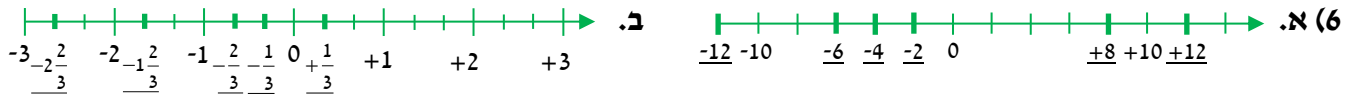
שאלות ותרגילים נוספים בנושאי פרק זה זמינים
עבורך באתר הוצאת ארכימדס בסריקת הברקוד:

תשובות: 1) א. > . ב. > . ג. < . ד. < . ה. < . ו. < .



3 א. $(-10)^\circ\text{C}$. ב. i, iii, iv.

4 א. >. ב. <. ג. >. ד. >. ה. <. ו. <. (5 א. <. ב. <. ג. >. ד. >. ה. <. ו. <.)



7 v, iii (8 i, iii, iv, v (9 ii, iv (10 iii < i < ii (11 א', ב', ו', ז'.

12 א', ג', ד'. (13 א. 0, 1. ב. 4, 5, 6, 7, 8, 9. ג. 7, 8, 9. ד. 1. (14 ד'. (15 א', ג', ד', ה', ו', ח'.

16 א. <. ב. <. ג. >. ד. >. ה. >. ו. <. ז. <. ח. >.

17 א. <. ב. <. ג. >. ד. >. ה. <. ו. <. ז. >. ח. <.

18 א. <. ב. <. ג. >. ד. <. ה. >. ו. <. ז. >. ח. >. ט. <.

19 תשובות אפשריות: א. 0. ב. -3. ג. -6.2. ד. -7. ה. 2. ו. -2.4. ז. 12.7. ח. -2. ט. -10.2.

20 א. 8, 7, 6, +2, +5. ב. 10, 3, +2, -6, -9. ג. 4, 2, 0, -1, -3.

$$ד. \frac{1}{4}, \frac{7}{2}, +\frac{1}{2}, -\frac{2}{3}, -\frac{5}{6}, -8. \quad ה. \frac{1}{3}, +4, \frac{8}{2}, +\frac{2}{3}, -\frac{4}{3}, -\frac{6}{3}$$

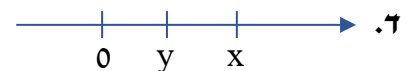
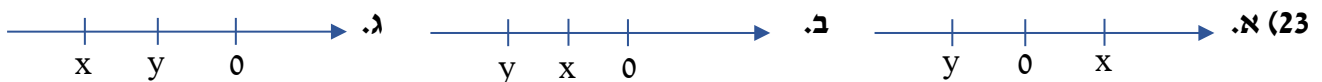
$$ו. \frac{3}{4}, +\frac{1}{2}, +\frac{1}{4}, -\frac{1}{3}, -1\frac{4}{5}. \quad ז. \frac{2}{3}, +3, +2.1, +1.5, -2.5, -4.5$$

$$ח. 4.3, +2.3, -0.1, -\frac{2}{3}, -3.1. \quad ט. \frac{1}{2}, +4, 3.2, -2.1, -2.3, -3\frac{3}{4}$$

21 א. לא. ב. א. נפח הריאות הולך וקטן. ג. תשובות אפשריות (עומק במטרים): -37, -40, -53.

ד. תשובות אפשריות (עומק במטרים): -3, -4, -7. ה. נפח הריאות גדל כי מתקרבים לגובה פני הים.

22 א. מימין. ב. משמאל. ג. מימין. ד. בין. ה. משמאל. ו. בין.



24 כ-9 יחידות אורך.

25 א', ב', ו', ט', י"א, י"ב. (26 א. חיובי. ב. שלילי. ג. שלילי. ד. חיובי. (27 א', ב', ג', ד'.

28 א. i. 6 יחידות. ii. 5 יחידות. iii. אינם נגדיים. ב. i. 3 יחידות. ii. 3 יחידות. iii. נגדיים.

ג. i. 7 יחידות. ii. 7 יחידות. iii. אינם נגדיים. ד. i. 100 יחידות. ii. 101 יחידות. iii. אינם נגדיים.

(29 א. $+5, +5$. ב. $+4, -4$. ג. $+1.5, -1.5$. (30 א. 3. ב. 4. ג. 0. ד. 2.5. ה. $\frac{2}{3}$. ו. $1\frac{4}{5}$. ז. 7. ח. $\frac{3}{8}$.

(31 א. $>$. ב. $=$. ג. $>$. ד. $<$. ה. $>$. ו. $<$. ז. $>$. ח. $<$.

(32 א. $=$. ב. $<$. ג. $<$. ד. $<$. ה. $=$. ו. $<$. ז. $>$. ח. $>$.

(33 א. 5. ב. 8. ג. 9. ד. 5. ה. 7. ו. 13. ז. 16. ח. 42.

(34 א. 11. ב. 31. ג. 19. ד. 16. ה. 12. ו. 6. ז. 7. ח. 4. ט. 6.

(35 א. $=$. ב. $<$. ג. $>$. ד. $<$. ה. $=$. ו. $=$.

(36 א. שגויה. ב. שגויה. ג. נכונה. ד. נכונה. ה. שגויה. ו. שגויה. ז. נכון.

(37 א. $x=8$ או $x=-8$. ב. $x=9$ או $x=-9$. ג. $x=0$. ד. $x=4.8$ או $x=-4.8$.

(38 א. 0, +1, +2, -1, -2. ב. 0, +1, +2, +3, +4, -1, -2, -3, -4. ג. +9 או -9. ד. +6 או -6. ה. -5.

ו. +4, +3, +2, +1, 0, -1, -2.

(39 א. שגויה. ב. נכונה. ג. שגויה. ד. נכונה. ה. נכונה.

(40 תשובות אפשריות: א. חיוביים: +1, +3; שליליים: -2, -4. ב. חיוביים: +9, +4; שליליים: -5, -6.

ג. חיוביים: +1, +3; שליליים: -10, -4. ד. חיוביים: +1, +2; שליליים: -2, -9.

ה. חיוביים: +6, +8; שליליים: -7, -9.

(41 א. הסימן של x הוא (+) מכיוון שהוא ממוקם מימין ל-0, והסימן של y הוא (-) מכיוון שהוא ממוקם משמאל ל-0. ב. ניתן לראות שהמספר x רחוק יותר מ-0 ביחס למספר y. לפיכך, ערכו המוחלט של x גדול מערכו המוחלט של y. ג. איננה טועה. כאשר התייחסה לסימני המספרים, היא התעלמה מהערך המוחלט שלהם, ובחרה ערך y שערכו המוחלט גדול מערכו המוחלט של x. ד. ניצן טועה. כאשר התייחס לערך המוחלט של המספרים, הוא התעלם מהסימן שלהם.

(42 א. i. ב. iii. ג. iii. ד. ii. ה. ii. ו. iii. (43 א', ב'.

(44 א. הולכים וקטנים. ב. -1.99999999. ג. האיבר הראשון. (45 ב', ג', ד'. (46 א. $<$. ב. $<$. ג. $>$. ד. $<$.

