

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001



## תוכן העניינים

|     |                                                      |     |
|-----|------------------------------------------------------|-----|
| 1.  | מבוא לאגברה.....                                     | 1   |
| 2.  | משוואות אלגבריות.....                                | 47  |
| 3.  | מבוא לפונקציות..... (ללא ספר)                        |     |
| 4.  | הפונקציה הקווית..... (ללא ספר)                       |     |
| 5.  | הפונקציה הריבועית..... (ללא ספר)                     |     |
| 6.  | חוקי החזקות והשורשים.....                            | 64  |
| 7.  | משוואות ואי-שוויונים מעריכיים.....                   | 74  |
| 8.  | חוקי הלוגריתמים, משוואות ואי-שוויונים לוגריתמים..... | 83  |
| 9.  | מבוא להסתברות..... (ללא ספר)                         |     |
| 10. | הסתברות של מאורע בודד..... (ללא ספר)                 |     |
| 11. | הסתברות של שני מאורעות..... (ללא ספר)                |     |
| 12. | חשבון דיפרנציאלי - נגזרות ומשיקים.....               | 99  |
| 13. | אי שוויונים אלגבריים.....                            | 114 |
| 14. | בעיות מילוליות.....                                  | 130 |

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

## פרק 1 - מבוא לאלגברה

### תוכן העניינים

|    |                                           |    |
|----|-------------------------------------------|----|
| 1  | מספרים מכוונים                            | 1  |
| 5  | חזקות ושורשים עם מספרים מכוונים           | 2  |
| 7  | סדר פעולות חשבון עם מספרים מכוונים        | 3  |
| 8  | שברים פשוטים, עשרוניים ואחוזים            | 4  |
| 14 | כפל וחילוק שברים                          | 5  |
| 16 | חיבור וחסור שברים                         | 6  |
| 20 | בעיות יסודיות באחוזים                     | 7  |
| 22 | חזרה על תבניות מספר                       | 8  |
| 24 | כינוס איברים                              | 9  |
| 26 | פישוט ביטויים על ידי פתיחת סוגריים        | 10 |
| 28 | פישוט ביטויים באמצעות נוסחאות הכפל המקוצר | 11 |
| 30 | פירוק לגורמים של ביטויים אלגברים          | 12 |
| 33 | פירוק הטרינום                             | 13 |
| 35 | שברים אלגברים                             | 14 |
| 39 | כפל וחילוק של שברים אלגברים               | 15 |
| 41 | חיבור וחסור של שברים אלגברים              | 16 |
| 45 | שברים כפולים                              | 17 |

## מספרים מכוונים:

### סיכום כללי:

מספרים מכוונים הם מספרים שיכולים לקבל סימן חיובי או שלילי, כגון:

- בקניון גדול ישנן קומות 1, 2, 3, 4, וכן חניונים הממוקמים בקומות 1-, 2-, ו-3-.
- גובה פני הים מוגדר להיות 0 מטרים. העיר חיפה נמצאת כ-103 מטרים מעל פני הים בעוד שים המלח נמצא בגובה 426- מטרים.

### כללים:

- כאשר מחברים שני מספרים בעלי סימנים זהים, מחברים את המספרים עצמם והסימן נשאר.
- כאשר מחברים שני מספרים בעלי סימנים מנוגדים, מחסירים את המספרים זה מזה (הקטן מהגדול) וסימן התוצאה כסימן המספר הגדול מביניהם.
- כפל וחילוק יתבצע בשני חלקים:
  - ביצוע הפעולה על המספרים עצמם.
  - קביעת הסימן של התוצאה באופן הבא:
    - כפל או חילוק של שני מספרים בעלי אותו סימן - התוצאה תהיה חיובית.
    - כפל או חילוק של שני מספרים שונים סימן - התוצאה תהיה שלילית.

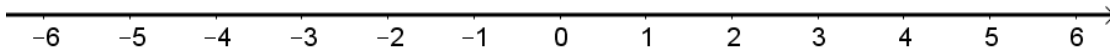
### הערה:

אם יש רצף של מכפלות (או חילוקים), סימן התוצאה תלוי במספר הפעמים שבהם מופיע סימן שלילי (-). אם הסימן מופיע מספר זוגי של פעמים התוצאה חיובית, ואם הוא מופיע מספר אי-זוגי של פעמים אזי התוצאה שלילית.

## שאלות:

(1) סמנו את המספרים הבאים על ציר המספרים בהתאמה:

$$-3\frac{1}{2}, 4, 1\frac{1}{3}, -5, -\frac{1}{2}, 2, 0, \frac{1}{2}, -2$$



(2) חשבו את ערכי הביטויים הבאים:

ב.  $-3-2$

א.  $3+2$

ד.  $-3+2$

ג.  $3-2$

ו.  $7+10$

ה.  $-1-4$

ח.  $-7+3$

ז.  $-6+5$

(3) חשבו את ערכי הביטויים הבאים:

ב.  $5-8-12+17$

א.  $5+7-23+1$

ד.  $-4-11+2+9$

ג.  $3-14+2+6$

ו.  $-7-13+5-3$

ה.  $6-21+3-7$

(4) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

ב.  $4 \cdot (-7)$

א.  $4 \cdot 9$

ד.  $(-5) \cdot (-3)$

ג.  $(-6) \cdot (-5)$

ו.  $(-8) \cdot 5$

ה.  $(-2) \cdot 8$

ח.  $2 \cdot 3 \cdot 3$

ז.  $(-2) \cdot (-3) \cdot (-3)$

י.  $(-2) \cdot (-3) \cdot 3$

ט.  $(-2) \cdot 3 \cdot (-3)$

יב.  $(-2) \cdot (-3) \cdot (-3) \cdot (-2)$

יא.  $2 \cdot 3 \cdot (-3)$

יד.  $1 \cdot (-2) \cdot (-4) \cdot 2$

יג.  $(-1) \cdot (-2) \cdot (-4) \cdot 2$

5) מהו הסימן של תוצאת המכפלה בכל מקרה :

א.  $(-2) \cdot (-4) \cdot (-3) \cdot (-10) \cdot (-6) \cdot (-5)$

ב.  $(-1) \cdot 2 \cdot 4 \cdot (-3) \cdot (-10) \cdot 6 \cdot (-5)$

ג.  $(-1) \cdot 2 \cdot 4 \cdot (-3) \cdot (-10) \cdot (-6) \cdot (-5)$

ד.  $(-1) \cdot 2 \cdot 4 \cdot (-3) \cdot (-10) \cdot 6 \cdot 5$

6) חשבו את ערכי הביטויים הבאים :

א.  $(-5) : (-25)$

ב.  $3 : (-30)$

ג.  $(-10) : 40$

ד.  $(-4) : (-32)$

ה.  $18 : (-6)$

ו.  $4 : (-16)$

7) חשבו את ערכי הביטויים הבאים :

א.  $\frac{-60}{12}$

ב.  $\frac{42}{-6}$

ג.  $\frac{32}{-4}$

ד.  $\frac{-12}{-3}$

8) מה התוצאה של כל אחת מהפעולות הבאות :

א.  $0 : 5$

ב.  $(-2) \cdot 0$

ג.  $0 \cdot (-3) \cdot 4$

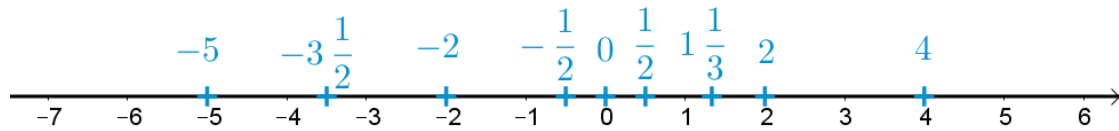
ד.  $6 : 0$

ה.  $0 + 4$

ו.  $0 - 4$

## תשובות סופיות:

(1) להלן מערכת הצירים:



|                   |                   |             |         |        |            |
|-------------------|-------------------|-------------|---------|--------|------------|
|                   | ה. -5             | ד. -1       | ג. 1    | ב. -5  | א. 5 (2)   |
|                   |                   |             | ח. -4   | ז. -1  | ו. 17      |
| ו. -18            | ה. -19            | ד. -4       | ג. -3   | ב. 2   | א. -10 (3) |
|                   | ה. -16            | ד. 15       | ג. 30   | ב. -28 | א. 36 (4)  |
|                   | י. 18             | ט. 18       | ח. 18   | ז. -18 | ו. -40     |
|                   |                   | יד. 16      | יג. -16 | יב. 36 | יא. -18    |
|                   |                   | ד. -        | ג. -    | ב. +   | א. + (5)   |
| ו. $-\frac{1}{4}$ | ה. $-\frac{1}{3}$ | ד. 8        | ג. -4   | ב. -10 | א. 5 (6)   |
|                   |                   | ד. 4        | ג. -8   | ב. -7  | א. -5 (7)  |
| ו. -4             | ה. 4              | ד. לא מוגדר | ג. 0    | ב. 0   | א. 0 (8)   |

## חזקות ושורשים עם מספרים מכוונים:

### סיכום כללי:

#### הגדרה:

פעולת החזקה היא צורה מקוצרת שמייצגת פעולת כפל של אותו מספר בעצמו מספר פעמים. סימון החזקה הוא באופן הבא:

$$a^n = \underbrace{a \cdot a \cdot a \cdot \dots \cdot a}_n$$

כאשר  $a$  נקרא הבסיס ו- $n$  נקראת החזקה.

#### הערות:

- כאשר הבסיס חיובי, התוצאה תמיד תהיה חיובית ללא קשר האם החזקה היא זוגית או אי-זוגית.
- כאשר הבסיס שלילי, התוצאה תהיה חיובית אם החזקה היא זוגית ושלילית אם החזקה היא אי-זוגית.

#### הגדרה:

פעולת השורש היא הפוכה לפעולת החזקה והיא מאפשרת למצוא את בסיס החזקה. סימון השורש הוא באופן הבא:

$$\sqrt[n]{a}$$

כאשר  $a$  נקרא הבסיס ו- $n$  נקרא סדר השורש.

#### הערות:

- שורש למספר חיובי יכול להיות מסדר זוגי או אי-זוגי.
- שורש למספר שלילי יכול להיות מסדר אי-זוגי בלבד.

## שאלות:

(1) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

- |              |               |
|--------------|---------------|
| א. $3^2$     | ב. $3^3$      |
| ג. $(-3)^3$  | ד. $(-2)^3$   |
| ה. $4^3$     | ו. $3^4$      |
| ז. $(-5)^3$  | ח. $10^4$     |
| ט. $-(-3)^4$ | י. $-5^4$     |
| יא. $-4^3$   | יב. $-(-2)^6$ |

(2) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| א. $\sqrt[3]{-27}$ | ב. $\sqrt[4]{625}$   |
| ג. $\sqrt[4]{-16}$ | ד. $\sqrt[5]{-32}$   |
| ה. $-\sqrt[4]{81}$ | ו. $-\sqrt[3]{1000}$ |

## תשובות סופיות:

- |           |          |             |         |         |         |
|-----------|----------|-------------|---------|---------|---------|
| (1) א. 9  | ב. 27    | ג. -27      | ד. -8   | ה. 64   | ו. 81   |
| ז. -125   | ח. 10000 | ט. -81      | י. -625 | יא. -64 | יב. -64 |
| (2) א. -3 | ב. 5     | ג. לא מוגדר | ד. -2   | ה. -3   | ו. -10  |

## סדר פעולות חשבון עם מספרים מכוונים:

### סיכום כללי:

#### סדר פעולות חשבון:

- פעולות כפל וחילוק קודמות לפעולות חיבור וחיסור.
- פעולות חזקה ושורש קודמות לפעולות כפל וחילוק.
- סוגריים קודמים לכל.

### שאלות:

חשב את ערכי הביטויים הבאים:

$$\begin{array}{ll}
 \sqrt{81} + 3 \cdot 2^3 - 40 : 8 & \text{(1)} \\
 (-3)^2 : 9 - 2 \cdot (-4^2) & \text{(2)} \\
 \sqrt{144} - 20 : 4 + 3 \cdot (-2)^2 & \text{(3)} \\
 3 + 4 \cdot [-3 + 4 \cdot (-2)] + \sqrt{10 + 6} & \text{(4)} \\
 (-3)^4 : (-9) - 5 \cdot (-2)^3 & \text{(5)} \\
 -\sqrt{9} + 5^2 : (-4 - 1) - 24 : 12 \cdot 3 & \text{(6)} \\
 -2^5 : (-8) + 4^2 - 3 \cdot 5 & \text{(7)} \\
 \sqrt[3]{-27} + 4 \cdot 3^2 - 2 \cdot 3^3 & \text{(8)} \\
 [6 \cdot (-1)^4 - 10 \cdot (-1)^3] \cdot (-1)^5 & \text{(9)} \\
 (8 - \sqrt[3]{64}) \cdot (2 \cdot (-4) - \sqrt[5]{243}) & \text{(10)} \\
 \frac{3^2 \cdot (8 - 2 \cdot 3)^3}{(5^2 \cdot 3 - 72) \cdot (-4)} + 2 \cdot \{15 - 20 : (4 + 3 \cdot 2)\} & \text{(11)}
 \end{array}$$

### תשובות סופיות:

|         |          |         |         |
|---------|----------|---------|---------|
| 28 (1)  | 33 (2)   | 19 (3)  | -37 (4) |
| 31 (5)  | -14 (6)  | 5 (7)   | -21 (8) |
| -16 (9) | -44 (10) | 20 (11) |         |

## שברים פשוטים, עשרוניים ואחוזים:

### סיכום כללי:

### הגדרה כללית:

השבר הוא חלק מתוך השלם. מקובל לסמן שבר באמצעות קו שבר המפריד בין המונה (החלק העליון) למכנה (החלק התחתון) באופן הבא:

$$\frac{\text{מונה}}{\text{מכנה}}$$

### ישנם שלושה סוגים אפשריים של שברים:

- שבר פשוט – בו המונה קטן מהמכנה (ולכן תמיד יהיה קטן מ-1).
- שבר מדומה – בו המונה גדול מהמכנה (יהיה גדול בערכו מ-1).
- שבר מעורב – המכיל שילוב של מספר שלם ושבר כלשהו.

### שבר עשרוני:

שבר שהמכנה שלו הוא מספר המהווה כפולות של 10 כגון: 10, 100, 1000 ... שבר עשרוני מיוצג ע"י נקודה עשרונית אשר מבדילה בין החלק שלם לחלק השברי באופן הבא:

$$\underbrace{XX}_{\text{שברים שלמים}}.\underbrace{YYY}$$

כדי להמיר שבר פשוט לשבר עשרוני המכנה צריך להיות בכפולות של 10.

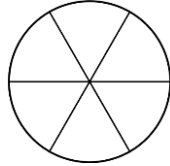
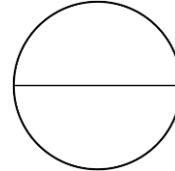
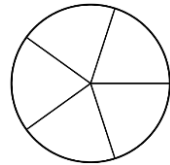
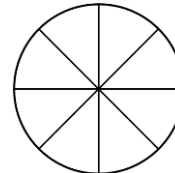
### אחוזים - הגדרה:

השבר  $\frac{1}{100}$  מוגדר להיות אחוז אחד ומסומן באופן הבא: 1%.

באופן זה השבר  $\frac{45}{100}$  יכתב: 45%, והשבר  $\frac{145}{100}$  יכתב: 145%.

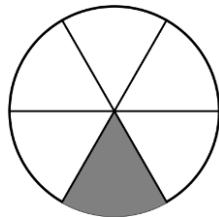
## שאלות:

(1) צבע את החלקים המתאימים בכל עיגול:

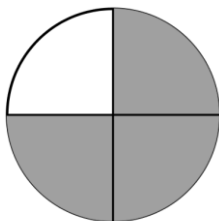
ב. צבע  $\frac{1}{6}$  מהעיגולא. צבע  $\frac{1}{2}$  מהעיגולד. צבע  $\frac{2}{5}$  מהעיגולג. צבע  $\frac{3}{8}$  מהעיגול

(2) כתוב את השבר המתאים לחלקים הצבועים בכל אחד מהמקרים הבאים:

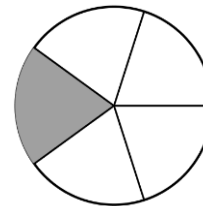
ב. שבר:



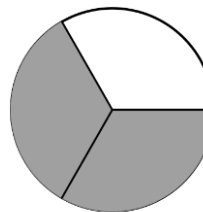
ד. שבר:



א. שבר:



ג. שבר:



(3) הרחב את השברים הבאים:

א. השבר  $\frac{1}{2}$  לפי בסיס 4, לפי בסיס 18, לפי בסיס 40.ב. השבר  $\frac{3}{5}$  לפי בסיס 10, לפי בסיס 25, לפי בסיס 60.ג. השבר  $\frac{5}{8}$  לפי בסיס 16, לפי בסיס 32, לפי בסיס 88.

(4) צמצם את השברים הבאים ככל הניתן :

|                    |                    |                    |                     |
|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| א. $\frac{25}{30}$ | ב. $\frac{10}{30}$ | ג. $\frac{6}{24}$  | ד. $\frac{4}{20}$   |
| ה. $\frac{35}{56}$ | ו. $\frac{24}{42}$ | ז. $\frac{36}{48}$ | ח. $\frac{33}{121}$ |

(5) המר את השברים המדומים הבאים לשברים מעורבים :

|                    |                    |                   |                   |
|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| א. $-\frac{20}{3}$ | ב. $\frac{19}{4}$  | ג. $\frac{12}{5}$ | ד. $\frac{22}{5}$ |
| ה. $-\frac{34}{6}$ | ו. $-\frac{50}{7}$ | ז. $\frac{47}{8}$ | ח. $\frac{60}{9}$ |

(6) המר את השברים המעורבים הבאים לשברים מדומים :

|                    |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| א. $1\frac{2}{3}$  | ב. $3\frac{5}{6}$  | ג. $4\frac{1}{2}$  | ד. $6\frac{1}{4}$  |
| ה. $11\frac{3}{4}$ | ו. $-2\frac{5}{8}$ | ז. $-6\frac{2}{7}$ | ח. $12\frac{7}{9}$ |

(7) קבע איזה שבר גדול יותר בכל אחד מהמקרים הבאים :

|                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| א. $\frac{4}{10}$ או $\frac{3}{10}$ | ב. $\frac{7}{6}$ או $\frac{7}{8}$   |
| ג. $\frac{5}{6}$ או $\frac{2}{3}$   | ד. $\frac{7}{12}$ או $\frac{5}{18}$ |

(8) המר את השברים העשרוניים הבאים לשברים פשוטים מצומצמים או מעורבים :

|          |         |          |           |
|----------|---------|----------|-----------|
| א. 0.7   | ב. 0.07 | ג. 0.007 | ד. 0.34   |
| ה. 0.304 | ו. 0.65 | ז. 1.2   | ח. 1.02   |
| ט. 1.42  | י. 3.5  | יא. 6.03 | יב. 5.125 |

9) המר את השברים הבאים לשברים עשרוניים:

|                     |                    |                     |                      |
|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| א. $\frac{3}{10}$   | ב. $\frac{3}{100}$ | ג. $\frac{3}{1000}$ | ד. $\frac{23}{1000}$ |
| ה. $\frac{1}{2}$    | ו. $\frac{3}{4}$   | ז. $\frac{2}{5}$    | ח. $\frac{4}{25}$    |
| ט. $\frac{7}{50}$   | י. $\frac{3}{20}$  | יא. $\frac{7}{8}$   | יב. $\frac{9}{16}$   |
| יג. $9\frac{1}{10}$ | יד. $3\frac{1}{5}$ | טו. $4\frac{7}{8}$  | טז. $-4\frac{1}{16}$ |

10) כתוב את השברים הבאים בצורתם העשרונית (היעזר במחשבון וכתוב עד 3 ספרות אחרי הנקודה העשרונית):

|                  |                  |                  |                   |
|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| א. $\frac{2}{3}$ | ב. $\frac{5}{6}$ | ג. $\frac{3}{7}$ | ד. $\frac{2}{11}$ |
|------------------|------------------|------------------|-------------------|

11) המר מאחוזים לשברים פשוטים:

|         |        |         |         |
|---------|--------|---------|---------|
| א. 25%  | ב. 32% | ג. 64%  | ד. 80%  |
| ה. 120% | ו. 5%  | ז. 300% | ח. 150% |

12) המר משברים פשוטים לאחוזים:

|                    |                     |                  |                   |
|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| א. $\frac{3}{4}$   | ב. $\frac{1}{8}$    | ג. $\frac{4}{5}$ | ד. $\frac{7}{20}$ |
| ה. $\frac{11}{40}$ | ו. $\frac{70}{125}$ | ז. $\frac{5}{6}$ | ח. $\frac{4}{9}$  |

## תשובות סופיות:

(1) תשובה מודגמת בסרטון.

$$(2) \quad \text{א. } \frac{1}{5} \quad \text{ב. } \frac{1}{6} \quad \text{ג. } \frac{2}{3} \quad \text{ד. } \frac{3}{4}$$

$$(3) \quad \text{א. } \frac{4}{8}, \frac{18}{36}, \frac{40}{80} \quad \text{ב. } \frac{30}{50}, \frac{75}{125}, \frac{180}{300} \quad \text{ג. } \frac{80}{128}, \frac{160}{256}, \frac{440}{700}$$

$$(4) \quad \text{א. } \frac{5}{6} \quad \text{ב. } \frac{1}{3} \quad \text{ג. } \frac{1}{4} \quad \text{ד. } \frac{1}{5} \quad \text{ה. } \frac{5}{8} \quad \text{ו. } \frac{4}{7}$$

$$\text{ז. } \frac{3}{4} \quad \text{ח. } \frac{3}{11}$$

$$(5) \quad \text{א. } -6\frac{2}{3} \quad \text{ב. } 4\frac{3}{4} \quad \text{ג. } 2\frac{2}{5} \quad \text{ד. } 4\frac{2}{5} \quad \text{ה. } -5\frac{4}{6} \quad \text{ו. } -7\frac{1}{7}$$

$$\text{ז. } 5\frac{7}{8} \quad \text{ח. } 6\frac{2}{3}$$

$$(6) \quad \text{א. } \frac{5}{3} \quad \text{ב. } \frac{23}{6} \quad \text{ג. } \frac{9}{2} \quad \text{ד. } \frac{25}{4} \quad \text{ה. } \frac{47}{4} \quad \text{ו. } -\frac{21}{8}$$

$$\text{ז. } -\frac{44}{7} \quad \text{ח. } \frac{115}{9}$$

$$(7) \quad \text{א. } \frac{4}{10} \quad \text{ב. } \frac{7}{6} \quad \text{ג. } \frac{5}{6} \quad \text{ד. } \frac{7}{12}$$

$$(8) \quad \text{א. } \frac{7}{10} \quad \text{ב. } \frac{7}{100} \quad \text{ג. } \frac{7}{1000} \quad \text{ד. } \frac{17}{50} \quad \text{ה. } \frac{38}{125} \quad \text{ו. } \frac{13}{20}$$

$$\text{ז. } 1\frac{1}{5} \quad \text{ח. } 1\frac{1}{50} \quad \text{ט. } 1\frac{21}{50} \quad \text{י. } 3\frac{1}{2} \quad \text{יא. } 6\frac{3}{100} \quad \text{יב. } 5\frac{1}{8}$$

$$(9) \quad \text{א. } 0.3 \quad \text{ב. } 0.03 \quad \text{ג. } 0.003 \quad \text{ד. } 0.023 \quad \text{ה. } 0.5 \quad \text{ו. } 0.75$$

$$\text{ז. } 0.4 \quad \text{ח. } 0.16 \quad \text{ט. } 0.14 \quad \text{י. } 0.15 \quad \text{יא. } 0.875$$

$$\text{יב. } 0.5625 \quad \text{יג. } 9.1 \quad \text{יד. } 3.2 \quad \text{טו. } 4.875 \quad \text{טז. } -4.0625$$

$$(10) \quad \text{א. } 0.\bar{6} \quad \text{ב. } 0.8\bar{3} \quad \text{ג. } 0.428 \quad \text{ד. } 0.1\bar{8}$$

$$(11) \quad \text{א. } \frac{1}{4} \quad \text{ב. } \frac{8}{25} \quad \text{ג. } \frac{16}{25} \quad \text{ד. } \frac{4}{5} \quad \text{ה. } 1\frac{1}{5} \quad \text{ו. } \frac{1}{20}$$

$$\text{ז. } 3 \quad \text{ח. } 1\frac{1}{2}$$

**(12** א. 75%    ב. 12.5%    ג. 80%    ד. 35%    ה. 27.5%    ו. 56%

ז. 83.333%    ח. 44.444%

## כפל וחילוק שברים:

### סיכום כללי:

- כשכופלים שני שברים יש לכפול מונה במונה ומכנה במכנה.
  - במידה ומדובר במספר שלם הכופל שבר, יש לכפול אותו במונה.
  - במידה ומדובר בשברים מעורבים, יש להפוך אותם תחילה לשברים מדומים ורק אז לבצע את פעולת הכפל.
- כדי לחלק שברים, יש לכפול את השבר הראשון בהופכי של השבר השני.
  - הופכי של שבר מסוים מתקבל ע"י החלפת המונה במכנה.

### שאלות:

#### (1) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

|                                      |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| א. $\frac{3}{5} \cdot \frac{3}{4}$   | ב. $\frac{2}{7} \cdot \frac{5}{6}$   | ג. $\frac{2}{9} \cdot \frac{8}{10}$  |
| ד. $3 \cdot \frac{4}{5}$             | ה. $6 \cdot \frac{2}{3}$             | ו. $\frac{12}{25} \cdot 5$           |
| ז. $1\frac{3}{5} \cdot 2\frac{1}{4}$ | ח. $3\frac{1}{2} \cdot 4\frac{2}{5}$ | ט. $3\frac{3}{7} \cdot 2\frac{2}{5}$ |
| י. $\left(\frac{4}{5}\right)^3$      | יא. $\frac{4}{5^3}$                  | יב. $\frac{4^3}{5}$                  |

#### (2) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

|                                |                                  |                                   |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| א. $\frac{2}{5} : \frac{4}{9}$ | ב. $\frac{3}{4} : \frac{1}{2}$   | ג. $\frac{3}{25} : \frac{7}{10}$  |
| ד. $8 : \frac{2}{9}$           | ה. $10 : \frac{2}{3}$            | ו. $\frac{5}{6} : 3$              |
| ז. $\frac{2}{5} : 5$           | ח. $3\frac{3}{4} : 5\frac{5}{8}$ | ט. $2\frac{2}{5} : 1\frac{3}{15}$ |

## תשובות סופיות:

|                   |                    |                    |                     |                     |                     |
|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| א. $\frac{9}{20}$ | ב. $\frac{5}{21}$  | ג. $\frac{8}{45}$  | ד. $2\frac{2}{5}$   | ה. 4                | ו. $2\frac{2}{5}$   |
| ז. $3\frac{3}{5}$ | ח. $15\frac{2}{5}$ | ט. $8\frac{8}{35}$ | י. $\frac{64}{125}$ | יא. $\frac{4}{125}$ | יב. $12\frac{4}{5}$ |
| א. $\frac{9}{10}$ | ב. $1\frac{1}{2}$  | ג. $\frac{6}{35}$  | ד. 36               | ה. 15               | ו. $\frac{5}{18}$   |
| ז. $\frac{2}{25}$ | ח. $\frac{2}{3}$   | ט. 2               |                     |                     |                     |

## חיבור וחיסור שברים:

### סיכום כללי:

#### כפולה משותפת מינימלית:

בהינתן זוג מספרים  $a$  ו- $b$ , המספר הקטן ביותר אשר תוצאת חלוקתו במספרים הנ"ל מניבה מספר שלם נקרא הכפולה המינימלית שלהם.

#### הערות:

- כפולה מינימלית יכולה להיות גם עבור יותר משני מספרים.
- הכפולה המינימלית תהיה המכנה המשותף בעת פעולות חיבור וחיסור של שברים.

#### כללי החיבור והחיסור של שברים:

- חיבור וחיסור של שברים בעלי אותו המכנה מתבצע על המספרים שבמונה בלבד כאשר המכנה נשאר כפי שהוא.  
דוגמא:  $\frac{2}{7} - \frac{3}{7} = \frac{2-3}{7} = \frac{-1}{7}$ ,  $\frac{2}{7} + \frac{3}{7} = \frac{2+3}{7} = \frac{5}{7}$
- חיבור וחיסור של שברים בעלי מכנים שונים מתבצע ע"י פעולת מכנה משותף.  
דוגמא:  $\frac{1}{4} - \frac{5}{6} = \frac{3}{12} - \frac{10}{12} = \frac{3-10}{12} = \frac{-7}{12}$ ,  $\frac{2}{5} + \frac{1}{3} = \frac{6}{15} + \frac{5}{15} = \frac{6+5}{15} = \frac{11}{15}$
- חיבור של שבר עם מספר שלם יתבצע באופן ישיר.  
דוגמא:  $3 + \frac{1}{4} = 3\frac{1}{4}$   
חיסור של שבר ממספר שלם יתבצע ע"י הוצאת שלמים מהשבר.  
דוגמא:  $3 - \frac{1}{4} = 2\frac{4}{4} - \frac{1}{4} = 2\frac{3}{4}$   
דרך נוספת היא ע"י העברת המספר השלם לשבר מדומה:  $3 - \frac{1}{4} = \frac{12}{4} - \frac{1}{4} = \frac{11}{4} = 2\frac{3}{4}$

- חיבור וחסור של שברים מעורבים יתבצע ע"י העברתם לשברים מדומים תחילה.

$$\text{דוגמא: } 3\frac{2}{5} + 2\frac{1}{6} = \frac{17}{5} + \frac{13}{6} = \frac{17 \cdot 6}{30} + \frac{13 \cdot 5}{30} = \frac{102 + 65}{30} = \frac{167}{30} = 5\frac{17}{30}$$

ניתן גם לפצל ולבצע את פעולת החיבור (או החיסור) של המספרים השלמים תחילה, ולאחר מכן לבצע את הפעולה עבור השברים.

$$\text{דוגמא: } 2\frac{3}{4} - 5\frac{1}{3} = (2 - 5) + \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{3}\right) = -3 + \left(\frac{9}{12} - \frac{4}{12}\right) = -3 + \frac{5}{12} = -2\frac{7}{12}$$

## שאלות:

- (1) מצא את הכפולה המשותפת המינימלית של המספרים הבאים:

|           |          |              |             |
|-----------|----------|--------------|-------------|
| א. 2 ו-3  | ב. 2 ו-4 | ג. 3 ו-5     | ד. 6 ו-10   |
| ה. 4 ו-10 | ו. 4 ו-6 | ז. 3, 5 ו-10 | ח. 2, 3 ו-8 |

- (2) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

|                                              |                                                 |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| א. $\frac{1}{5} + \frac{3}{5}$               | ב. $\frac{5}{9} + \frac{2}{9}$                  |
| ג. $\frac{4}{13} + \frac{9}{13}$             | ד. $\frac{7}{8} + \frac{7}{8}$                  |
| ה. $\frac{7}{8} - \frac{3}{8}$               | ו. $\frac{8}{9} - \frac{7}{9}$                  |
| ז. $\frac{2}{12} - \frac{5}{12}$             | ח. $\frac{2}{5} - \frac{6}{5}$                  |
| ט. $\frac{2}{8} + \frac{5}{8} + \frac{6}{8}$ | י. $\frac{7}{15} + \frac{8}{15} - \frac{6}{15}$ |

(3) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $\frac{1}{2} + \frac{4}{3}$

ב.  $\frac{3}{5} + \frac{1}{10}$

ג.  $\frac{4}{6} - \frac{1}{12}$

ד.  $\frac{3}{6} - \frac{5}{8}$

ה.  $\frac{5}{4} + \frac{7}{2} + \frac{2}{8}$

ו.  $\frac{7}{3} + \frac{6}{5} + \frac{3}{10}$

ז.  $\frac{4}{7} - \frac{1}{6} + \frac{1}{2}$

ח.  $\frac{1}{4} + \frac{2}{8} - \frac{3}{5}$

(4) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $2 + \frac{5}{6}$

ב.  $2 - \frac{5}{6}$

ג.  $2\frac{1}{4} + \frac{5}{6}$

ד.  $2\frac{1}{4} - \frac{5}{6}$

ה.  $3\frac{2}{3} + 4\frac{1}{4}$

ו.  $5\frac{7}{8} - 6\frac{1}{2}$

ז.  $2 + \frac{5}{6} - \frac{1}{9}$

ח.  $\frac{3}{4} - 1\frac{1}{5} + \frac{8}{20}$

(5) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $\frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{3}{4}\right) + 2\frac{1}{3}$

ב.  $\frac{3}{14} : \frac{2}{7} + \frac{1}{3} \cdot 2\frac{1}{4} - \frac{2}{5}$

ג.  $\frac{5}{11} \cdot 2\frac{3}{4} - 6 : \frac{2}{5}$

ד.  $2\frac{4}{5} : \frac{9}{10} \cdot \frac{6}{7} + \frac{1}{6}$

ה.  $\frac{5}{6} : \frac{3}{4} + \frac{2}{3} \cdot 3\frac{1}{4}$

## תשובות סופיות:

|                     |                       |                      |                       |                      |                          |
|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 12. ו.              | 20. ה.                | 30. ד.               | 15. ג.                | 4. ב.                | 6. א. (1                 |
|                     |                       |                      |                       | 24. ח.               | 30. ז.                   |
| $\frac{1}{9}$ . ו.  | $\frac{1}{2}$ . ה.    | $1\frac{3}{4}$ . ד.  | 1. ג.                 | $\frac{7}{9}$ . ב.   | $\frac{4}{5}$ . א. (2    |
|                     |                       | $\frac{3}{5}$ . י.   | $1\frac{5}{8}$ . ט.   | $-\frac{4}{5}$ . ח.  | $-\frac{1}{4}$ . ז.      |
| $3\frac{5}{6}$ . ו. | 5. ה.                 | $-\frac{1}{8}$ . ד.  | $\frac{7}{12}$ . ג.   | $\frac{7}{10}$ . ב.  | $1\frac{5}{6}$ . א. (3   |
|                     |                       |                      |                       | $-\frac{1}{10}$ . ח. | $\frac{19}{21}$ . ז.     |
| $-\frac{5}{8}$ . ו. | $7\frac{11}{12}$ . ה. | $1\frac{5}{12}$ . ד. | $3\frac{1}{12}$ . ג.  | $1\frac{1}{6}$ . ב.  | $2\frac{5}{6}$ . א. (4   |
|                     |                       |                      |                       | $-\frac{1}{20}$ . ח. | $2\frac{13}{18}$ . ז.    |
|                     | $3\frac{5}{18}$ . ה.  | $2\frac{5}{6}$ . ד.  | $-13\frac{3}{4}$ . ג. | $1\frac{1}{10}$ . ב. | $2\frac{11}{24}$ . א. (5 |

## בעיות יסודיות באחוזים:

### סיכום כללי:

נוסחה לביצוע חישובים עם אחוזים:

$$\text{תמורת האחוז} = \text{שלם} \cdot \frac{\text{אחוז}}{100}$$

למשל, בהינתן גודל שלם 120, אשר יש לחשב כמה הם 40 אחוזים ממנו, נקבל לפי הנוסחה:  $48 = 120 \cdot \frac{40}{100}$ , כלומר: **תמורת האחוז 40 מהגודל 120 היא 48.**

### שאלות:

- (1) בכיתה 30 תלמידים. 60% מתוכם בנות.
  - א. כמה בנות בכיתה?
  - ב. כמה בנים בכיתה?
- (2) בכיתה 28 בנות המהוות 70% מכלל התלמידים בכיתה.
  - א. כמה תלמידים בכיתה?
  - ב. כמה בנים בכיתה?
- (3) מחיר בגד-ים הוא 300 ₪. בסוף העונה הוא נמכר ב-20% הנחה.
  - א. מהו מחירו בסוף העונה?
  - ב. מה גודל ההנחה?
- (4) מחיר ההשקה של בושם מסוים הוא 500 ₪. לאחר מכן מועלה מחירו ב-8%.
  - א. מה מחירו הסופי?
  - ב. מה גודל ההתייקרות?
- (5) מחיר ליטר דלק הוא 5 ₪ לליטר. בחנוכה מוזל מחירו ב-7%.
 

בפסח מועלה מחירו ב-7%. מה מחירו בסוף השנה?
- (6) מוצר מסויים מתייקר בסוכות ב-12%. בפורים מוזל המוצר ב-12%.
 

מחירו בסוף השנה הוא 394.24 ₪. מה מחירו בתחילת השנה?

### 7) ענה על השאלות הבאות :

- א. באולם קולנוע 200 צופים, מתוכם 176 בנים.  
מה אחוז הבנים בקהל?
- ב. בכיתה 30 תלמידים, מתוכם 18 בנות.  
מה אחוז הבנות בכיתה?
- ג. מחיר מוצר התייקר מ-80 ₪ ל-120 ₪.  
בכמה אחוזים התייקר המוצר?
- ד. מחיר מוצר הוזל מ-120 ₪ ל-80 ₪.  
בכמה אחוזים הוזל המוצר?
- ה. מחיר מוצר התייקר מ-150 ₪ ל-200 ₪.  
בכמה אחוזים התייקר המוצר?
- ו. מחיר מוצר מוזל הוזל מ-200 ₪ ל-150 ₪.  
בכמה אחוזים הוזל המוצר?

### תשובות סופיות:

- |                   |             |
|-------------------|-------------|
| 1) א. 18 בנות.    | ב. 12 בנים. |
| 2) א. 40 תלמידים. | ב. 12 בנים. |
| 3) א. 240 ₪       | ב. 60 ₪     |
| 4) א. 540 ₪       | ב. 40 ₪     |
| 5) 4.9755 ₪       |             |
| 6) 400 ₪          |             |
| 7) א. 88%         | ב. 60%      |
|                   | ג. 50%      |
|                   | ד. 33.33%   |
|                   | ה. 33.33%   |
|                   | ו. 25%      |

## חזרה על תבניות מספר:

### סיכום כללי:

משתנה הוא סמל המתאר כמות או גודל כלשהם אשר אינם ידועים ועשויים להשתנות.

תבנית מספר היא ביטוי אלגברי אשר מכיל משתנה (או משתנים).

ניתן להציב במשתנים ערכים מספריים שונים ולקבל תוצאות שונות עבור תבנית המספר עצמה.

במתמטיקה, תפקידה של תבנית המספר הוא להביע גודל מסוים אשר לערכו יש משמעויות שונות. דוגמא לכך היא: קנייה של  $x$  פריטים, אשר כל אחד עולה 3 שקלים, יניבו תבנית מספר של  $3 \cdot x$  אשר מייצגת את הסכום הכולל של הפריטים.

### שאלות:

(1) חשב את ערכי הביטויים האלגבריים הבאים עבור ה- $x$  הנתון:

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| א. $2x+5$ כאשר $x=3$       | ב. $x^2+3x$ כאשר $x=2$    |
| ג. $-x^2+2x+3$ כאשר $x=5$  | ד. $-x^2-9x+5$ כאשר $x=5$ |
| ה. $x^3+1$ כאשר $x=-2$     | ו. $4-x^3$ כאשר $x=-1$    |
| ז. $(x+1)(2-x)$ כאשר $x=4$ | ח. $x^2(3x-4)$ כאשר $x=3$ |

(2) חשב את ערכי הביטויים האלגבריים הבאים עבור ה- $x$  הנתון:

- א.  $27x^5-2x^3+x$  כאשר  $x=\frac{1}{3}$ .
- ב.  $\frac{1}{3}x^2+\frac{1}{2}x+6$  כאשר  $x=-\frac{2}{3}$ .

(3) הצב את הערכים המספריים במקום הפרמטרים וחשב את ערך תבנית המספר :

|                                  |                                                           |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| א. $a^2 + 2ab + b^2$             | עבור : $a = 3, b = -5$                                    |
| ב. $(x - 3)^2 + 3x^2b$           | עבור : $x = 5, b = -1$                                    |
| ג. $-x^3 - 2xy + y^4$            | עבור : $x = -2, y = -1$                                   |
| ד. $\frac{(a - 2c)^4}{a} - a^2$  | עבור : $a = 2, c = -2$                                    |
| ה. $\frac{4a^2 - 3b}{c}$         | עבור : $a = -1, b = 2, c = -4$                            |
| ו. $\sqrt{c - 3a}$               | עבור : $c = 13, a = -1$ ועבור : $c = 82, a = \frac{1}{3}$ |
| ז. $\frac{p^3 + 2\sqrt{q+1}}{m}$ | עבור : $p = -5, q = 48, m = 3$                            |

### תשובות סופיות:

|     |                                   |                     |        |        |                  |      |
|-----|-----------------------------------|---------------------|--------|--------|------------------|------|
| (1) | א. 11                             | ב. 10               | ג. -12 | ד. -65 | ה. -7            | ו. 5 |
|     | ז. -10                            | ח. 45               |        |        |                  |      |
| (2) | א. $\frac{10}{27}$                | ב. $5\frac{22}{27}$ |        |        |                  |      |
| (3) | א. 4                              | ב. -71              | ג. 5   | ד. 644 | ה. $\frac{1}{2}$ |      |
|     |                                   |                     |        | ז. -37 |                  |      |
|     | ו. הצבה ראשונה : 4, הצבה שניה : 9 |                     |        |        |                  |      |

## כינוס איברים:

### סיכום כללי:

תבניות אלגבריות יכולות להכיל איברים רבים ולכן נרצה לכנס אותם על מנת לפשט את התבנית. כדי לכנס איברים ניקח את כל קבוצת האיברים מאותו הסוג ונחבר את המקדמים שלהם. דוגמא:  $3x + 6x - 5x = (3 + 6 - 5)x = 4x$ .  
איברים שונים נבדלים זה מזה בערך התבנית האלגברית שלהם.  
כך:  $3x$  שונה מ- $4y$  ושונה מ- $2xy$ . באותו האופן, האיברים  $x$  ו- $x^2$  הם שונים.

### שאלות:

כנס איברים דומים:

- |                                                                                               |                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $9x^2 - 2x^2 - 3x^2 - 2x^2$ (2)                                                               | $5x + 7x - 4x$ (1)                             |
| $x^2y - 3yx^2 + x^2y$ (4)                                                                     | $-10xy + 15xy + xy - 2yx$ (3)                  |
| $2x^2 - 3m^2 - x^2 + 3m^2$ (6)                                                                | $8a^2 + 10a - 5a^2 - 11a + a^2$ (5)            |
| $mn^2 + 4m^2n + 6n^2m - 10nm^2 + mn^2$ (8)                                                    | $3xy + y - 30y + 6yx - 7y$ (7)                 |
| $y^2 + x^2 - 5x^2 + 5y^2 + 4x^2 - 6y^2$ (10)                                                  | $-6 + x^3 + 4 - 3x^3 + 17x^3 - 17$ (9)         |
| $5xy + 2x - 3yx - x + 1$ (12)                                                                 | $7x^2 - 3x - 4x + 2$ (11)                      |
| $x + xy + y - 6yx - 6y - 6x$ (14)                                                             | $3 - x - x^2 + 4x + 5x^2 - 12$ (13)            |
| $ab^2 + 6ba^2 - 6b + 16a^2b + 3b - 6b^2a$ (16)                                                | $mn + n - 5m + 5nm - 14n + 3m$ (15)            |
| $4x^2z + 6xz^2 - 6 - xz^2 + 12 + 10zx^2$ (18)                                                 | $z^3 - 4z^2 + 7 - z^3 - 8 + 8z^2$ (17)         |
| $x^3 - 3x - 4x^2 + 2x + x^3 + x^2 - 2x^3$ (20)                                                | $2 - x^3 - 3 - 4x^2 + 2x + x^3 + x^2 - 2$ (19) |
| $12x^2y^3 + 13a^2 - 20x^2y^3 + 2a^2$ (22)                                                     | $2a^2b + 3x^2y + 5a^2b + 10x^2y$ (21)          |
| $-2x^3y + 5x^2 - 4yx^3 - 6x^2$ (24)                                                           | $2y^2 - 4x^3y^2 - 10y^2 - x^3y^2$ (23)         |
| $5a^2b - 8ab^2 + 20a^2b - 14ab^2$ (26)                                                        | $2a^2b + 2b + 3a^2 + 5b$ (25)                  |
| $-12x^2 + 2y^2 + 3x^2y + 14xy^2 - 5xy^2 - 6y^2 + 2xy + 11x^2 + x^2y - 9xy$ (27)               |                                                |
| $21x^3y^3 + x^2y^2 - 3xy^3 + x^3y - 15x^2y^2 - 7x^3y + 12x^3y^3 - 4xy^3 + 4xy^3 - 6x^3y$ (28) |                                                |

## תשובות סופיות:

- |                           |                        |                                             |
|---------------------------|------------------------|---------------------------------------------|
| $4xy$ (3)                 | $2x^2$ (2)             | $8x$ (1)                                    |
| $x^2$ (6)                 | $4a^2 - a$ (5)         | $-x^2y$ (4)                                 |
| $15x^3 - 19$ (9)          | $8mn^2 - 6nm^2$ (8)    | $9xy - 36y$ (7)                             |
| $2xy + x + 1$ (12)        | $7x^2 - 7x + 2$ (11)   | $0$ (10)                                    |
| $-13n - 2m + 6mn$ (15)    | $-5x - 5y - 5xy$ (14)  | $4x^2 + 3x - 9$ (13)                        |
| $14x^2z + 5xz^2 + 6$ (18) | $4z^2 - 1$ (17)        | $-5ab^2 + 22a^2b - 3b$ (16)                 |
| $7a^2b + 13x^2y$ (21)     | $-3x^2 - x$ (20)       | $-3x^2 + 2x - 3$ (19)                       |
| $-6x^3y - x^2$ (24)       | $-8y^2 - 5x^3y^2$ (23) | $-8x^2y^3 + 15a^2$ (22)                     |
|                           | $25a^2b - 22ab^2$ (26) | $2a^2b + 3a^2 + 7b$ (25)                    |
|                           |                        | $-x^2 - 4y^2 + 4x^2y + 9xy^2 - 7xy$ (27)    |
|                           |                        | $33x^3y^3 - 14x^2y^2 - 3xy^3 - 12x^3y$ (28) |

## פישוט ביטויים ע"י פתיחת סוגריים:

### סיכום כללי:

בעת ביצוע כפל בין שני איברים יש לכפול את המקדמים בנפרד ואת האותיות (משתנים) בנפרד.

כלל הפילוג:

$$\bullet a(b+c) = ab+ac$$

$$\bullet (a+b)(c+d) = ac+ad+bc+bd$$

### שאלות:

#### (1) פשט את הביטויים הבאים:

|                      |                         |                                        |
|----------------------|-------------------------|----------------------------------------|
| א. $2x \cdot 3x$     | ב. $-4x \cdot (-7x)$    | ג. $-2x \cdot (-4x) \cdot (-3)$        |
| ד. $8m^2 \cdot 4m^3$ | ה. $3a^3 \cdot (-2a^2)$ | ו. $-b \cdot 4b^2 \cdot \frac{b^2}{2}$ |
| ז. $a \cdot 3b$      | ח. $4a^2 \cdot 7b^2$    | ט. $ab \cdot (-2a^2b)$                 |

#### (2) פשט את הביטויים הבאים ע"י פתיחת סוגריים:

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| א. $2(3x-4)$        | ב. $2(-3x^2+5x-1)$         |
| ג. $(7x-2)4$        | ד. $(1-2x)(-2)$            |
| ה. $a(3a-1)$        | ו. $b(b^2-3b+4)$           |
| ז. $2x(5x+3)$       | ח. $5x(x^2+2x-3)$          |
| ט. $3t^2(4t-t^2+6)$ | י. $\frac{5}{2}(4d^4-3d)d$ |

#### (3) פשט את הביטויים הבאים:

|                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| א. $5x+(3x-2)+(-4-2x)$ | ב. $7x+(-4x-5)+3x+(-1+7x)$ |
| ג. $8-(2x-5)-(4x+2)$   | ד. $-6x-(-3x-1)-(-7-4x)+1$ |

$$\begin{aligned} & \text{ה. } (3-2x^2+4)2+3(x-x^2)-6(7-5x)+4x^2 \\ & \text{ו. } 3y^2-(y+1-2y^2)+6(5y-6)-(-y-4)3+5(y^2+1)-7 \end{aligned}$$

(4) פשט את הביטויים הבאים :

$$\begin{aligned} & \text{א. } (x-1)(x+2) \quad \text{ב. } (x+3)(x-7) \\ & \text{ג. } (3-x)(x+4) \quad \text{ד. } (3x+4)(5x+1) \\ & \text{ה. } 3(4x+1)(2x-3) \quad \text{ו. } -2(3x-1)(5-2x) \end{aligned}$$

(5) פשט את ערכי הביטויים הבאים :

$$\begin{aligned} & \text{א. } (x-1)(x+3)+2(3-x) \\ & \text{ב. } (a+4)(a-2)-(a+5)(a-3) \\ & \text{ג. } (2m-3)(4m+3)+5(2m^2-6) \\ & \text{ד. } -x^2y^2(x^3y+x^2)+2xy(2x^3y-x^4y^2) \end{aligned}$$

### תשובות סופיות:

$$\begin{aligned} & \text{(1) א. } 6x^2 \quad \text{ב. } 28x^2 \quad \text{ג. } -24x^2 \quad \text{ד. } 32m^5 \quad \text{ה. } -6a^5 \quad \text{ו. } -2b^5 \\ & \quad \text{ז. } 3ab \quad \text{ח. } 28a^2b^2 \quad \text{ט. } -2a^3b^2 \\ & \text{(2) א. } 6x-8 \quad \text{ב. } -6x^2+10x-2 \quad \text{ג. } 28x-8 \quad \text{ד. } -2+4x \\ & \quad \text{ה. } 3a^2-a \quad \text{ו. } b^3-3b^2+4b \quad \text{ז. } 10x^2+6x \quad \text{ח. } 5x^3+10x^2-15x \\ & \quad \text{ט. } 12t^3-3t^4+18t^2 \quad \text{י. } 10d^5-7.5d^2 \\ & \text{(3) א. } 6x-6 \quad \text{ב. } 13x-6 \quad \text{ג. } -6x+11 \quad \text{ד. } x+9 \quad \text{ה. } -3x^2+33x-28 \\ & \quad \text{ו. } 10y^2+32y-27 \\ & \text{(4) א. } x^2+x-2 \quad \text{ב. } x^2-4x-21 \quad \text{ג. } -x^2-x+12 \\ & \quad \text{ד. } 15x^2+23x+4 \quad \text{ה. } 24x^2-30x-9 \quad \text{ו. } 12x^2-34x+10 \\ & \text{(5) א. } x^2+3 \quad \text{ב. } 7 \quad \text{ג. } 18m^2-6m-39 \quad \text{ד. } -3x^5y^3+3x^4y^2 \end{aligned}$$

## פישוט ביטויים באמצעות נוסחאות הכפל המקוצר:

### סיכום כללי:

- נוסחת ריבוע של סכום/הפרש:  $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$ .
- נוסחה להפרש ריבועים:  $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$ .

### שאלות:

#### (1) פשט את הביטויים הבאים:

|                |                  |                    |
|----------------|------------------|--------------------|
| א. $(x+5)^2$   | ב. $(x+2)^2$     | ג. $(4x+5)^2$      |
| ד. $(6x+2)^2$  | ה. $(7x+y)^2$    | ו. $(5x+2y)^2$     |
| ז. $(x^2+7)^2$ | ח. $(x^2+y^2)^2$ | ט. $(x^3+2y^2x)^2$ |

#### (2) פשט את הביטויים הבאים:

|                |                                      |                                    |
|----------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| א. $(x-6)^2$   | ב. $(x-2)^2$                         | ג. $(5-x)^2$                       |
| ד. $(6x-1)^2$  | ה. $\left(3x-\frac{1}{2}\right)^2$   | ו. $\left(\frac{1}{3}x-5\right)^2$ |
| ז. $(3m-2n)^2$ | ח. $\left(x^2-\frac{3}{5}y\right)^2$ | ט. $(x^2y^2-7)^2$                  |

#### (3) פשט את הביטויים הבאים:

|                                                             |                                                               |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| א. $(x-5)(x+5)$                                             | ב. $(3+x)(x-3)$                                               |
| ג. $(3x-1)(3x+1)$                                           | ד. $(5-7x)(7x+5)$                                             |
| ה. $\left(\frac{1}{2}x+6\right)\left(\frac{1}{2}x-6\right)$ | ו. $\left(5y-\frac{1}{4}x\right)\left(\frac{1}{4}x+5y\right)$ |
| ז. $(x^2+y)(x^2-y)$                                         | ח. $(3a^2b^3-4)(3a^2b^3+4)$                                   |

(4) פשט את הביטויים הבאים :

א.  $(x+1)(x+2)-3x$       ב.  $(x-5)(5x-1)+2(4+x)$   
 ג.  $x(2x-1)(2x+1)-4x^2(x+1)$       ד.  $-(y+3x)(y-3x)+(y-3x)^2$   
 ה.  $x(x+3)-(6+x)(6x+2)-(x+2)^2$   
 ו.  $-5(x+7)(x-7)+3(2x+5)(5-x)+(x+1)^2$

## תשובות סופיות:

(1) א.  $x^2+10x+25$       ב.  $x^2+4x+4$       ג.  $16x^2+40x+25$   
 ד.  $36x^2+24x+4$       ה.  $49x^2+14xy+y^2$       ו.  $25x^2+20xy+4y^2$   
 ז.  $x^4+14x+49$       ח.  $x^4+2x^2y^2+y^4$       ט.  $x^6+4x^4y^2+4y^4x^2$   
 (2) א.  $x^2-12x+36$       ב.  $x^2-4x+4$       ג.  $25-10x+x^2$   
 ד.  $36x^2-12x+1$       ה.  $9x^2-3x+\frac{1}{4}$       ו.  $\frac{1}{9}x^2-3\frac{1}{3}x+25$   
 ז.  $9m^2-12mn+4n^2$       ח.  $x^4-\frac{6}{5}x^2y+\frac{9}{25}y^2$       ט.  $x^4y^4-14x^2y^2+49$   
 (3) א.  $x^2-25$       ב.  $x^2-9$       ג.  $9x^2-1$       ד.  $25-49x^2$   
 ה.  $\frac{1}{4}x^2-36$       ו.  $25y^2-\frac{1}{16}x^2$       ז.  $x^4-y^2$       ח.  $9a^4b^6-16$   
 (4) א.  $x^2+2$       ב.  $5x^2-24x+13$       ג.  $-4x^2-x$   
 ד.  $18x^2-6xy$       ה.  $-6x^2-39x-16$       ו.  $-10x^2+17x+321$

## פירוק לגורמים של ביטויים אלגבריים:

### סיכום כללי:

פירוק לגורמים הוא פעולה הפוכה לפתיחת סוגריים – נרצה להוציא את הגורמים המשותפים לאיברים מחוץ לסוגריים.

- פירוק לגורמים ע"י הוצאת איבר אחד משותף:

○ הוצאת מספר משותף:  $2x - 8 = 2(x - 4)$

○ הוצאת אות משותפת:  $x^2 - 12x = x(x - 12)$

○ הוצאת מספר ואות יחד:  $3x^2 - 21x = 3x(x - 7)$

- פירוק לגורמים ע"י נוסחאות הכפל המקוצר:

○ נוסחת הבינום של ניוטון:  $a^2 \pm 2ab + b^2 = (a \pm b)^2$

○ נוסחה להפרש ריבועים:  $a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$

### שאלות:

- (1) פשט את הביטויים הבאים ע"י הוצאת גורם משותף:

א.  $3x - 12$       ב.  $6y - 4$

ג.  $20 - 8a$       ד.  $4a^3 + 8b$

ה.  $75m^2 + 25m + 15$       ו.  $40a^2 - 8b^2 + 64c^2$

- (2) פשט את הביטויים הבאים ע"י הוצאת גורם משותף:

א.  $y^2 + 5y$       ב.  $3x - 11x^3$

ג.  $6y^2 + 5y^3 + 4y$       ד.  $\frac{1}{2}a^7 - \frac{1}{4}a^5 + a^3$

(3) פשט את הביטויים הבאים ע"י הוצאת גורם משותף :

- |                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| א. $2x^2 - 8x$                 | ב. $3t^2 + 12t$           |
| ג. $5n^3 - 20n^2 + 50n$        | ד. $8y^2 + 6y^3 - 2y^4$   |
| ה. $4x^2y^2 + 16x^2y - 20xy^2$ | ו. $27mn - 3n^2m + 9n^3m$ |

(4) פשט את הביטויים הבאים ע"י שימוש בנוסחאות הכפל המקוצר :

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| א. $x^2 + 10x + 25$  | ב. $x^2 + 12x + 36$   |
| ג. $y^2 - 18y + 81$  | ד. $y^2 - 22y + 121$  |
| ה. $4x^2 + 4x + 1$   | ו. $16y^2 - 8y + 1$   |
| ז. $9x^2 - 24x + 16$ | ח. $25x^2 + 70x + 49$ |

(5) פשט את הביטויים הבאים ע"י שימוש בנוסחאות הכפל המקוצר :

- |                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| א. $r^2 - 25$   | ב. $x^2 - 81$      |
| ג. $25y^2 - 49$ | ד. $121x^2 - 1$    |
| ה. $x^2y^2 - 4$ | ו. $9y^4 - 169x^4$ |

(6) פשט את הביטויים הבאים ע"י הוצאת גורם משותף ונוסחאות הכפל המקוצר :

- |              |                              |
|--------------|------------------------------|
| א. $y - y^3$ | ב. $x^3 - 10x^2 + 25x$       |
| ג. $m^4 - 1$ | ד. $196x^4 - 140x^3 + 25x^2$ |

## תשובות סופיות:

1. א.  $3(x-4)$       ב.  $2(3y-2)$       ג.  $4(5-2a)$   
 ד.  $4(a^3+2b)$       ה.  $5(15m^2+5m+3)$       ו.  $8(5a^2-b^2+8c^2)$   
 2. א.  $y(y+5)$       ב.  $x(3-11x^2)$       ג.  $y(6y+5y^2+4)$   
 ד.  $a^3\left(\frac{1}{2}a^4-\frac{1}{4}a^2+1\right)$   
 3. א.  $2x(x-4)$       ב.  $3t(t+4)$       ג.  $5n(n^2-4n+10)$   
 ד.  $2y^2(4+3y-y^2)$       ה.  $4xy(xy+4x-5y)$       ו.  $3mn(9-n-3n^2)$   
 4. א.  $(x+5)^2$       ב.  $(x+6)^2$       ג.  $(y-9)^2$       ד.  $(y-11)^2$   
 ה.  $(2x+1)^2$       ו.  $(4y-1)^2$       ז.  $(3x-4)^2$       ח.  $(5x+7)^2$   
 5. א.  $(r+5)(r-5)$       ב.  $(x+9)(x-9)$       ג.  $(5y+7)(5y-7)$   
 ד.  $(11x+1)(11x-1)$       ה.  $(xy+2)(xy-2)$       ו.  $(3y^2+13x^2)(3y^2-13x^2)$   
 6. א.  $y(1+y)(1-y)$       ב.  $x(x-5)^2$       ג.  $(m^2+1)(m+1)(m-1)$   
 ד.  $x^2(14x-5)^2$

## פירוק הטרינום:

### סיכום כללי:

טרינום משמעו תלת איבר מהצורה:  $ax^2 + bx + c$  כאשר  $a, b$  ו- $c$  הם מספרים כלשהם.

שיטת הטרינום מאפשרת לפרק את תלת האיבר ל-4 איברים ע"י פיצול האיבר  $bx$  לשני איברים באופן כזה שמאפשר להוציא גורם משותף.

הכלל הוא למצוא שני מספרים,  $m_1$  ו- $m_2$ , שמקיימים:  $m_1 \cdot m_2 = ac$  ו- $m_1 + m_2 = b$ .  
 לאחר מכן ניתן לפרק את הטרינום:  $ax^2 + bx + c = ax^2 + m_1x + m_2x + c$ .  
 השלב האחרון הוא הוצאת גורם משותף מכל זוג:  $\underline{ax^2 + m_1x} + \underline{m_2x + c}$ .

### הערה:

במקרה שנוסחת השורשים ידועה, ניתן להיעזר בה כדי למצוא את המספרים  $m_1$  ו- $m_2$  באופן

הבא:  $m_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ ,  $m_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$  ולאחר מכן ניתן לכתוב את הטרינום

כמכפלה:  $ax^2 + bx + c = a(x - m_1)(x - m_2)$ . אם קיים פתרון (שורש) אחד  $m_1 = m_2 = \frac{-b}{2a}$  אז

נכתוב:  $ax^2 + bx + c = a(x - m_1)^2$  ואם לא קיימים פתרונות אז לא קיים פירוק כלל.

### שאלות:

(1) פרק את הביטויים הבאים לפי פירוק טרינום:

- |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| א. $x^2 + 5x + 4$   | ב. $x^2 - 8x + 15$  | ג. $x^2 - 33x + 62$ |
| ד. $2x^2 + 7x - 15$ | ה. $3x^2 - 11x + 6$ | ו. $6x^2 + 5x + 1$  |
| ז. $2x^2 + x - 6$   | ח. $x^2 - 18x + 81$ | ט. $x^2 + 2x + 8$   |

(2) פרק את הביטויים הבאים ע"י שימוש בנוסחת השורשים.

הערה: במידה ולא למדת על נוסחת השורשים התעלם משאלה זו.

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| א. $6x^2 + 5x + 1$   | ב. $x^2 + 5x + 4$  |
| ג. $4x^2 + 20x + 25$ | ד. $3x^2 - x + 20$ |

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $(x+1)(x+4)$     ב.  $(x-3)(x-5)$     ג.  $(x-2)(x-31)$
- ד.  $(2x-3)(x+5)$     ה.  $(3x-2)(x-3)$     ו.  $(3x+1)(2x+1)$
- ז.  $(x+2)(2x-3)$     ח.  $(x-9)^2$     ט. אין פירוק.
- (2) א.  $6\left(x+\frac{1}{3}\right)\left(x+\frac{1}{2}\right)$     ב.  $(x+1)(x+4)$     ג.  $(2x+5)^2$     ד. אין פירוק.

## שברים אלגברים:

### סיכום כללי:

#### הגדרה:

שבר אלגברי מורכב משתי תבניות, אשר אחת מחלקת את השנייה.

$$\text{דוגמא לשברים אלגבריים: } \frac{x+1}{x+2}, \frac{3x}{x^2+1}, \frac{4}{x-x^3}$$

במקרה בו המכנה הוא מספר, לא מדובר בשבר אלגברי מכיוון שניתן לכתוב את

$$\text{הביטוי ללא צורך בחילוק בין ביטויים שונים כגון: } \frac{3x+5}{4} = \frac{3}{4}x + \frac{5}{4}$$

#### תחום הגדרה של שבר:

היות ושבר אלגברי הוא תבנית אשר יכולה לקבל ערכים שונים בעת הצבות שונות, חשוב להגביל את המספרים שניתן להציב באופן כזה שלא תתקבל חלוקה באפס.

$$\text{דוגמא: השבר } \frac{1}{x+4} \text{ לא מוגדר כאשר } x = -4 \text{ מכיוון שמתקבל: } \frac{1}{0}$$

במקרים אלו נדרוש **תנאי** על המשתנה אשר יכתב באופן הבא:  $x \neq -4$  ומשמעו היא ש- $x$  יכול לקבל על ערך מספרי אפשרי למעט -4, מכיוון שבמקרה זה השבר לא מוגדר.

#### כלל צמצום שברים אלגברים:

ניתן לצמצם שברים אלגברים ע"י הבאת המונה והמכנה למכפלה של ביטויים. במידה וקיימות פעולות החיבור והחיסור בין איברים שונים לא ניתן לבצע צמצום של איברים דומים בין המונה והמכנה. להלן מספר דוגמאות הנוגעות לצמצומים:

$$\bullet \text{ צמצום ע"י הוצאת גורם משותף: } \frac{2x+8}{x+4} = \frac{2(x+4)}{x+4} = \frac{2 \cdot 1}{1} = 2$$

$$\bullet \text{ צמצום ע"י נוסחת כפל מקוצר: } \frac{3x-15}{x^2-10x+25} = \frac{3(x-5)}{(x-5)^2} = \frac{3 \cdot 1}{x-5} = \frac{3}{x-5}$$

$$\bullet \text{ צמצום ע"י פירוק טרינום: } \frac{x^2-2x-3}{x^2-3x-4} = \frac{(x+1)(x-3)}{(x+1)(x-4)} = \frac{x-3}{x-4}$$

## שאלות:

(1) מצא את תחום ההגדרה של השברים האלגבריים הבאים :

|                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| א. $\frac{x+4}{x+3}$    | ב. $\frac{5}{x-6}$               |
| ג. $\frac{x+7}{2x-8}$   | ד. $\frac{x^2+1}{x^2-4x}$        |
| ה. $\frac{3}{x^2+2x+1}$ | ו. $\frac{x^2}{x^2-4}$           |
| ז. $\frac{6}{y^4-y^2}$  | ח. $\frac{8x-2}{3x^3-15x^2+12x}$ |

(2) צמצם את השברים הבאים (במידה ולא ניתן צמצם הסבר מדוע) :

|                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| א. $\frac{ax}{a}$      | ב. $\frac{a-x}{a}$          |
| ג. $\frac{a-ax}{a}$    | ד. $\frac{x+1}{y+1}$        |
| ה. $\frac{x}{x+y}$     | ו. $\frac{6x}{6y}$          |
| ז. $\frac{x^2y}{xy^2}$ | ח. $\frac{x^2+y^2}{x^2y^2}$ |
| ט. $\frac{4x^2y}{xy}$  | י. $\frac{3x^2}{x^2+3}$     |

(3) צמצם את השברים הבאים ע"י הוצאת גורם משותף וכתוב את תחום הגדרתם :

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| א. $\frac{3x+12}{x+4}$      | ב. $\frac{m^2+4m}{4m+16}$         |
| ג. $\frac{2a-12}{a^2-6a}$   | ד. $\frac{x^2-5x}{15-3x}$         |
| ה. $\frac{3-18y^2}{6y^2-1}$ | ו. $\frac{4x^3-2x^2}{6x-3}$       |
| ז. $\frac{3y}{y^3-3y^2}$    | ח. $\frac{3z^3-12z^2+4z}{z^2+5z}$ |

(4) צמצם את השברים הבאים ע"י פירוק לגורמים וכתוב את תחום הגדרתם:

|                                         |                                             |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
| א. $\frac{x^2 + 10x + 25}{2x + 10}$     | ב. $\frac{8n - n^2}{n^2 - 16n + 64}$        |
| ג. $\frac{z^3 - 4z^2}{2z^2 - 16z + 32}$ | ד. $\frac{4m^2 + 20m + 25}{4m^2 + 10m}$     |
| ה. $\frac{18y^2 - 24y + 8}{2y - 3y^2}$  | ו. $\frac{a^3 + 4a^2b + 4ab^2}{3ab + 6b^2}$ |

(5) צמצם את השברים הבאים ע"י טרינום ריבועי וכתוב את תחום הגדרתם:

|                                                              |                                                           |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| א. $\frac{x + 2}{x^2 - 3x - 10}$                             | ב. $\frac{m^2 - 12m + 32}{m - 4}$                         |
| ג. $\frac{4y - 10}{2y^2 + y - 15}$                           | ד. $\frac{3z^2 + 26z + 16}{3z + 2}$                       |
| ה. $\frac{x^2 + 5x - 36}{x^3 + 9x^2}$                        | ו. $\frac{9n^2 - 12n}{4 + 5n - 6n^2}$                     |
| ז. $\frac{x^2 + 4x + 4}{x^2 + 5x + 6}$                       | ח. $\frac{x^2 - 14x + 49}{x^2 + x - 56}$                  |
| ט. $\frac{3a^2b - 10ab^2 + 3b^3}{-3a^3b + 11a^2b^2 - 6ab^3}$ | י. $\frac{m^3n - m^2n^2 - m^2 + mn}{2m^2n^3 + mn^2 - 3n}$ |

## תשובות סופיות:

$$(1) \quad \text{א. } x \neq -3 \quad \text{ב. } x \neq 6 \quad \text{ג. } x \neq 4 \quad \text{ד. } x \neq 0, x \neq 4$$

$$\text{ה. } x \neq -1 \quad \text{ו. } x \neq -2, x \neq 2 \quad \text{ז. } y \neq 0, y \neq -1, y \neq 1$$

$$\text{ח. } x \neq 0, x \neq 1, x \neq 4$$

$$(2) \quad \text{א. } x \quad \text{ב. לא ניתן לצמצם} \quad \text{ג. } 1-x$$

$$\text{ד. לא ניתן לצמצם} \quad \text{ה. לא ניתן לצמצם} \quad \text{ו. } \frac{x}{y} \quad \text{ז. } \frac{x}{y}$$

$$\text{ח. לא ניתן לצמצם} \quad \text{ט. } 4x \quad \text{י. לא ניתן לצמצם}$$

$$(3) \quad \text{א. } x \neq -4, 3 \quad \text{ב. } \frac{m}{4}, m \neq -4 \quad \text{ג. } \frac{2}{a}, a \neq 0, 6$$

$$\text{ד. } -\frac{x}{3}, x \neq 5 \quad \text{ה. } -3, y \neq \pm \frac{1}{\sqrt{6}} \quad \text{ו. } \frac{2x^2}{3}, x \neq \frac{1}{2}$$

$$\text{ז. } \frac{3}{y(y-3)}, y \neq 0, 3 \quad \text{ח. } \frac{3z^2 - 12z + 4}{z+5}, z \neq 0, -5$$

$$(4) \quad \text{א. } \frac{x+5}{2}, x \neq -5 \quad \text{ב. } \frac{n}{8-n}, n \neq 8 \quad \text{ג. } \frac{z^2}{2(z-4)}, z \neq 4$$

$$\text{ד. } \frac{2m+5}{2m}, m \neq 0, -\frac{5}{2} \quad \text{ה. } \frac{2(2-3y)}{y}, y \neq 0, \frac{2}{3} \quad \text{ו. } \frac{a(a+2b)}{3b}, b \neq 0, a \neq -2b$$

$$(5) \quad \text{א. } \frac{1}{x-5}, x \neq 5, -2 \quad \text{ב. } m-8, m \neq 4 \quad \text{ג. } \frac{2}{y+3}, x \neq -3, \frac{5}{2}$$

$$\text{ד. } z+8, z \neq -\frac{2}{3} \quad \text{ה. } \frac{x-4}{x^2}, x \neq 0, -9 \quad \text{ו. } \frac{-3n}{2n+1}, n \neq -\frac{1}{2}, \frac{4}{3}$$

$$\text{ז. } \frac{x+2}{x+3}, x \neq -2, -3 \quad \text{ח. } \frac{x-7}{x+8}, x \neq 7, -8$$

$$\text{ט. } \frac{3a-b}{a(2b-3a)}, a \neq 0, b \neq 0, a \neq 3b, 2b \neq 3a \quad \text{י. } \frac{m(m-n)}{n(2mn+3)}, mn \neq 1, -\frac{3}{2}, n \neq 0$$

## כפל וחילוק של שברים אלגברים:

### סיכום כללי:

כפל שברים יתבצע ע"י הכפלת כל מונה בנפרד והכפלת כל מכנה בנפרד.  
חילוק שברים יתבצע ע"י לקיחת ההופכי של שבר המחלק וביצוע פעולת כפל.

- דוגמא לכפל שברים:  $\frac{x+1}{x^2} \cdot \frac{x}{3x+3} = \frac{x+1}{x^2} \cdot \frac{x}{3(x+1)} = \frac{\cancel{x}(x+1)}{3x^{\cancel{2}}(x+1)} = \frac{1}{3x}$
- דוגמא לחילוק שברים:  $\frac{4x}{y} : \frac{12}{y^2+y} = \frac{4x}{y} \cdot \frac{y^2+y}{12} = \frac{\cancel{4}x}{\cancel{12}_3} \cdot \frac{\cancel{y}(y+1)}{\cancel{12}_3} = \frac{x(y+1)}{3}$

### שאלות:

(1) פשט את הביטויים הבאים:

- |                                                       |                                                                                   |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| א. $\frac{x}{3} \cdot \frac{x}{8}$                    | ב. $\frac{x}{3} \cdot \frac{9}{x^2}$                                              |
| ג. $7y \cdot \frac{5}{y^2}$                           | ד. $6x^2 \cdot \frac{3}{40x}$                                                     |
| ה. $(x^2 + 3x) \cdot \frac{2}{3x+9}$                  | ו. $(a^2 - 25) \cdot \frac{20}{5a+25}$                                            |
| ז. $\frac{w^2-9}{w} \cdot \frac{w^2}{2w+6}$           | ח. $\frac{y+4}{y^2+16} \cdot \frac{y^2-16}{2y+8}$                                 |
| ט. $\frac{z^2+30z+225}{6z+90} \cdot \frac{12}{2z-10}$ | י. $\frac{5n^2}{n^2-121} \cdot \frac{2n^2+44n+242}{n+2} \cdot \frac{n^2+4n+4}{n}$ |

(2) פשט את הביטויים הבאים:

|                                                         |                                                      |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| א. $\frac{x}{8} : \frac{x}{6}$                          | ב. $\frac{y}{25} : \frac{5}{y}$                      |
| ג. $a^2 : \frac{1}{6a}$                                 | ד. $\frac{5}{6a} : a^2$                              |
| ה. $(d^2 - 3d) : \frac{5d - 15}{5d}$                    | ו. $\frac{t}{t+4} : \frac{3t}{t+4}$                  |
| ז. $\frac{y^2 + 8y + 16}{8y^2} : \frac{y^2 - 16}{7y^2}$ | ח. $\frac{a^2 - 64}{a^2 - 36} : \frac{a + 8}{a + 6}$ |

תשובות סופיות:

|                            |                       |                                 |                       |                                  |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| א. $\frac{x^2}{24}$        | ב. $\frac{3}{x}$      | ג. $\frac{35}{y}$               | ד. $\frac{9x}{20}$    | ה. $\frac{2x}{3}$                |
| ו. $4(a-5)$                | ז. $\frac{w(w-3)}{2}$ | ח. $\frac{y^2 - 16}{2y^2 + 32}$ | ט. $\frac{z+15}{z-5}$ | י. $\frac{10n(n+11)(n+2)}{n-11}$ |
| א. $\frac{3}{4}$           | ב. $\frac{y^2}{125}$  | ג. $6a^3$                       | ד. $\frac{5}{6a^3}$   | ה. $d^2$                         |
| ז. $\frac{7(y+4)}{8(y-4)}$ | ח. $\frac{a-8}{a-6}$  | ו. $\frac{1}{3}$                |                       |                                  |

## חיבור וחיסור של שברים אלגברים:

### סיכום כללי:

ביצוע פעולת החיבור והחיסור תתבצע באופן זהה לשברים מספריים. נרצה להרחיב את השברים כך שהמכנה של שניהם יהיה זהה, ולאחר מכן נחבר את המונים. כדי להרחיב את השברים נעזר בפעולת מציאת מכנה משותף. לשם כך נעזר בפירוקים השונים כדי להביא את הביטויים שבכל מכנה לצורתם המופשטת. דוגמא לחיבור שברים בעלי אותו מכנה:

$$\frac{1}{x} + \frac{x+1}{x} = \frac{1+(x+1)}{x} = \frac{x+2}{x}$$

דוגמא לחיבור מספר לשבר אלגברי:

$$2 + \frac{3}{x+2} = \frac{2(x+2)}{x+2} + \frac{3}{x+2} = \frac{2(x+2)+3}{x+2} = \frac{2x+7}{x+2}$$

דוגמא לחיבור שברים עם מכנים שונים (ע"י פעולת מכנה משותף):

$$\frac{1}{x+1} + \frac{1}{x} = \frac{x}{x(x+1)} + \frac{x+1}{x(x+1)} = \frac{x+x+1}{x(x+1)} = \frac{2x+1}{x(x+1)}$$

דוגמא לחיבור שברים ע"י שימוש בפירוק לגורמים (כדי למצוא מכנה משותף מינימלי):

$$\frac{1}{x^2-3x} + \frac{3}{x-3} = \frac{1}{x^2-3x} + \frac{3x}{x^2-3x} = \frac{1+3x}{x^2-3x}$$

דוגמא לחיבור שברים ע"י נוסחאות הכפל המקוצר (כדי למצוא מכנה משותף מינימלי):

$$\frac{3}{x^2-6x+9} - \frac{2}{x^2-9} = \frac{3}{(x-3)^2} - \frac{2}{(x-3)(x+3)} = \frac{3(x+3)-2(x-3)}{(x-3)^2(x+3)} = \frac{x+15}{(x-3)^2(x+3)}$$

## שאלות:

(1) פשט את הביטויים הבאים:

א.  $\frac{a}{6} + \frac{a-5}{6}$

ג.  $\frac{x-2}{x+1} + \frac{3+4x}{x+1}$

ב.  $\frac{5}{x} + \frac{4x+3}{x}$

ד.  $\frac{7z}{2z-3} - \frac{4z}{2z-3} - \frac{z+3}{2z-3}$

(2) פשט את הביטויים הבאים:

א.  $\frac{1}{ab} - \frac{5}{bc}$

ג.  $\frac{c}{ab} - \frac{ad}{bc} + \frac{2b}{cd}$

ה.  $\frac{1}{(y+1)^2} + \frac{3}{y+1}$

ב.  $\frac{1}{xy} + \frac{5}{yz} + \frac{4}{xz}$

ד.  $-\frac{5}{x} + \frac{x+1}{xy^2}$

ו.  $\frac{3}{z(z-3)} - \frac{2}{z(z-2)}$

(3) פשט את הביטויים הבאים:

א.  $1 - \frac{2}{x}$

ג.  $2 + \frac{2}{x+1}$

ה.  $\frac{a+1}{a^2} - \frac{3-a}{4a} - 3$

ב.  $1 + \frac{3}{y^2}$

ד.  $3 - \frac{1}{x} + \frac{1}{3x}$

ו.  $\frac{x}{9yz} + \frac{z}{3y^2x} + \frac{3-y}{12xz} - 3\frac{1}{2}$

(4) פשט את הביטויים הבאים:

א.  $\frac{3}{x+1} + \frac{1}{x}$

ג.  $\frac{a+1}{a+2} + \frac{3}{a}$

ב.  $\frac{4}{y+2} - \frac{3}{y}$

ד.  $\frac{1}{z+3} + \frac{2}{3z} - \frac{3}{z}$

(5) פשט את הביטויים הבאים :

$$\text{ב. } \frac{3}{x^2-16} + \frac{2}{(x+4)^2}$$

$$\text{א. } \frac{24}{a^2-9} + \frac{4}{a+3}$$

$$\text{ד. } \frac{3z}{z^2+4z+3} - \frac{z+0.5}{z^2+2z+1}$$

$$\text{ג. } \frac{y}{(y-2)^2} + \frac{3y}{4-y^2}$$

$$\text{ו. } \frac{2a+3}{2a^2+15a+7} + \frac{a+3}{a^2+14a+49}$$

$$\text{ה. } \frac{x-1}{x^2+3x-40} + \frac{2}{-x^2+8x-15}$$

$$\text{ח. } \frac{1}{a-b} + \frac{2}{a+2b} - \frac{3b}{a^2+ab-2b^2}$$

$$\text{ז. } \frac{x}{x-3} + \frac{9-x}{x^2-8x+15}$$

(6) פשט את הביטויים הבאים :

$$\text{ב. } \left(\frac{2}{x}+1\right) \cdot \frac{x^2}{7x+14}$$

$$\text{א. } \frac{4}{x} \cdot \frac{x^2}{8} + \frac{9}{x+1} \cdot \frac{x+1}{18}$$

$$\text{ד. } \left(3x - \frac{2}{x^2} + \frac{1}{x}\right) : \frac{6x^3+2x-4}{x^2}$$

$$\text{ג. } \frac{7}{y^2} : \frac{6}{y^3} - \frac{y-4}{63} \cdot \frac{3y-4}{y^2-8y+16}$$

$$\text{ה. } \left(\frac{2x+1}{20x^2-28x-3} - \frac{3x+1}{30x^2-17x-2}\right) : \frac{18x+3}{6x^2-13x+6}$$

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $\frac{2a-5}{6}$  ב.  $\frac{4x+8}{x}$  ג.  $\frac{5x+1}{x+1}$  ד. 1
- (2) א.  $\frac{c-5a}{abc}$  ב.  $\frac{z+5x+4y}{xyz}$  ג.  $\frac{c^2d - a^2d^2 + 2ab^2}{abcd}$
- ד.  $\frac{-5y^2 + x + 1}{xy^2}$  ה.  $\frac{3y+4}{(y+1)^2}$  ו.  $\frac{1}{(z-2)(z-3)}$
- (3) א.  $\frac{x-2}{x}$  ב.  $\frac{y^2+3}{y^2}$  ג.  $\frac{2x+4}{x+1}$
- ד.  $\frac{9x-2}{3x}$  ה.  $\frac{-11a^2 + a + 4}{4a^2}$  ו.  $\frac{4x^2y + 12z^2 + 9y^2 - 3y^3 - 126xy^2z}{36xy^2z}$
- (4) א.  $\frac{4x+1}{x(x+1)}$  ב.  $\frac{y-6}{y(y+2)}$  ג.  $\frac{a^2 + 4a + 6}{a(a+2)}$
- ד.  $-\frac{4z+21}{3z(z+3)}$
- (5) א.  $\frac{4}{a-3}$  ב.  $\frac{5x+4}{(x-4)(x+4)^2}$  ג.  $\frac{2y(4-y)}{(y-2)^2(y+2)}$
- ד.  $\frac{(4z+3)(z-1)}{2(z+1)^2(z+3)}$  ה.  $\frac{x^2 - 6x - 13}{(x+8)(x-5)(x-3)}$  ו.  $\frac{4(a^2 + 6a + 6)}{(a+7)^2(2a+1)}$
- ז.  $\frac{x-3}{x-5}$  ח.  $\frac{3}{a+2b}$
- (6) א.  $\frac{x+1}{2}$  ב.  $\frac{x}{7}$  ג.  $\frac{147y^2 - 594y + 8}{126(y-4)}$  ד.  $\frac{1}{2}$  ה.  $\frac{1}{3(10x+1)}$

## שברים כפולים:

### סיכום כללי:

שבר כפול מורכב באופן הבא:  $\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}}$  כאשר מתקיים:  $\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{a}{b} \cdot \frac{d}{c} = \frac{ad}{bc}$ .  
 נובע מכאן כי ניתן לצמצם ביטויים בין שני המכנים או שני המונים בלבד.

### שאלות:

פשט את הביטויים הבאים:

- |                                               |                                                              |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| $\frac{\frac{y+1}{2y+2}}{5} \quad (2)$        | $\frac{\frac{4x}{12}}{x} \quad (1)$                          |
| $\frac{\frac{t^2-81}{9t^2}}{6t+54} \quad (4)$ | $\frac{\frac{5}{t}}{30t^2} \quad (3)$                        |
| $\frac{\frac{4x}{x+1}}{8} \quad (6)$          | $\frac{\frac{3y^3-y^2}{25}}{y^2} \quad (5)$                  |
| $\frac{x^2+2x+1}{t^2-t-20} \quad (8)$         | $\frac{3-y}{3c^2} \quad (7)$                                 |
| $\frac{\frac{16t+8}{25-t^2}}{2t+1}$           | $\frac{\frac{3c^3-9c^2-12c}{40}}{15c+15} \quad (9)$          |
|                                               | $\frac{\frac{\frac{1}{x}-4+\frac{x}{x+1}}{1-3x(x+1)}}{5x+5}$ |

**תשובות סופיות:**

$$\frac{x^2}{3} \quad (1)$$

$$2.5 \quad (2)$$

$$\frac{1}{6t^3} \quad (3)$$

$$\frac{t-9}{54t^2} \quad (4)$$

$$\frac{(3y-1)(3-y)}{25} \quad (5)$$

$$\frac{x(x+1)}{2} \quad (6)$$

$$\frac{c}{c-4} \quad (7)$$

$$\frac{t+4}{-8(t+5)} \quad (8)$$

$$\frac{5}{x} \quad (9)$$

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

## פרק 2 - משוואות אלגבריות

### תוכן העניינים

|    |                                               |
|----|-----------------------------------------------|
| 47 | 1. משוואות ממעלה ראשונה                       |
| 49 | 2. מערכת שתי משוואות בשני נעלמים ממעלה ראשונה |
| 52 | 3. משוואות עם אינסוף פתרונות וללא פתרון       |
| 53 | 4. משוואה ממעלה שנייה                         |
| 55 | 5. משוואות דו-ריבועיות                        |
| 57 | 6. משוואות עם פרמטרים                         |
| 59 | 7. משוואות עם שורשים                          |
| 61 | 8. משוואות עם ערך מוחלט                       |
| 62 | 9. מערכת משוואות ממעלה שנייה                  |

## משוואה ממעלה ראשונה:

### סיכום כללי:

משוואה ממעלה ראשונה היא מהצורה:  $ax = b$  (כלומר, החזקה של הנעלם היא 1).

פתרון של משוואה ממעלה ראשונה הוא  $x = \frac{b}{a}$  כאשר  $a \neq 0$ .

שלבי הפתרון הם:

1. ביצוע מכנה משותף (במידה וצריך).
2. פתיחת סוגריים אם ישנם.
3. העברת אגפים וכינוס אברים דומים (בידוד הנעלם באגף אחד והמספרים באגף שני).
4. בידוד הנעלם ומציאתו ע"י חילוק במקדם שלו.

### שאלות:

(1) פתור את המשוואות הבאות (משוואות יסודיות ממעלה ראשונה):

- |                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| א. $6x + 2 = 8$             | ב. $7 - 2x = 7$                       |
| ג. $2x + x = 24$            | ד. $2x + 6 = 8 + x$                   |
| ה. $-7x + 5 + 2x = 4x - 13$ | ו. $6x - 3 + 5 - 7x = x - 5x - 7$     |
| ז. $2 - 5x + 7 = -3x + 8$   | ח. $x - 2 + 5x = 4 - 3x - 5 + 7x + 7$ |

(2) פתור את המשוואות הבאות (משוואות עם פתיחת סוגריים):

- |                              |                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| א. $3(x - 1) - 4 = 2$        | ב. $7x - 4(3 - 4x) = -x$            |
| ג. $6(4 - x) - (6 - x) = 3x$ | ד. $5x - (3x - 7)4 = 21$            |
| ה. $x(x - 5) = x^2 - 7x + 8$ | ו. $(7 - x)(1 - x) - (x - 3)^2 = 0$ |

(3) פתור את המשוואות הבאות (משוואות עם מכנה מספרי):

|                                                     |                                                           |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| א. $\frac{x}{3} - \frac{x}{9} = -4$                 | ב. $\frac{4x}{15} - \frac{3x}{10} = 1$                    |
| ג. $\frac{2}{3}x + \frac{4}{5}x = x - \frac{7}{15}$ | ד. $\frac{5x+1}{6} - \frac{6x-1}{5} = \frac{3x+1}{4} - 1$ |
| ה. $\frac{2}{5}(x-3) - \frac{3}{15}(4-x) = x+2$     | ו. $5\left(\frac{x}{3} - \frac{x}{7}\right) - x = 1$      |

(4) פתור את המשוואות הבאות (משוואות עם נעלם במכנה):

|                                                    |                                                |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| א. $\frac{1}{4} - \frac{2}{x} = 0$                 | ב. $\frac{1}{2} - \frac{x}{x-1} = 0$           |
| ג. $\frac{3}{x} = \frac{1}{x+2}$                   | ד. $\frac{5}{2x-1} = \frac{4}{3x+2}$           |
| ה. $\frac{x+5}{3x^2} - \frac{1}{6x} = \frac{1}{x}$ | ו. $\frac{1}{4x} + \frac{3}{x} = \frac{13}{2}$ |

(5) פתור את המשוואות הבאות (משוואות עם מכנה משותף ע"י פירוק לגורמים):

|                                                 |                                                           |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| א. $\frac{x^2+2}{3x^2+5x} = \frac{3x-1}{9x+15}$ | ב. $\frac{7}{x^2-1} + \frac{2}{x+1} + \frac{3}{2-2x} = 0$ |
| ג. $\frac{3}{(2-x)^2} + \frac{5}{12-3x^2} = 0$  | ד. $\frac{4x^2-24x+36}{x-3} = 12$                         |

### תשובות סופיות:

- |                    |                    |                     |                    |            |                    |
|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|--------------------|
| (1) א. $x=1$       | ב. $x=0$           | ג. $x=8$            | ד. $x=2$           | ה. $x=2$   | ו. $x=-3$          |
| ז. $x=\frac{1}{2}$ | ח. $x=4$           |                     |                    |            |                    |
| (2) א. $x=3$       | ב. $x=\frac{1}{2}$ | ג. $x=2\frac{1}{4}$ | ד. $x=1$           | ה. $x=4$   | ו. $x=-1$          |
| (3) א. $x=-18$     | ב. $x=-30$         | ג. $x=-1$           | ד. $x=1$           | ה. $x=-10$ | ו. $x=-21$         |
| (4) א. $x=8$       | ב. $x=-1$          | ג. $x=-3$           | ד. $x=-2$          | ה. $x=2$   | ו. $x=\frac{1}{2}$ |
| (5) א. $x=-6$      | ב. $x=-7$          | ג. $x=-7$           | ד. $x=6, x \neq 3$ |            |                    |

## מערכת שתי משוואות בשני נעלמים ממעלה ראשונה:

### סיכום כללי:

#### הגדרה:

מערכת שתי משוואות בשני נעלמים ממעלה ראשונה (ליניאריות) היא מהצורה הבאה:

$$\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{cases}$$

כאשר  $a_1, b_1, c_1$  ו-  $a_2, b_2, c_2$  הם מקדמים מספריים.

$$\cdot \begin{cases} y = 3x - 1 \\ \frac{x+3}{2} = y + 6 \end{cases}, \begin{cases} x + y = 3 \\ 2x - y = 1 \end{cases} : \text{דוגמאות למערכות של משוואות}$$

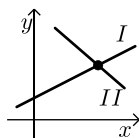
#### פתרון של מערכת משוואות:

פתרון של מערכת המשוואות הוא זוג סדור המקיים את כל המשוואות שבמערכת.

#### הצגה גרפית של מערכת משוואות:

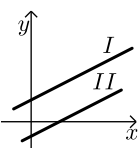
פתרון גרפי של מערכת משוואות הוא נקודת החיתוך של הישרים המייצגים כל משוואה.

יתכנו שלושה מצבים הדדיים בין שני ישרים:



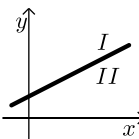
- הישרים נחתכים:

במקרה זה נקודת החיתוך תהיה פתרון המערכת.



- הישרים מקבילים:

במקרה זה לא יהיה פתרון למערכת.



- הישרים מתלכדים:

במקרה זה יהיו אינסוף פתרונות למערכת המשוואות.

### פתרון אלגברי של מערכת משוואות:

- פתרון ע"י שיטת ההצבה :  
נבודד את אחד הנעלמים ממשוואה אחת ונציב אותו במשוואה השנייה.  
נבחר בשיטה זו במקרים בהם קל לבודד נעלם באחת המשוואות.
- פתרון ע"י השוואת מקדמים :  
1. כופלים (או מחלקים) משוואה אחת (או שתיהן) במספר השונה מאפס כך שתתקבלנה משוואות שקולות בעלות מקדמים נגדיים או זהים עבור אחד המשתנים.  
2. מחברים (או מחסרים) את המשוואות ומקבלים משוואה חדשה עם נעלם אחד.  
3. מוצאים את ערך הנעלם מהמשוואה החדשה ומציבים אותו באחת המשוואות המקוריות למציאת ערך הנעלם השני.

### הערה:

נוח להשתמש בשיטת השוואת המקדמים ע"י כך שמעבירים את המערכת הנתונה למערכת שקולה שבה המשתנים באגף אחד והמספר החופשי באגף השני.

### שאלות:

#### (1) פתור את המשוואות הבאות :

|                                                              |                                                              |                                                           |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| $\begin{cases} -3x + 2y = -16 \\ x = 5y + 14 \end{cases}$ .ג | $\begin{cases} y = x - 3 \\ y = 2x + 4 \end{cases}$ .ב       | $\begin{cases} 3x + y = 11 \\ y = 5 \end{cases}$ .א       |
| $\begin{cases} 2x + 3y = 5 \\ 5x + 7y = 11 \end{cases}$ .ו   | $\begin{cases} -5x + 7y = -26 \\ x + 3y = -8 \end{cases}$ .ה | $\begin{cases} 5x - 2y = -2 \\ x + 4y = 4 \end{cases}$ .ד |

#### (2) פתור את המשוואות הבאות :

|                                                             |                                                         |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| $\begin{cases} 5x + 2y = 14 \\ 5x + 3y = 23 \end{cases}$ .ב | $\begin{cases} x + 3y = 5 \\ x - 3y = 3 \end{cases}$ .א |
| $\begin{cases} 4x = 3y - 29 \\ 5y = 9 - 13x \end{cases}$ .ד | $\begin{cases} 5y = 2x \\ 4x = 5y + 8 \end{cases}$ .ג   |

#### (3) פתור את המשוואות הבאות :

|                                                                               |                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| $\begin{cases} 2(x - y) + 4y = 1 + x \\ 2 - 7y + x = 3(x - y) \end{cases}$ .ב | $\begin{cases} x + 2y = 1 \\ 4x + 8y = 5 \end{cases}$ .א |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|

(4) פתור את המשוואות הבאות:

$$\begin{cases} \frac{x-3}{8} - \frac{x+y}{16} = \frac{y-1}{4} \\ 3(2x-y) - 4x - 11 = 0 \end{cases} \quad \text{ב.}$$

$$\begin{cases} 3y - x + 2 = 4x + 2 - 3y \\ 2x - 3 - y = 5y - 4x + 3 \end{cases} \quad \text{א.}$$

$$\begin{cases} \frac{3x-1}{4} - \frac{2}{5}(x-y) = \frac{3}{10}(x+3) \\ \frac{x+1}{4} - \frac{y}{2} = 1 \end{cases} \quad \text{ג.}$$

(5) פתור את המשוואות הבאות:

$$\begin{cases} 4x - \frac{7}{y} = -3 \\ 5x + \frac{2}{y} = 7 \end{cases} \quad \text{ג.}$$

$$\begin{cases} \frac{3}{x} + \frac{3}{y} = 2 \\ \frac{9}{x} - \frac{4}{y} = -7 \end{cases} \quad \text{ב.}$$

$$\begin{cases} \frac{3}{x} + \frac{1}{y} = 4 \\ \frac{5}{x} - \frac{1}{y} = 4 \end{cases} \quad \text{א.}$$

(6) פתור את המשוואות הבאות:

$$\begin{cases} xy = 20 \\ y(3x-4) = 20 \end{cases} \quad \text{ב.}$$

$$\begin{cases} x(y+2) + y = xy - 5 \\ x - y = 2 \end{cases} \quad \text{א.}$$

$$\begin{cases} 5x - 4xy = 22 \\ 6x + xy = -20 \end{cases} \quad \text{ג.}$$

## תשובות סופיות:

(1) א. (2,5) ב. (-7,-10) ג. (4,-2) ד. (0,1) ה. (1,-3) ו. (-2,3).

(2) א.  $(4, \frac{1}{3})$  ב.  $(-\frac{4}{5}, 9)$  ג. (4,1.6) ד. (-2,7).

(3) א. אין פתרון. ב. אינסוף פתרונות.

(4) א. (6,5) ב. (7,1) ג. (7,2).

(5) א. (1,1) ב. (-3,1) ג. (1,1).

(6) א. (-1,-3) ב. (2,10) ג. (-2,4).

## משוואות עם אינסוף פתרונות וללא פתרון:

### סיכום כללי:

#### משוואה ממעלה ראשונה:

למשוואה ממעלה ראשונה מהצורה:  $ax = b$  יתכן פתרון יחיד אם ורק אם  $a \neq 0$

מכיוון שניתן לחלק ולכתוב:  $x = \frac{b}{a}$ .

כאשר  $a = 0$  מתקבלת המשוואה  $0 \cdot x = b$  ויתכנו שני מצבים:

1. אם  $b = 0$  את המשוואה היא  $0x = 0$  ויש אינסוף פתרונות המקיימים אותה.
2. אם  $b \neq 0$  את המשוואה היא  $0x = b \neq 0$  ואין אף ערך של  $x$  המקיים אותה.

### שאלות:

פתור את המשוואות הבאות:

$$(1) \quad x + 4 = 6 + x \quad (2) \quad 3x + 6 - x = 4 + 2x + 2$$

$$(3) \quad 6(x - 2) = 2x + 5 + 4x \quad (4) \quad 5x - 3 + x = 4x + 2x - 3$$

$$(5) \quad \text{נתונה המשוואה: } 3 - 2(x + 2) = 5x + \square$$

- א. איזה מספר יש להציב ב- $\square$  על מנת שפתרון המשוואה יהיה 1?
- ב. איזה מספר יש להציב ב- $\square$  על מנת שפתרון המשוואה יהיה 0?
- ג. מצא ביטוי אלגברי שיש להציב ב- $\square$  על מנת שלמשוואה יהיו אינסוף פתרונות.
- ד. מצא ביטוי אלגברי שיש להציב ב- $\square$  על מנת שלמשוואה לא יהיה פתרון.

### תשובות סופיות:

- (1) אף פתרון.
- (2) אינסוף פתרונות.
- (3) אין פתרון.
- (4) אינסוף פתרונות.
- (5) א. -8      ב. -1      ג.  $-7x - 1$       ד.  $-7x + k$  כאשר  $k$  הוא מספר כלשהו השונה מ-1.

## משוואה ממעלה שנייה:

### סיכום כללי:

משוואה מהצורה:  $ax^2 + bx + c = 0$  ( $a \neq 0$ ), נקראת משוואה ריבועית.  
פתרונות המשוואה יסומנו ב-  $x_1$  ו-  $x_2$  ויחושבו לפי נוסחת השורשים:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

למשוואה ריבועית יתכנו שלושה סוגים של פתרונות:

- משוואה עם שני פתרונות ממשיים שונים.**  
אם מתקבל מספר חיובי בתוך השורש שבנוסחת השורשים אזי למשוואה יהיו שני פתרונות ממשיים שונים.  
דוגמא:  $x^2 + 5x - 4 = 0$ .
- משוואה עם פתרון ממשי אחד בלבד.**  
אם מתקבל אפס בתוך השורש שבנוסחת השורשים אזי למשוואה יהיה פתרון ממשי אחד בלבד.  
דוגמא:  $x^2 + 4x + 4 = 0$ .
- משוואה ללא פתרונות ממשיים כלל.**  
אם מתקבל מספר שלילי בתוך השורש שבנוסחת השורשים אזי למשוואה לא יהיו פתרונות ממשיים כלל.  
דוגמא:  $x^2 + x + 4 = 0$ .

### שאלות:

(1) פתור את המשוואות הבאות:

ב.  $-x^2 + 10x - 16 = 0$

א.  $x^2 + 3x - 10 = 0$

ד.  $2x^2 - 6x + 5 = 0$

ג.  $25x^2 - 20x + 4 = 0$

(2) פתור את המשוואות הבאות:

ב.  $-x(x-5) = (1-3x)(1-x) + 4$

א.  $4x^2 - 5x + 7 = 4 - x^2 + 13$

ד.  $(2x-1)^2 + x(2x+3) = (x-1)(x-7)$

ג.  $2(x-5)^2 - (2x-3)^2 = 10x + 21$

(3) פתור את המשוואות הבאות (משוואה חסרת  $b$ ):

$$\begin{array}{ll} \text{א. } x^2 - 36 = 0 & \text{ב. } 32x^2 - 18 = 0 \\ \text{ג. } 4x - x(x+2) = 3(x-1) - x - 6 & \text{ד. } (2x-1)^2 + (2x+1)^2 = 10 \end{array}$$

(4) פתור את המשוואות הבאות (משוואה חסרת  $c$ ):

$$\begin{array}{ll} \text{א. } -7x^2 - 14x = 0 & \text{ב. } 5x^2 - x = 0 \\ \text{ג. } 6x(x-2) - 1 = 4x - 3(x+1) + 2 & \text{ד. } (5x-2)^2 = (x-2)(x+3) + 10 \end{array}$$

(5) פתור את המשוואות הבאות:

$$\begin{array}{ll} \text{א. } \frac{4x+1}{3} - \frac{x+2}{2} = \frac{2}{x} & \text{ב. } \frac{x^2-9}{x+3} + x = x^2 - 18 \\ \text{ג. } \frac{3}{2x+2} - \frac{2x-5}{2(x-1)^2} - \frac{4}{1-x^2} = 0 & \text{ד. } \frac{x}{2x^2-72} + \frac{2}{x^2+12x+36} = \frac{8x-15}{24-4x} + 2 \end{array}$$

## תשובות סופיות:

$$\begin{array}{llll} \text{(1) א. } x_1 = 2, x_2 = -5 & \text{ב. } x_1 = 2, x_2 = 8 & \text{ג. } x = \frac{2}{5} & \text{ד. אין פתרון.} \\ \text{(2) א. } x_1 = 2, x_2 = -1 & \text{ב. } x_1 = 1, x_2 = 1\frac{1}{4} & \text{ג. } x_1 = 1, x_2 = -10 & \text{ד. } x_1 = 0.6, x_2 = -2 \\ \text{(3) א. } x = \pm 6 & \text{ב. } x = \pm \frac{3}{4} & \text{ג. } x = \pm 3 & \text{ד. } x = \pm 1 \\ \text{(4) א. } x_1 = 0, x_2 = -2 & \text{ב. } x_1 = 0, x_2 = \frac{1}{5} & \text{ג. } x_1 = 0, x_2 = 2\frac{1}{6} & \text{ד. } x_1 = 0, x_2 = -5 \\ \text{(5) א. } x_1 = 2, x_2 = -1.2 & \text{ב. } x = 5, x \neq -3 & \text{ג. } x_1 = 0, x_2 = -5 & \text{ד. } x_1 = -7.6, x_2 = -4\frac{2}{7} \end{array}$$

## משוואות דו-ריבועיות:

### סיכום כללי:

משוואה דו-ריבועית היא משוואה מהצורה:  $ax^4 + bx^2 + c = 0$  כאשר הנעלם הוא  $x$ .  
פתרון המשוואה יבוצע ע"י מעבר לפרמטר:  $x^2 = t \rightarrow at^2 + bt + c = 0$  ומציאתו.  
לאחר מכן יש להחזיר את ההצבה ולמצוא את ערכי  $x$ .

ניתן להביא משוואות לצורה זו ולהגדיר ביטוי המופיע בחזקות 2 ו-4  
כגון:  $(x^2 - 1)^2 + 3(x^2 - 1) - 2 = 0$  באמצעות פרמטר:  $t = x^2 - 1$   
ובכך לפתור משוואה:  $t^2 + 3t - 2 = 0$  ולהחזיר את ההצבה עבור מציאת  $x$ .  
דרך הפתרון תקפה לכל משוואה בה הנעלם מופיע בחזקות כפולות כגון 3 ו-6, או 4 ו-8.

### שאלות:

פתור את המשוואות הבאות:

- (1)  $5x^4 + 3x^2 - 8 = 0$
- (2)  $x^4 - 3x^2 + 2 = 0$
- (3)  $13x^2(3x^2 - 1) - 2 = 3(x^2 - 1)(x^2 + 1)$
- (4)  $x^2(x^2 + 1) = 10(3x^2 - 10)$
- (5)  $x^6 + x^3 = 56$
- (6)  $x^3 + 4 = \frac{32}{x^3}$
- (7)  $x - 9\sqrt{x} + 14 = 0$
- (8)  $x^8 - 4x^4 - 50 = 31x^4 - 84$
- (9)  $125x^6 - 1 = 124(x^6 + x^3 + 1)$
- (10)  $(2x^2 - x)^2 - 4(2x^2 - x) + 3 = 0$
- (11)  $(x^2 + 2x)^2 + 7x^2 + 14x = -6$
- (12)  $\frac{21}{x^2 - 4x + 10} = 6 + x^2 - 4x$
- (13)  $\frac{12}{x^2 + 2x - 8} = 1 + \frac{7.5}{x^2 + 2x - 3}$
- (14)  $\frac{x^2 + 2x + 2}{x^2 + 2x + 3} = \frac{7}{6} - \frac{x^2 + 2x + 1}{x^2 + 2x + 2}$
- (15)  $\frac{3}{3x^2 - 15} + \frac{1}{x^2 + 5} = \frac{10}{x^4 - 25}$
- (16)  $\frac{x^2 - 1}{4x^2 - 28} + 2 = \frac{9}{x^4 - 8x^2 + 7} + \frac{x^2}{2x^2 - 2}$
- (17)  $\left(2x + \frac{3}{x}\right)^2 + 35 = 12\left(2x + \frac{3}{x}\right)$
- (18)  $\frac{3x^4}{(x+2)^2} + \frac{3x^2}{x+2} = 6$
- (19)  $(2x - x^2 + 3)(2x - x^2 - 2) = 0$
- (20)  $(x^2 - 5x + 6)(x^2 - 5x - 8) = -24$

## תשובות סופיות:

(1)  $x = \pm 1$

(2)  $x = \pm 1, \pm \sqrt{2}$

(3)  $x = \pm \frac{1}{2}, \pm \frac{1}{3}$

(4)  $x = \pm 2, \pm 5$

(5)  $x_1 = \sqrt[3]{7}, x_2 = -2$

(6)  $x = -2, \sqrt[3]{4}$

(7)  $x_1 = 4, x_2 = 49$

(8)  $x_{1,2} = \pm \sqrt[4]{34}, x_{3,4} = \pm 1$

(9)  $x = 5, -1$

(10)  $x_1 = 1.5, x_2 = -1, x_3 = 1, x_4 = -\frac{1}{2}$

(11)  $x = -1$

(12)  $x_{1,2} = 1, 3$

(13)  $x_1 = 0, x_2 = -2, x_3 = 3.06, x_4 = -5.06$

(14)  $x_1 = 0, x_2 = -2$

(15) אין פתרונות.

(16)  $x = \pm \sqrt{\frac{3}{7}}$

(17)  $x = \frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2}, 3$

(18)  $x = -1, 2$

(19)  $x = 3, -1$

(20)  $x = \pm 1, 4, 6$

## משוואות עם פרמטרים:

### סיכום כללי:

משוואה עם פרמטר הינה משוואה שמכילה שני סוגים של גדלים – משתנים ופרמטרים. את המשתנים מקובל לסמן באותיות  $x$ ,  $y$ ,  $z$  ואת הפרמטרים מסמנים בשאר האותיות. פתרון המשוואה יתקבל ע"י בידוד המשתנה כך שיבוטא באמצעות הפרמטר/ים שבמשוואה.

למשל פתרון המשוואה:  $mx = 4$  (כאשר  $x$  הוא הנעלם ו- $m$  הוא פרמטר) הוא  $x = \frac{4}{m}$

אשר מבוטא באמצעות הפרמטר  $m$ .

בכתיבת פתרון של משוואה עם פרמטרים יש לציין את תחום ההגדרה של הפרמטר עבורו הפתרון הוא בעל משמעות. בדוגמא הנ"ל תחום ההגדרה הוא  $m \neq 0$ .

### שאלות:

(1) פתור את המשוואות הבאות:

$$\text{א. } 3x - b = (b + 1)x - 6 \quad \text{ב. } \frac{1}{3}(a - 3x) = \frac{1}{a}(ax - 3)$$

$$\text{ג. } (x - 2a)(x - 2b) = x^2 - 2(a^2 + b^2) \quad \text{ד. } \frac{m+1}{x-1} = \frac{m-1}{x+1}$$

$$\text{ה. } \frac{x}{a^2 - a} - \frac{1}{2a} = \frac{ax + x}{2a^3 - 4a^2 + 2a} - \frac{2}{a^3 - 2a^2 + a}$$

(2) פתור את מערכות המשוואות הבאות:

$$\text{א. } \begin{cases} x + my = 1 \\ x + y = m \end{cases} \quad \text{ב. } \begin{cases} ax + y = 2 \\ x + ay = 4 \end{cases}$$

$$\text{ג. } \begin{cases} \frac{x}{m} + y = m \\ x - m^2 y = 1 \end{cases} \quad \text{ד. } \begin{cases} (m-1)x - (2m+3)y = 5 \\ (m+2)x - (2m-1)y = 10m \end{cases}$$

$$\text{ה. } \begin{cases} (2a+b)x - (2a-b)y = 8ab \\ (2a-b)x + (2a+b)y = 8a^2 - 2b^2 \end{cases}$$

### (3) פתור את המשוואות הריבועיות הבאות :

$$\text{א. } x^2 - 2mx + m^2 - 1 = 0 \quad \text{ב. } x^2 - 2x + 4a = a^2 + 3$$

$$\text{ג. } x^2 + m(x+10) = 2m^2 - 5x \quad \text{ד. } \frac{1}{a-x} + \frac{1}{a} + \frac{1}{a+x} = 0$$

$$\text{ה. } (m^2 + 1)x^2 - m^2x - 1 = 0 \quad \text{ו. } \frac{a}{x} + \frac{1}{b} = \frac{x}{a} + b$$

$$\text{ז. } x + \frac{1}{x} = \frac{a-b}{a+b} + \frac{a+b}{a-b}$$

### תשובות סופיות:

$$(1) \text{ א. } x = \frac{b-6}{2-b}, b \neq 2 \quad \text{ב. } x = \frac{a^2+9}{6a}, a \neq 0 \quad \text{ג. } x = a+b \quad \text{ד. } x = -m \quad \text{ה. } x = a+1$$

$$(2) \text{ א. } m \neq 1, (m+1, -1) \quad \text{ב. } a \neq \pm 1, \left( \frac{2a-4}{a^2-1}, \frac{4a-2}{a^2-1} \right)$$

$$\text{ג. } m \neq 0-1, \left( m^2 - m + 1, \frac{m-1}{m} \right) \quad \text{ד. } m \neq 1, -2, (2m+1, m-2)$$

$$\text{ה. } b \neq \pm 2a, (2a+b, 2a-b)$$

$$(3) \text{ א. } x = m+1, m-1 \quad \text{ב. } x = a-1, 3-a \quad \text{ג. } x = m-5, -2m$$

$$\text{ד. } a \neq 0, x \neq \pm a, x = \pm a\sqrt{3} \quad \text{ה. } x = 1, -\frac{1}{m^2+1}$$

$$\text{ו. } a, b \neq 0, x = \frac{a}{b}, -ab \quad \text{ז. } a \neq \pm b, x = \frac{a+b}{a-b}, \frac{a-b}{a+b}$$

## משוואות עם שורשים:

### סיכום כללי:

פתרון משוואה מהצורה:  $\sqrt{x} = a$  יתקבל ע"י העלאה בריבוע של שני אגפי המשוואה באופן הבא:  $x = a^2 \rightarrow (\sqrt{x})^2 = (a)^2$ .

### הערות:

- (1) יש לזכור בעת העלאה בריבוע של שני אגפי המשוואה יש לבדוק את כל הפתרונות המתקבלים ע"י הצבתם במשוואה המקורית.
- (2) למשוואה מהצורה  $\sqrt{x} = a$  שבה  $a < 0$  אין פתרון.
- (3) יש לסדר תחילה משוואות שבהן הביטוי עם שורש אינו מבודד.
- (4) במשוואות שבהן יותר מביטוי אחד עם שורש יש לבודד תחילה את אחד הביטויים, להעלות בריבוע ולאחר מכן לחזור על התהליך ולבצע העלאה בריבוע פעם נוספת.

### שאלות:

פתור את המשוואות הבאות:

- |                                                |                                                     |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| (2) $\sqrt{x+2} = x$                           | (1) $\sqrt{2x+5} = 7$                               |
| (4) $\sqrt{2x+7} + 4 = x$                      | (3) $\sqrt{3x+1} + x = 13$                          |
| (6) $\sqrt{10x+6} + 9 = x$                     | (5) $\sqrt{x-1} + 3 = x$                            |
| (8) $\sqrt{24-x} + 3 = 2x$                     | (7) $\sqrt{x+6} - 2 = 2x$                           |
| (10) $2x = 16 - 3\sqrt{x-1}$                   | (9) $\sqrt{x+16} + 4 = 2x$                          |
| (12) $\sqrt{x^2 - 5x + 12} = 2\sqrt{6-x}$      | (11) $\sqrt{3x+5} = \sqrt{x+17}$                    |
| (14) $\sqrt{2x-1} + 3 = \sqrt{7x+1}$           | (13) $\sqrt{x-1} \cdot \sqrt{2x-5} = \sqrt{11-x^2}$ |
| (16) $\sqrt{2x-3} + \sqrt{3-x} = 2$            | (15) $\sqrt{9x-8} - 3\sqrt{x+4} = -2$               |
| (18) $\sqrt{2x-2} + \sqrt{5x-4} = \sqrt{3x-2}$ | (17) $\sqrt{x+3} + \sqrt{x-2} = \sqrt{4x+1}$        |
|                                                | (19) $3\sqrt{x-1} + \sqrt{2x-3} = 2\sqrt{x+2}$      |

**תשובות סופיות:**

- |                           |               |
|---------------------------|---------------|
| $x = 2$ (2                | $x = 22$ (1   |
| $x = 9$ (4                | $x = 8$ (3    |
| $x = 25$ (6               | $x = 5$ (5    |
| $x = 3.75$ (8             | $x = 0.25$ (7 |
| $x = 5$ (10               | $x = 4.25$ (9 |
| $x = 4, -3$ (12           | $x = 6$ (11   |
| $x = 5$ (14               | $x = 3$ (13   |
| $x = 2, 2\frac{8}{9}$ (16 | $x = 12$ (15  |
| $x = 1$ (18               | $x = 6$ (17   |
|                           | $x = 2$ (19   |

## משוואות עם ערך מוחלט:

### סיכום כללי:

#### הגדרה:

ערך מוחלט הינו המרחק של מספר מ-0 ומוגדר באופן הבא:  $|x| = \begin{cases} x & x \geq 0 \\ -x & x < 0 \end{cases}$ .

### משוואה עם ערך מוחלט:

משוואה עם ערך מוחלט היא מהצורה:  $|x| = a$ .

כדי לפתור משוואה עם ערכים מוחלטים יש למצוא את נקודות האפס של כל ערך מוחלט (קרי: הנקודות בהן הביטוי שבתוך הערך המוחלט מתאפס) ולפצל את המשוואה הנתונה לתחומים עבור כל תחום.

### שאלות:

פתור את המשוואות הבאות:

$$|3x+14|=7 \quad (1) \qquad |3x-24|=x \quad (2)$$

$$|12-x|=3x \quad (3) \qquad 2x-|8-x|=10 \quad (4)$$

$$|4x-5|=|2x+13| \quad (5) \qquad |14-3x|=2|x+5| \quad (6)$$

$$|x|+7=|2x| \quad (7) \qquad |x+2|+6=|2x-4| \quad (8)$$

$$|x+2|+|2x-6|=|4x+8| \quad (9) \qquad |10-3x|-|x+4|=|2x-6| \quad (10)$$

### תשובות סופיות:

|                                   |                       |                                 |                                  |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| $x = 6 \quad (4)$                 | $x = 3 \quad (3)$     | $x = 6, 12 \quad (2)$           | $x = -\frac{7}{3}, -7 \quad (1)$ |
| $x = 12, -1\frac{1}{3} \quad (8)$ | $x = \pm 7 \quad (7)$ | $x = 24, \frac{4}{5} \quad (6)$ | $x = 9, -1\frac{1}{3} \quad (5)$ |
|                                   |                       | $x = 0 \quad (10)$              | $x = 0, -12 \quad (9)$           |

## מערכת משוואות ממעלה שנייה:

### סיכום כללי:

מערכת משוואות ריבועיות מיוחסת למערכת של שתי משוואות (לפחות) שאחת מהן מכילה את אחד מהנעלמים בריבוע. למערכת משוואות ריבועיות יכולים להתקבל עד 4 פתרונות שונים. יש לפתור את המערכת לפי הטכניקות הרגילות של בידוד והצבה או השוואת מקדמים.

### שאלות:

פתור את מערכות המשוואות הבאות:

$$\begin{cases} 2x^2 + y^2 = 36 \\ x^2 + 3y = 10 \end{cases} \quad (2) \qquad \begin{cases} x^2 + y^2 = 20 \\ x + y = 6 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} x^2 - 2y^2 = 17 \\ xy = -10 \end{cases} \quad (4) \qquad \begin{cases} 3x^2 + 4y^2 = 16 \\ 5x^2 - 3y^2 = 17 \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} x^2 - 2xy + 8y^2 = 8 \\ 3xy - 2y^2 = 4 \end{cases} \quad (6) \qquad \begin{cases} x^2 - xy - 20y^2 = 0 \\ x + 6y = 1 \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} 16x^2 - y^2 = 391 \\ 4x - y = 23 \end{cases} \quad (8) \qquad \begin{cases} x^2 - y^2 = 33 \\ x + y = 11 \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} \frac{3}{x} + \frac{1}{y} = 5 \\ \frac{4}{y} - \frac{1}{x} = -19 \end{cases} \quad (10) \qquad \begin{cases} 4xy + x = -15 \\ \frac{3}{y} - 2x = 16 \end{cases} \quad (9)$$

$$\begin{cases} xy = 24 \\ (y-x)^2 - 7(y-x) + 10 = 0 \end{cases} \quad (12) \qquad \begin{cases} \frac{3}{x} + \frac{5}{y} = 21 \\ \frac{8}{x} - \frac{1}{y} = 13 \end{cases} \quad (11)$$

$$\begin{cases} \sqrt{\frac{x}{y}} + \sqrt{\frac{y}{x}} = \frac{10}{3} \\ x^2 + y^2 = 9xy + 25 \end{cases} \quad (14) \qquad \begin{cases} x^2y - xy^2 = 84 \\ x^2 - 2xy + y^2 + 5x - 5y = 24 \end{cases} \quad (13)$$

## תשובות סופיות:

- (1)  $(2,4), (4,2)$
- (2)  $(\pm 4, -2)$
- (3)  $(\pm 2, \pm 1)$
- (4)  $(5, -2), (-5, 2)$
- (5)  $\left(-2, \frac{1}{2}\right), \left(\frac{5}{11}, \frac{1}{11}\right)$
- (6)  $\left(3, \frac{1}{2}\right), \left(-3, -\frac{1}{2}\right), (2, 1), (-2, -1)$
- (7)  $(7, 4)$
- (8)  $(5, -3)$
- (9)  $\left(-5, \frac{1}{2}\right), \left(-24, -\frac{3}{32}\right)$
- (10)  $\left(\frac{1}{3}, -\frac{1}{4}\right)$
- (11)  $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{3}\right)$
- (12)  $(4, 6), (-6, -4), (3, 8), (-8, -3)$
- (13)  $(-1.65, 6.35), (-6.35, 1.65), (7, 4), (-4, -7)$
- (14)  $(5, 45), (-5, -45), (45, 5), (-45, -5)$

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

פרק 3 - מבוא לפונקציות

תוכן העניינים

1. מהי פונקציה ..... (ללא ספר)
2. מערכת הצירים ..... (ללא ספר)
3. אורכי קטעים ושטחים יסודיים ..... (ללא ספר)
4. השתנות של פונקציה ..... (ללא ספר)
5. קצב השתנות של פונקציה ..... (ללא ספר)

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

## פרק 4 - הפונקציה הקווית

### תוכן העניינים

1. ייצוג גרפי של פונקצית הקו הישר ..... (ללא ספר)
2. שיפוע ישר ..... (ללא ספר)
3. הקו הישר הכללי ..... (ללא ספר)
4. שיפוע דרך שתי נקודות ..... (ללא ספר)
5. משוואת ישר עם שיפוע ונקודה ..... (ללא ספר)
6. משוואת ישר המקביל לישר נתון ..... (ללא ספר)
7. משוואת ישר דרך שתי נקודות ..... (ללא ספר)
8. ישרים המקבילים לצירים ..... (ללא ספר)
9. חיתוך של ישר עם הצירים ..... (ללא ספר)
10. חיוביות ושליליות של קו ישר ..... (ללא ספר)
11. חישובי שטחים עם הפונקציה הקווית ..... (ללא ספר)

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

## פרק 5 - הפונקציה הריבועית

### תוכן העניינים

1. הפונקציה הריבועית היסודית  $y=x^2$  ..... (ללא ספר)
2. משפחת הפרבולות מהצורה  $y=x^2+c$  ..... (ללא ספר)
3. משפחת הפרבולות מהצורה  $y=(x-p)^2$  ..... (ללא ספר)
4. משפחת הפרבולות מהצורה  $y=(x-p)^2+k$  ..... (ללא ספר)
5. משפחת הפרבולות עם מקדם  $a$  כללי ..... (ללא ספר)
6. משפחת הפרבולות מהצורה  $y=a(x-p)^2+k$  ..... (ללא ספר)
7. הצגה סטנדרטית של הפונקציה הריבועית ..... (ללא ספר)
8. סרטוט של גרף הפונקציה הריבועית הכללית ..... (ללא ספר)
9. מציאת נקודות האפס של פונקציה ריבועית עם  $a$  כללי ..... (ללא ספר)
10. ייצוגים שונים של פונקציה ריבועית ..... (ללא ספר)
11. חיתוך בין ישר ופרבולה ..... (ללא ספר)
12. חיתוך בין שתי פרבולות ..... (ללא ספר)
13. שאלות מסכמות ..... (ללא ספר)

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

פרק 6 - חוקי החזקות והשורשים

תוכן העניינים

|    |                               |
|----|-------------------------------|
| 64 | 1. חוקי החזקות.....           |
| 69 | 2. חוקי השורשים.....          |
| 73 | 3. כתיבה מדעית של מספרים..... |

## חוקי החזקות:

### סיכום כללי:

### סיכום חוקי החזקות:

$$\begin{array}{lll}
 1. \quad a^0 = 1 & 2. \quad a^1 = a & 3. \quad a^n \cdot a^m = a^{m+n} \\
 4. \quad \frac{a^n}{a^m} = a^{n-m} & 5. \quad (a^n)^m = a^{n \cdot m} & 6. \quad a^m \cdot b^m = (a \cdot b)^m \\
 7. \quad \frac{a^m}{b^m} = \left(\frac{a}{b}\right)^m & 8. \quad a^{-m} = \frac{1}{a^m} & 9. \quad \left(\frac{a}{b}\right)^{-m} = \left(\frac{b}{a}\right)^m
 \end{array}$$

### שאלות:

(1) פשט את הביטויים הבאים בעזרת החוקים:  $a^n a^m = a^{n+m}$  ו-  $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$ .

$$\begin{array}{lll}
 \text{א.} \quad a^2 a^6 & \text{ב.} \quad t^3 t^5 t^7 & \text{ג.} \quad b^2 b^5 b^{12} b^3 \\
 \text{ד.} \quad \frac{k^8}{k^3} & \text{ה.} \quad \frac{n^{14}}{n^9} & \text{ו.} \quad \frac{c^6}{c^2} \\
 \text{ז.} \quad \frac{a^3 a^{19}}{a^{15}} & \text{ח.} \quad \frac{x^{30}}{x^9 x^{18}} & \text{ט.} \quad \frac{y^3 y^{15}}{y^4 y^{14}} \\
 \text{י.} \quad 3^2 3^3 3^4 & \text{יא.} \quad \frac{2^{16} 2^2}{2^{10}} & \text{יב.} \quad \frac{5^{20} 5^3 5^{16}}{5^4 5^{22} 5^8}
 \end{array}$$

(2) פשט את הביטויים הבאים בעזרת החוקים:  $a^n a^m = a^{n+m}$  ו-  $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$ .

$$\begin{array}{lll}
 \text{א.} \quad \frac{3^4 2^7}{2^6 3^2} & \text{ב.} \quad \frac{a^{10} b^{13} a^3}{b^4 b^6 b^2 a^{12}} & \text{ג.} \quad \frac{x^8 y^5 y^9 x^2}{y^4 x^4}
 \end{array}$$

(3) לפניך הביטוי הבא:  $\frac{3^6 2^{17} 3^3 2^4}{3^4 2^3 2^2}$ .

מצא  $n$  כך שיתקיים שוויון בין הביטוי  $243 \cdot 2^n$  לבין הביטוי הנתון.

(4) חשב ללא מחשבון את ערכי הביטויים הבאים :

|                                                            |                                          |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| א. $\frac{2^3 \cdot 2^7}{2^4 \cdot 2^5}$                   | ב. $\frac{9^3 \cdot 27^2}{3^9 \cdot 81}$ |
| ג. $\frac{10^9 \cdot 25^5 \cdot 8^{-1}}{40^3 \cdot 125^5}$ | ד. $2^3 + 2^5$                           |

(5) פשט את הביטויים הבאים בעזרת החוק :  $(a^n)^m = a^{n \cdot m}$ .

|                                                   |                                                           |                                                 |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| א. $(a^2)^4$                                      | ב. $(c^3)^{10}$                                           | ג. $(x^3 x^{10})^2$                             |
| ד. $\frac{(b^2)^3}{b^2 b^3}$                      | ה. $\frac{n^7 n^8}{(n^3)^4}$                              | ו. $\frac{d^{20} (d^4)^2}{d^{12} (d^3)^2}$      |
| ז. $\frac{2^5 (2^4)^2 2^3}{(2^3 2^2)^3}$          | ח. $\frac{3^6 (3^3 3^2)^6}{3^{28} (3^2)^3}$               | ט. $\frac{(8^3)^8 8^{11}}{(8^2 8)^3 8^8}$       |
| י. $\frac{(2^4)^5 (3^6)^7 2^{20}}{3^{35} 2^{40}}$ | יא. $\frac{(3^2)^6 5^{31} 3^7}{(5^2)^{10} 5^{11} 3^{18}}$ | יב. $\frac{(3^2)^7 5^{10} (5^3)^2}{3^9 5^{16}}$ |

(6) לפניך הביטויים הבאים :  $\left((3^2)^3\right)^4$  ו-  $\left((3^6)^n\right)^2$ .מצא  $n$  כך שיתקיים שוויון בין שני הביטויים.

(7) חשב ללא מחשבון את הביטויים הבאים :

|                              |                                                  |                                          |
|------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|
| א. $\frac{2^3 3^5}{2^2 3^4}$ | ב. $\frac{5^{20} 3^{14} 3^8}{3^{20} 5^{12} 5^8}$ | ג. $\frac{7^{12} 2^2 2^6}{2^5 7^{10} 7}$ |
|------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|

(8) פשט את הביטויים הבאים :

|                                         |                                      |                                                   |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|
| א. $3^2 9 \cdot 81^2$                   | ב. $64^2 2^3 8^2$                    | ג. $125 \cdot 25 \cdot 5^5$                       |
| ד. $\frac{2^4 \cdot 16^5}{8 \cdot 512}$ | ה. $\frac{(4^2)^3 16}{64 \cdot 2^3}$ | ו. $\frac{\left((3^4)^4\right)^5}{81^3 27^4 3^5}$ |

9 פשט את הביטויים הבאים :

$$\begin{array}{ll} \text{א.} & \frac{(2a^2b)^3 \cdot (ab^{-3})^2}{4ab^{-2} \cdot \left(\frac{a^2}{b}\right)^4} \\ \text{ב.} & \frac{(k^2)^{m+2} \cdot k^{1-3m}}{(k^{2m})^3 \cdot \frac{1}{k^{7m-4}}} \\ \text{ג.} & \frac{4^{b+3}}{4^{b+1} + 4^{b+2}} \\ \text{ד.} & \frac{1}{x^2} \cdot \frac{x^{n+3} + x^{n+5}}{x^{n+2}} \end{array}$$

10 פשט את הביטויים הבאים בעזרת החוקים :  $(ab)^n = a^n b^n$  ו-  $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$

$$\begin{array}{lll} \text{א.} & (a^2b)^3 & \text{ב.} & (m^4n^3)^5 & \text{ג.} & (x^{12}y^3)^3 \\ \text{ד.} & \left(\frac{a^3}{b^2}\right)^4 & \text{ה.} & \left(\frac{i^4}{k^3}\right)^7 & \text{ו.} & \left(\frac{a^{14}b^4}{a^6ab^3}\right)^3 \\ \text{ז.} & \left(\frac{x^3y^5y^2x^6}{y^4x^7}\right)^6 & \text{ח.} & \left(\frac{t^7r^{20}t^3}{r^2r^{12}t^8}\right)^2 & \text{ט.} & \left(\frac{(b^{12}c)^2c^{14}}{c(c^3b^5)^4b^3}\right)^2 \end{array}$$

11 חשב ללא מחשבון את הביטויים הבאים :

$$\begin{array}{lll} \text{א.} & \left(\frac{3^9 2^6 2^2}{3^6 2^5 3^2}\right)^2 & \text{ב.} & \left(\frac{(5^4)^2 3^6}{3^5 5^7}\right)^2 & \text{ג.} & \left(\frac{7^3 \cdot 16 \cdot 128 \cdot 49}{(2^2 7)^5}\right)^3 \end{array}$$

12 בטא את הביטויים הבאים מחדש בעזרת שימוש בחזקה שלילית :

$$\begin{array}{lll} \text{א.} & \frac{1}{4^6} & \text{ב.} & \frac{1}{5^3} & \text{ג.} & \frac{1}{2^{10}} \\ \text{ד.} & \frac{1}{8} & \text{ה.} & \frac{1}{81} & \text{ו.} & \frac{1}{125} \end{array}$$

13 בטא את הביטויים הבאים מחדש בעזרת שימוש בחזקה חיובית וחשב את ערכם :

$$\begin{array}{lll} \text{א.} & \frac{1}{4^{-3}} & \text{ב.} & \frac{1}{3^{-2}} & \text{ג.} & \frac{1}{5^{-3}} \end{array}$$

(14) חשב את הביטויים הבאים :

ג.  $5^6 \cdot 5^{-3} \cdot 5^{-2}$

ב.  $2^{-8} \cdot 512 \cdot 2^2$

א.  $3^2 \cdot 3^{-5} \cdot 3^7$

ו.  $\frac{3^{-6} \cdot 7^7 \cdot 7^{-4}}{3^{-4} \cdot 3^{-3} \cdot 7^3}$

ה.  $\frac{2^{-5} \cdot 5^3 \cdot 2^{14}}{5^2 \cdot 5^{-10} \cdot 5^8 \cdot 2^6}$

ד.  $2^{14} \cdot 3^{-6} \cdot 2^{16} \cdot 3^4 \cdot 2^{-30}$

(15) פשט את הביטויים הבאים לצורה ללא חזקות שליליות.

ג.  $\frac{2^{-3} 5^4}{5^4 \cdot 125 \cdot (5^2 2)^{-3} \cdot 2^{-4}}$

ב.  $\frac{(4^4)^{-4} 3^{-11}}{(3^{-2} 4^3)^{-6}}$

א.  $\left(\frac{5^{-4}}{3^2}\right)^{-6}$

(16) פשט את הביטויים הבאים :

ג.  $\frac{(m^{n+2})^3 \cdot m^{-4n-2}}{\frac{1}{m^{6n+2}} \cdot (m^3)^{n-2}}$

ב.  $\frac{(k^2)^{m+2} \cdot k^{1-3m}}{(k^{2m})^3 \cdot \frac{1}{k^{7m-4}}}$

א.  $\frac{a^{n+2} \cdot a^{2-3n}}{(a^3)^{n+1}}$

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $a^8$  ב.  $t^{15}$  ג.  $b^{22}$  ד.  $k^5$  ה.  $n^5$  ו.  $c^4$   
 ז.  $a^7$  ח.  $x^3$  ט. 1 י.  $3^9$  יא.  $2^8$  יב.  $5^5$
- (2) א. 18 ב.  $ab$  ג.  $x^6 y^{10}$
- (3)  $n=16$
- (4) א. 2 ב.  $\frac{1}{3}$  ג.  $\frac{5}{8}$  ד. 40
- (5) א.  $a^8$  ב.  $c^{30}$  ג.  $x^{26}$  ד.  $b$  ה.  $n^3$  ו.  $d^{10}$   
 ז. 2 ח. 9 ט.  $8^{18}$  י.  $3^7$  יא. 3 יב.  $3^5$
- (6)  $n=2$
- (7) א. 6 ב. 9 ג. 56
- (8) א.  $3^{12}$  ב.  $2^{21}$  ג.  $5^{10}$  ד.  $2^{12}$  ה.  $2^7$  ו.  $3^{51}$
- (9) א.  $\frac{2b^3}{a}$  ב.  $k$  ג.  $3\frac{1}{5}$  ד.  $\frac{1}{x} + x$
- (10) א.  $a^6 b^3$  ב.  $m^{20} n^{15}$  ג.  $x^{36} y^9$  ד.  $\frac{a^{12}}{b^8}$  ה.  $\frac{i^{28}}{k^{21}}$  ו.  $a^{21} b^3$
- ז.  $x^{12} y^{18}$  ח.  $t^4 r^{12}$  ט.  $b^2 c^6$
- (11) א. 576 ב. 225 ג. 8
- (12) א.  $4^{-6}$  ב.  $5^{-3}$  ג.  $2^{-10}$  ד.  $2^{-3}$  ה.  $3^{-4}$  ו.  $5^{-3}$
- (13) א. 64 ב. 9 ג. 125
- (14) א. 81 ב. 8 ג. 5 ד.  $\frac{1}{9}$  ה. 1000 ו. 3
- (15) א.  $5^{24} \cdot 3^{12}$  ב.  $\frac{4^2}{3^{23}}$  ג.  $5^3 \cdot 2^4$
- (16) א.  $a^{1-5n}$  ב.  $k$  ג.  $m^{2n+12}$

## חוקי השורשים:

### סיכום כללי:

### סיכום חוקי השורשים:

$$\begin{array}{lll}
 1. \quad \sqrt{a} = a^{\frac{1}{2}} & 2. \quad \sqrt[m]{a} = a^{\frac{1}{m}} & 3. \quad \sqrt[m]{a^n} = a^{\frac{n}{m}} \\
 4. \quad \sqrt[m]{a} \cdot \sqrt[m]{b} = \sqrt[m]{a \cdot b} & 5. \quad \frac{\sqrt[m]{a}}{\sqrt[m]{b}} = \sqrt[m]{\frac{a}{b}} & 6. \quad \sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[m \cdot n]{a}
 \end{array}$$

### שאלות:

17) הבא את הביטויים הבאים לצורה:  $\sqrt[n]{a^m}$ .

$$\begin{array}{lll}
 \text{א. } 3^{\frac{1}{4}} & \text{ב. } 2^{\frac{3}{5}} & \text{ג. } 6^{\frac{5}{6}} \\
 \text{ד. } -12^{\frac{2}{7}} & \text{ה. } -(-4)^{\frac{1}{3}} & \text{ו. } -(-3)^{\frac{3}{4}} \\
 \text{ז. } 5^{-\frac{1}{4}} & \text{ח. } 27^{-\frac{1}{3}} & \text{ט. } 64^{-\frac{5}{6}}
 \end{array}$$

18) חשב ללא מחשבון את ערכם של הביטויים הבאים:

$$\begin{array}{lll}
 \text{א. } \sqrt{49} & \text{ב. } -\sqrt{25} & \text{ג. } \sqrt[3]{8} \\
 \text{ד. } -\sqrt[3]{128} & \text{ה. } \sqrt[3]{(-2)^6} & \text{ו. } (\sqrt[5]{1024})^2 \\
 \text{ז. } (\sqrt[5]{-243})^3 & \text{ח. } \sqrt[4]{-16} & \text{ט. } \sqrt[4]{-25^2} \\
 \text{י. } \sqrt[4]{(-25)^2} & &
 \end{array}$$

(19) חשב ללא מחשבון את ערכם של הביטויים הבאים:

- |                                               |                                                |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| א. $8^{\frac{2}{3}}$                          | ב. $32^{\frac{3}{5}}$                          | ג. $128^{-\frac{2}{7}}$                                             |
| ד. $\left(\frac{1}{25}\right)^{-1.5}$         | ה. $\left(2\frac{1}{4}\right)^{-2.5}$          | ו. $\left(\frac{64}{343}\right)^{-\frac{2}{3}}$                     |
| ז. $81^{\frac{3}{4}} \cdot 64^{-\frac{1}{3}}$ | ח. $343^{\frac{2}{3}} \cdot 100^{\frac{1}{2}}$ | ט. $16^{\frac{1}{4}} \cdot 8^{-\frac{1}{3}} \cdot 4^{-\frac{1}{2}}$ |

(20) חשב ללא מחשבון את ערך הביטוי הבא:  $\frac{\sqrt[5]{2^2} \cdot \sqrt{8}}{\sqrt[5]{128}}$

(21) פשט את הביטויים הבאים:

- |                                                         |                                                                            |                                                                |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| א. $\sqrt{2} \cdot \sqrt{8}$                            | ב. $\sqrt{3} \cdot \sqrt{27}$                                              | ג. $\sqrt{4} \cdot \sqrt{5} \cdot \sqrt{20}$                   |
| ד. $\frac{\sqrt{72}}{\sqrt{2}}$                         | ה. $\frac{\sqrt[3]{81}}{\sqrt[3]{3}}$                                      | ו. $\frac{\sqrt[5]{96}}{\sqrt[5]{3}}$                          |
| ז. $\frac{\sqrt[5]{2^2} \cdot \sqrt{8}}{\sqrt[5]{128}}$ | ח. $\frac{\sqrt[3]{500} \cdot \sqrt{5}}{\sqrt[4]{25^2} \cdot \sqrt[3]{4}}$ | ט. $\frac{\sqrt[3]{8^2} \sqrt[4]{25}}{\sqrt[4]{400} \sqrt{2}}$ |

(22) הכנס לתוך שורש את המספרים החופשיים:

- |                   |                |                          |
|-------------------|----------------|--------------------------|
| א. $3\sqrt{2}$    | ב. $5\sqrt{3}$ | ג. $\frac{\sqrt{36}}{2}$ |
| ד. $2\sqrt[3]{3}$ | ה. $x\sqrt{x}$ |                          |

(23) הכנס את כל המקדמים בביטויים הבאים לתוך השורש:

- |                          |                             |                                 |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| א. $2\sqrt{5}$           | ב. $4\sqrt[3]{2}$           | ג. $2\sqrt[5]{3}$               |
| ד. $\frac{\sqrt{24}}{2}$ | ה. $\frac{\sqrt[3]{24}}{2}$ | ו. $\frac{3\sqrt[4]{5000}}{10}$ |
| ז. $-5\sqrt[3]{2}$       | ח. $-5\sqrt[4]{2}$          | ט. $-5\sqrt[5]{-2}$             |

(24) הוצא מהשורש את הכופל הגדול ביותר :

- א.  $\sqrt{12}$       ב.  $\sqrt{48}$       ג.  $\sqrt{63}$
- ד.  $\sqrt[3]{54}$       ה.  $\sqrt{x^5}$

(25) חלץ מן הביטויים הבאים את המקדם הגבוה ביותר ככל הניתן :

- א.  $\sqrt{40}$       ב.  $\sqrt{50}$       ג.  $\sqrt{320}$
- ד.  $\sqrt[3]{108}$       ה.  $\sqrt[3]{56}$       ו.  $\sqrt[5]{160}$
- ז.  $\sqrt[4]{162}$       ח.  $\sqrt[5]{972}$       ט.  $\sqrt[6]{192}$

(26) פשט את הביטויים הבאים :

- א.  $\sqrt{18} - \sqrt{8}$       ב.  $\sqrt{7} + \sqrt{63}$       ג.  $\sqrt[3]{16} + \sqrt[3]{128}$
- ד.  $\sqrt[4]{405} - \sqrt[4]{80}$       ה.  $\frac{20}{\sqrt{5}}$       ו.  $\frac{\sqrt{8}}{2}$
- ז.  $\frac{16}{\sqrt{2}}$       ח.  $\frac{6}{\sqrt{3} + \sqrt{12}}$       ט.  $\frac{10}{\sqrt[5]{160} - \sqrt[5]{5}}$

(27) פשט את הביטויים הבאים :

- א.  $3^{\frac{1}{4}} \cdot 9^{-2.5} \cdot 27^{\frac{3}{2}}$       ב.  $2^{\frac{3}{4}} \cdot 16^{\frac{1}{2}} \cdot 64^{-3}$       ג.  $125^{\frac{1}{6}} \cdot 5^2 \cdot 5^{-\frac{2}{3}}$
- ד.  $\frac{27^{\frac{4}{3}} \cdot 3^{-\frac{2}{3}}}{9^{\frac{1}{6}}}$       ה.  $\frac{49^{\frac{2}{5}} \cdot 7^{-\frac{6}{5}}}{343^{\frac{1}{5}}}$       ו.  $\frac{512^{\frac{1}{4}} \cdot 64^{-\frac{3}{4}}}{128^{\frac{1}{8}} \cdot 2^{-2}}$

## תשובות סופיות:

- (17) א.  $\sqrt[4]{3}$  ב.  $\sqrt[5]{2^3}$  ג.  $\sqrt[6]{6^5}$  ד.  $-\sqrt[7]{12^2}$  ה.  $-\sqrt[3]{-4}$  ו.  $\phi$
- ז.  $\frac{1}{\sqrt[4]{5}}$  ח.  $\frac{1}{\sqrt[3]{27}}$  או  $\frac{1}{3}$  ט.  $\frac{1}{\sqrt[6]{64^5}}$  או  $\frac{1}{2^5}$
- (18) א. 7 ב. -5 ג. 2 ד. -2 ה. 4 ו. 16
- ז. -27 ח.  $\phi$  ט.  $\phi$  י. 5
- (19) א. 4 ב.  $\frac{1}{8}$  ג.  $\frac{1}{4}$  ד. 125 ה.  $\frac{32}{243}$  ו.  $\frac{49}{16}$
- ז.  $\frac{27}{4}$  ח.  $\frac{10}{49}$  ט.  $\frac{1}{2}$
- (20)  $\sqrt{2}$
- (21) א. 4 ב. 9 ג. 20 ד. 6 ה. 3 ו. 2
- ז.  $\sqrt{2}$  ח.  $\sqrt{5}$  ט.  $\sqrt{2}$
- (22) א.  $\sqrt{18}$  ב.  $\sqrt{75}$  ג.  $\sqrt{9}$  ד.  $\sqrt[3]{24}$  ה.  $\sqrt{x^3}$
- (23) א.  $\sqrt{20}$  ב.  $\sqrt[3]{128}$  ג.  $\sqrt[5]{96}$  ד.  $\sqrt{6}$  ה.  $\sqrt[3]{3}$
- ו.  $\sqrt[4]{40 \frac{1}{2}}$  ז.  $\sqrt[3]{-250}$  ח.  $-\sqrt[4]{1250}$  ט.  $\sqrt[5]{5^5 \cdot 2}$
- (24) א.  $2\sqrt{3}$  ב.  $4\sqrt{3}$  ג.  $3\sqrt{7}$  ד.  $3\sqrt[3]{2}$  ה.  $x^2\sqrt{x}$
- (25) א.  $2\sqrt{10}$  ב.  $5\sqrt{2}$  ג.  $8\sqrt{5}$  ד.  $3\sqrt[3]{4}$  ה.  $2\sqrt[3]{7}$  ו.  $2\sqrt[5]{5}$
- ז.  $3\sqrt[4]{2}$  ח.  $3\sqrt[5]{4}$  ט.  $2\sqrt[8]{3}$
- (26) א.  $\sqrt{2}$  ב.  $4\sqrt{7}$  ג.  $6\sqrt[3]{2}$  ד.  $\sqrt[4]{5}$  ה.  $4\sqrt{5}$  ו.  $\sqrt{2}$
- ז.  $8\sqrt{2}$  ח.  $\frac{2}{\sqrt{3}}$  או  $\frac{2\sqrt{3}}{3}$  ט.  $\frac{10}{\sqrt[5]{5}}$  או  $2\sqrt[5]{5^4}$
- (27) א.  $\frac{1}{\sqrt[4]{3}}$  ב.  $\frac{1}{\sqrt[4]{2^{61}}}$  ג.  $\sqrt[6]{5^{11}}$  ד. 27 ה.  $\frac{1}{7}$  ו.  $\sqrt[8]{2^5}$

## כתיבה מדעית של מספרים:

### שאלות:

(28) בטא את המספרים הבאים בכתיב מדעי:

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| א. 15,000,000      | ב. 1,500,000     |
| ג. 150,000,000,000 | ד. 23,400,000    |
| ה. 0.0003          | ו. 0.00000042    |
| ז. 0.000000042     | ח. 0.00000000042 |

(29) בטא את המספרים הבאים בכתיב מדעי:

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| א. $(3,000,000)^2$ | ב. $(2,000,000)^2$   |
| ג. $(5,000)^3$     | ד. $(50,000)^3$      |
| ה. $(0.0002)^4$    | ו. $(0.00004)^3$     |
| ז. $(0.000005)^3$  | ח. $(0.000000007)^3$ |

### תשובות סופיות:

|                           |                          |                          |                         |                         |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| (28) א. $1.5 \cdot 10^7$  | ב. $1.5 \cdot 10^6$      | ג. $1.5 \cdot 10^{11}$   | ד. $2.34 \cdot 10^7$    | ה. $3 \cdot 10^{-4}$    |
| ו. $4.2 \cdot 10^{-7}$    | ז. $4.2 \cdot 10^{-8}$   | ח. $4.2 \cdot 10^{-10}$  |                         |                         |
| (29) א. $9 \cdot 10^{12}$ | ב. $4 \cdot 10^{12}$     | ג. $1.25 \cdot 10^{11}$  | ד. $1.25 \cdot 10^{14}$ | ה. $1.6 \cdot 10^{-15}$ |
| ו. $6.4 \cdot 10^{-14}$   | ז. $1.25 \cdot 10^{-16}$ | ח. $3.43 \cdot 10^{-25}$ |                         |                         |

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

## פרק 7 - משוואות ואי-שוויונים מעריכיים

### תוכן העניינים

|    |                                            |
|----|--------------------------------------------|
| 74 | 1. משוואות מעריכיות יסודיות.....           |
| 76 | 2. משוואות עם חיבור וחסור איברים.....      |
| 78 | 3. משוואות עם קבוע אוילר.....              |
| 79 | 4. משוואות בהן המשתנה גם בבסיס.....        |
| 80 | 5. מערכת משוואות מעריכיות.....             |
| 81 | 6. אי שוויונים מעריכיים.....               |
| 82 | 7. אי-שוויונים עם משתנה בבסיס ובמעריך..... |

## משוואות מעריכיות יסודיות:

### סיכום כללי:

- פתרון כללי של משוואת מעריכית מהצורה:  $a^x = a^y$  הוא:  $x = y$ .
- פתרון של משוואה מהצורה:  $a^x = 1$  הוא:  $x = 0$  שכן:  $a^x = 1 = a^0$ .
- פתרון של משוואה מהצורה:  $a^x = b^x$  הוא:  $x = 0$  שכן:  $a^x = b^x = 1$  ללא תלות בבסיסים.

### שאלות:

(1) פתור את המשוואות הבאות (שימוש בחוקי החזקות היסודיים):

א.  $2^x = 16$       ב.  $5^x \cdot 25^{x+2} = 125$

ג.  $10^{x-2} = 10000^{x+1}$       ד.  $9^x \cdot 3^{x^2} = 81^{3x-4}$

ה.  $(2^x \cdot 32)^3 = 8$       ו.  $(5^{x^2})^5 \cdot \frac{1}{5^5} = 625^{x-1}$

ז.  $\frac{7^x}{343^3} = 1$       ח.  $(25 \cdot 0.2^{2x})^2 = \left(\frac{1}{125}\right)^{1-x}$

(2) פתור את המשוואות הבאות (הבסיס הוא שבר):

א.  $27 \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{5x+2} = 8$       ב.  $\left(\frac{3}{4}\right)^{2-x} \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^{3x} = \left(\frac{9}{16}\right)^{7+x}$

ג.  $25 \left(\frac{7}{5}\right)^{x^2-2x} \cdot \left(\frac{5}{7}\right)^{4-x} = 49$

(3) פתור את המשוואות הבאות (שימוש בחוקי השורשים):

א.  $\sqrt{27} \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^{2x} = 9\sqrt{3}$       ב.  $\sqrt{3^{x+7}} = 81$

ג.  $(9\sqrt{27})^{3x} \cdot 3^{2-x} = \frac{1}{9}$       ד.  $\sqrt[3]{16} \cdot \left(\frac{1}{2^x}\right)^3 = \frac{1}{16}$

ה.  $2^{\sqrt{x}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2^x}} = 8(\sqrt{8})^{-\sqrt{x}}$       ו.  $5^x \cdot \frac{1}{25^5} = 125^{\sqrt{x}}$

(4) פתור את המשוואות הבאות (מכפלת בסיסים שונים):

|                                                           |                                                           |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| א. $2^x = 7^x$                                            | ב. $3^x \cdot \frac{625}{\sqrt{25^x}} = 81$               |
| ג. $2^{3x} \cdot 5^{3x} = 1000000$                        | ד. $2^{x+1} \cdot 3^{x-2} \cdot 7^x = 392$                |
| ה. $243 \cdot 2^{x-1} \cdot 18^{x-9} = \frac{1}{3^{x-2}}$ | ו. $108 \cdot \frac{1}{2^{1-2x}} = 72^x \cdot \sqrt{0.5}$ |
| ז. $2^{2x+2} \cdot 5^{x+1} = (2\sqrt{5})^{4-x}$           |                                                           |

## תשובות סופיות:

|                          |                       |                        |                          |               |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|---------------|
| א. $x = 4$               | ב. $x = -\frac{1}{3}$ | ג. $x = -2$            | ד. $x = 2, 8$            | ה. $x = -4$   |
| ו. $x = 1, -\frac{1}{5}$ | ז. $x = 9$            | ח. $x = 1$             |                          |               |
| א. $x = -1$              | ב. $x = -2$           | ג. $x = 3, -2$         |                          |               |
| א. $x = -\frac{1}{2}$    | ב. $x = 1$            | ג. $x = -\frac{8}{19}$ | ד. $x = 2, -\frac{2}{3}$ | ה. $x = 4, 9$ |
| א. $x = 0$               | ב. $x = 4$            | ג. $x = 2$             | ד. $x = 2$               | ה. $x = 5$    |
| ו. $x = 1.5$             | ז. $x = \frac{2}{3}$  |                        |                          |               |

## משוואות עם חיבור וחסור איברים:

### סיכום כללי:

במשוואות הכוללות חיבור וחסור של איברים, נאתר את הבסיס עם המעריך הקטן ביותר ונסמן אותו ב- $t$ , למשל במשוואה:  $4^x - 3 \cdot 2^x = 4$  נסמן:  $2^x = t$ .  
נבטא את כל איברים המשוואה באמצעות  $t$  ונפתור אותה עבורו.  
לאחר מכן נחזיר את ההצבה למציאת ערכי ה- $x$  המתאימים.

### שאלות:

(1) פתור את המשוואות הבאות (משוואות יסודיות עם חיבור וחסור ממעלה ראשונה):

ב.  $8^x + 3 \cdot 8^x = 256$

א.  $2^x + 6 \cdot 2^x = 56$

ד.  $2 \cdot 6^x + 6^{x+2} - 6^{x-1} = 227$

ג.  $5 \cdot 3^x - 3^{x+1} = 162$

(2) פתור את המשוואות הבאות (משוואות כלליות עם חיבור וחסור ממעלה ראשונה):

ב.  $5^{3x+2} + 4 \cdot 125^x = 29$

א.  $81^{x+1} + 18 \cdot 3^{4x-3} = 735$

ד.  $\sqrt{10000^{x+1}} - \sqrt[4]{10^{8x+1}} = \sqrt[4]{1000} \cdot (\sqrt[4]{10^7} - 1)$

ג.  $(2^{3x+1})^2 - 64^{x-\frac{1}{3}} = 15$

ו.  $5^{-x} + 25^{\frac{1-x}{2}} - 5^{-x-1} = 145$

ה.  $6^{-x} - 5 \cdot 36^{-\left(\frac{x}{2}+1\right)} = 186$

ח.  $4^{x+2} - 6 \cdot 4^x = 7 \cdot 12^{x+1} + 6 \cdot 12^x$

ז.  $2 \cdot 10^{x+1} + 10^{x+2} = 3 \cdot 5^{x+1}$

(3) פתור את המשוואות הבאות (משוואות עם חיבור וחסור ממעלה שנייה):

ב.  $16^{x+1} - 65 \cdot 4^x + 4 = 0$

א.  $9^x - 36 \cdot 3^x + 243 = 0$

ד.  $4^{-x} - 3 \cdot 4^x + 2 = 0$

ג.  $6^x - 4 \cdot 6^{-x} + 3 = 0$

ו.  $\left(2^{\frac{1}{3}x+2}\right)^2 - 5 \cdot 2^{\frac{1}{3}x+1} + 1 = 0$

ה.  $\left(\frac{4}{9}\right)^x - \frac{5}{2} \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{-x-1} = -\frac{2}{3}$

(4) פתור את המשוואות הבאות (משוואות כלליות):

ב.  $\frac{7^x}{7^x-4} + \frac{8}{7^x+5} = 3$

א.  $\frac{20}{9^x+1} = 3 - \frac{8}{9^x-1}$

(5) פתור את המשוואות הבאות (משוואות מסכמות):

|                                                     |                                                   |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| א. $\frac{1}{25^{1-x}} - 6 \cdot 5^{x-1.5} + 1 = 0$ | ב. $3^x - \sqrt{16 \cdot 3^{x+1}} = -9$           |
| ג. $36^x - 6^{x+1} \cdot 3^x + 8 \cdot 9^x = 0$     | ד. $4 \cdot 9^x - 10 \cdot 6^x + 6 \cdot 4^x = 0$ |
| ה. $25 \cdot 5^{2x} + 16 \cdot 15^x = 9^{x+1}$      | ו. $9^x + 4^x - 6^x = \frac{7}{6^{1-x}}$          |
| ז. $\frac{8^{2x} - 8}{7} = 4^x - 2$                 | ח. $2^{3x} - 2^{2x+2} - 2^x + 4 = 0$              |

### תשובות סופיות:

|                                    |                 |                         |                      |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| א. $x = 3$                         | ב. $x = 2$      | ג. $x = 4$              | ד. $x = 1$           |
| א. $x = \frac{1}{2}$               | ב. $x = 0$      | ג. $x = \frac{1}{3}$    | ד. $x = \frac{1}{4}$ |
| ה. $x = -3$                        | ו. $x = -2$     | ז. $x = -3$             | ח. $x = -2$          |
| א. $x = 2, 3$                      | ב. $x = 1, -2$  | ג. $x = 0$              | ד. $x = 0$           |
| ה. $x = 0, 1$                      | ו. $x = -6, -9$ |                         |                      |
| א. $x = 1, -\frac{1}{2}$           | ב. $x = 1$      |                         |                      |
| א. $x = \frac{1}{2}, 1\frac{1}{2}$ | ב. $x = 1, 3$   | ג. $x = 1, 2$           | ד. $x = 1, 0$        |
| ה. $x = -2$                        | ו. $x = 1, -1$  | ז. $x = 0, \frac{1}{2}$ | ח. $x = 0, 2$        |

## משוואות עם קבוע אוילר:

### סיכום כללי:

קבוע אוילר מסומן באות  $e$  וערכו שווה (בערך) ל-2.71828. למספר זה משמעויות רבות במתמטיקה ובמדעים ועל כן הוחלט לסמן אותו באות משלו ולשלב אותו במשוואות מתמטיות ועוד.

דרך הפתרון של משוואה שבה הבסיס הוא  $e$  זהה לחלוטין לשל משוואה מעריכית רגילה כפי שנלמד בפרק זה.

### שאלות:

(1) פתור את המשוואות הבאות (משוואות יסודיות עם קבוע אוילר):

$$\text{א. } e^{3x} = e^{2x-1} \quad \text{ב. } e^{5x-1} = e \cdot e^{6x+1}$$

$$\text{ג. } e^{x-5} = (e^{1-x})^3 \quad \text{ד. } e^x \cdot \sqrt{e^{3x-1}} = \left(\frac{1}{e^x}\right)^{1-3x}$$

(2) פתור את המשוואות הבאות (משוואות עם חיבור וחיסור):

$$\text{א. } e^2 \cdot e^x - e^{x+1} = e - 1 \quad \text{ב. } \sqrt[3]{e^{x+1}} \cdot e^2 = e^x \sqrt{e}$$

$$\text{ג. } e^{2x} + e^x - 2 = 0 \quad \text{ד. } e^{1+x} + e^{1-x} = e^2 + 1$$

(3) פתור את המשוואות הבאות (המשתנה גם בבסיס):

$$\text{א. } xe^x = \sqrt[4]{e} \cdot x \quad \text{ב. } e^{3x} = x \cdot e^{3x}$$

$$\text{ג. } xe^{x^2} = \frac{x}{\sqrt{e^x}} \quad \text{ד. } \sqrt[3]{e^{3x-1}} \cdot x = xe^x$$

### תשובות סופיות:

$$(1) \quad \text{א. } x = -1 \quad \text{ב. } x = -3 \quad \text{ג. } x = 2 \quad \text{ד. } x = 1, \frac{1}{6}$$

$$(2) \quad \text{א. } x = -1 \quad \text{ב. } x = \frac{11}{4} \quad \text{ג. } x = 0 \quad \text{ד. } x = 1, -1$$

$$(3) \quad \text{א. } x = 0, \frac{1}{4} \quad \text{ב. } x = 1 \quad \text{ג. } x = 0, -\frac{1}{2} \quad \text{ד. } x = 0$$

## משוואות בהן המשתנה גם בבסיס:

### סיכום כללי:

במשוואות עם משתנה בבסיס יש לדרוש תנאי עבורו הבסיס חיובי.  
יש לקחת את חיתוך תחומי ההגדרה (במידה וקיימים ביטויים עם שורשים או שברים) יחד עם תוצאת השוואת המעריכים.

### הערה:

יש לבדוק את ערכי ה- $x$  עבורם הבסיס שווה ל-1 ולראות האם מתקבל פסוק אמת או פסוק שקר. בהתאם יש להוסיף או להוריד אותו מתחום המספרים המהווים את פתרון המשוואה.

### שאלות:

פתור את המשוואות הבאות:

$$(\sqrt{3-x})^{\sqrt{x}} = (\sqrt[3]{3-x})^x \cdot \sqrt{\sqrt[3]{3-x}} \quad (1)$$

$$\left(1 + \frac{1}{x}\right)^{x^2+x} = 1 \quad (2)$$

$$\frac{|x-3|^{x^2-2}}{|x-3|^{x-1}} = |x-3|^{-1} \quad (3)$$

### תשובות סופיות:

$$x = \frac{1}{4}, 1, 2 \quad (1)$$

$$\text{אין פתרון.} \quad (2)$$

$$x = 0, 1, 2, 4 \quad (3)$$

## מערכת משוואות מעריכיות:

### שאלות:

$$(1) \quad \begin{cases} y = 3^x \\ y = 18 - 3^x \end{cases} \quad \text{פתור את מערכת המשוואות הבאה:}$$

$$(2) \quad \begin{cases} 5^{2x} - 5^y = 5^x - 25 \\ y - x = 2 \end{cases} \quad \text{פתור את מערכת המשוואות הבאה:}$$

$$(3) \quad \begin{cases} \frac{1}{3^y - 4} + \frac{3}{3^x - 2} - \frac{1}{3^x + 2} = 3 \\ 4^y = \sqrt{256^x} \end{cases} \quad \text{פתור את מערכת המשוואות הבאה:}$$

$$(4) \quad \begin{cases} 5^x + 2^y = 13 \\ 2 \cdot 5^x - 2^y = 2 \end{cases} \quad \text{פתור את מערכת המשוואות הבאה:}$$

$$(5) \quad \begin{cases} 2 \cdot 3^x - 3 \cdot 2^y = 42 \\ 3^{x+1} - 2^{y+1} = 73 \end{cases} \quad \text{פתור את מערכת המשוואות הבאה:}$$

$$(6) \quad \begin{cases} 5^{2x+1} + 8 \cdot 10^x - 2^{2y+4} = 0 \\ (\sqrt{3})^y = 27^{\frac{x-1}{6}} \end{cases} \quad \text{פתור את מערכת המשוואות הבאה:}$$

$$(7) \quad \begin{cases} 6 \cdot 4^x - 7 \cdot 6^{y-1} + 2 \cdot 3^{x+y} = 6^y \\ \sqrt[4]{5^x} \cdot \sqrt{(5\sqrt{5})^y} = \sqrt[4]{125} \cdot 5^x \end{cases} \quad \text{פתור את מערכת המשוואות הבאה:}$$

### תשובות סופיות:

|                   |            |                  |          |
|-------------------|------------|------------------|----------|
| (1,3) (4          | (1,2) (3   | (0,2) , (2,4) (2 | (2,9) (1 |
| (1,2) , (-1,0) (7 | (-1,-2) (6 | (3,2) (5         |          |

## אי שוויונים מעריכיים:

### סיכום כללי:

פתרון אי-השוויון:  $a^x > a^y$  הוא:  $x > y$  עבור:  $a > 1$  ו-  $x < y$  עבור:  $0 < a < 1$ .

### שאלות:

פתור את אי השוויונים הבאים:

$$\begin{array}{ll} \sqrt{2^x} \leq 4^{x^2-1\frac{1}{4}} & (2) \\ 3^{2x+1} < 27^{1-\frac{1}{3}x} & (1) \\ \left(\frac{1}{7}\right)^{5x} \geq \left(\frac{1}{7}\right)^{1-3x} & (4) \\ e^{\sqrt{x+1}} > e^{2x} & (3) \\ e^{2x} - 2e^x + 1 \leq 0 & (6) \\ 25^x + 5 < 6 \cdot 5^x & (5) \end{array}$$

### הערה:

השאלות הבאות דורשות הכרות עם מושג הלוגריתם הטבעי ( $\ln$ ) וכן חוקי הלוגריתמים אשר ילמדו בהמשך.

$$\begin{array}{ll} e^{2x} - 5e^x + 4 > 0 & (8) \\ e^x > 3 & (7) \end{array}$$

### תשובות סופיות:

$$\begin{array}{ll} x \leq -1 \text{ או } x \geq 1\frac{1}{4} & (2) \\ x < \frac{2}{3} & (1) \\ x \leq \frac{1}{8} & (4) \\ 0 \leq x < 1 & (3) \\ x = 0 & (6) \\ 0 < x < 1 & (5) \\ x < 0 \text{ או } x > \ln 4 & (8) \\ x > \ln 3 & (7) \end{array}$$

## אי-שוויונים עם משתנה בבסיס ובמעריך:

### סיכום כללי:

דרך הפתרון של אי שוויון עם משתנה בבסיס ובמעריך:

- יש לדרוש בסיס חיובי ולחבר אי-שוויון בהתאם.
- יש לפתור את אי השוויון לפי השוואת מעריכים.
- יש למצוא את חיתוך הפתרונות.

נתון:  $f(x)^{g(x)} > f(x)^{h(x)}$  נדרוש:  $f(x) > 0$ .

דרך הפתרון: אם  $f(x) > 1$  אז  $g(x) > h(x)$ .

אם  $0 < f(x) < 1$  אז  $g(x) < h(x)$ .

לבסוף נמצא את חיתוך התחומים.

### שאלות:

פתור את אי השוויונים הבאים:

$$(x-2)^{2x-5} < (x-2)^{x+1} \quad (2) \qquad x^{2x-1} > x^{x+2} \quad (1)$$

$$x^{2x^2+2} < x^{5x} \quad (4) \qquad x^{2x-6} < 1 \quad (3)$$

$$(x+1)^{|x|} < x^2 + 2x + 1 \quad (6) \qquad (x^2 - 6x + 13)^{x^2 - 2x} \geq (x^2 - 6x + 13)^3 \quad (5)$$

### תשובות סופיות:

$$0 < x < 1, x > 3 \quad (1)$$

$$3 < x < 6 \quad (2)$$

$$1 < x < 3 \quad (3)$$

$$0 < x < 0.5, 1 < x < 2 \quad (4)$$

$$x \leq -1, x \geq 3 \quad (5)$$

$$0 < x < 2 \quad (6)$$

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

פרק 8 - חוקי הלוגריתמים, משוואות ואי-שוויונים לוגריתמים

תוכן העניינים

|    |                                       |
|----|---------------------------------------|
| 83 | 1. הגדרת הלוגריתם ומשוואות יסודיות    |
| 86 | 2. חוקי הלוגריתמים                    |
| 90 | 3. חישובים עם חזקה לוגריתמית          |
| 91 | 4. מעבר בין בסיסים                    |
| 93 | 5. הלוגריתם הטבעי                     |
| 95 | 6. משוואות עם בסיסים שונים            |
| 96 | 7. מערכת משוואות לוגריתמיות           |
| 97 | 8. מערכת משוואות לוגריתמיות ומעריכיות |
| 98 | 9. אי-שוויונים לוגריתמים              |

## הגדרת הלוגריתם ומשוואות יסודיות:

### סיכום כללי:

#### הגדרה:

הלוגריתם מוגדר באופן הבא:  $\log_a b = x \Leftrightarrow a^x = b$  כאשר:  $a, b > 0, a \neq 1$ .

#### הסבר:

לוגריתם על בסיס  $a$  של  $b$  מוגדר בתור החזקה שיש להעלות את  $a$  על מנת שיהיה שווה ל- $b$ .  
 ערך חזקה זו הוא  $x$ . ערך לוגריתם יכול להיות חיובי, שלילי או אפס. נחשב ערכי לוגריתמים  
 ונפתור משוואות לוגריתמיות ע"י מעבר לפי ההגדרה למשוואה מעריכית מתאימה.

### כללים יסודיים בלוגריתמים:

מהגדרת הלוגריתם נובע כי:  $\log_a a = 1$  וכן:  $\log_a 1 = 0$  לכל  $a > 0, a \neq 1$ .

### שאלות:

(1) חשב ללא מחשבון את ערכי הביטויים הלוגריתמים הבאים:

א.  $\log_2 32$       ב.  $\log 1000$       ג.  $\log_{25} 5$

ד.  $\log_8 4$       ה.  $\log_4 \frac{1}{16}$       ו.  $\log_a a^4$

ז.  $\log_a \frac{1}{a\sqrt{a}}$

(2) פתור את המשוואות הלוגריתמיות הבאות (יסודי - שימוש בהגדרת הלוג):

א.  $\log_{36} 6 = x$       ב.  $\log_2 x = 16$

ג.  $\log_{\frac{1}{9}} x = -1.5$       ד.  $\log_x 64 = 3$

ה.  $\log_x 25 = 2$       ו.  $\log_x (3x+4) = 2$

(3) פתור את המשוואות הלוגריתמיות הבאות (כללי - שימוש בהגדרת הלוג):

$$\text{א. } \log_6(4x-2)=1 \quad \text{ב. } \log_4(4-x)=\frac{1}{2}$$

$$\text{ג. } \log_8(x^4-73)=1 \quad \text{ד. } \log_3 \frac{x+3}{3-3x}=-2$$

$$\text{ה. } \log_x(2x^2+x-12)=2 \quad \text{ו. } \log_{\sqrt{x+1}}(2x^2-5)=2$$

(4) פתור את המשוואות הלוגריתמיות הבאות (שימוש בהגדרת הלוג מספר פעמים):

$$\text{א. } \log_4(\log_3 x)=1 \quad \text{ב. } 3\log_{27}(\log_2(x+3))=1$$

$$\text{ג. } \log_{\frac{1}{16}}(\log_3(5x^2+1))=-\frac{1}{2} \quad \text{ד. } \log_6(3+\log_2(6+\log_4(x^2+15)))=1$$

(5) פתור את המשוואות הלוגריתמיות הבאות (מתקבלת משוואה מעריכית):

$$\text{א. } \log_2(3^x+37)=6 \quad \text{ב. } \log_3(3 \cdot 2^x-303)=4$$

$$\text{ג. } \log_5(126 \cdot 5^x-25)=2x+1 \quad \text{ד. } 3\log_2\left(3 \cdot 4^{1+\frac{1}{3}x}-11 \cdot 2^{\frac{x}{3}}+3\right)=12+2x$$

(6) פתור את המשוואות הלוגריתמיות הבאות (הצבה):

$$\text{א. } (\log_2 x)^4=10000 \quad \text{ב. } 2(\log_3 x)^2+\log_3 x=10$$

$$\text{ג. } \frac{3 \cdot \log_{14} x + 1}{(\log_{14} x)^2} = 4 \quad \text{ד. } \sqrt{\log_{\frac{1}{81}} x} + \sqrt{\log_{\frac{1}{81}} x + 2} = 2$$

## תשובות סופיות:

- (1) א. 5    ב. 3    ג.  $\frac{1}{2}$     ד.  $\frac{2}{3}$     ה. -2  
 ו. 4    ז. -1.5
- (2) א.  $x = \frac{1}{2}$     ב.  $x = 65,536$     ג.  $x = 27$     ד.  $x = 4$   
 ה.  $x = 5$     ו.  $x = 4$
- (3) א.  $x = 2$     ב.  $x = 2$     ג.  $x = \pm 3$     ד.  $x = -2$     ה.  $x = 3$     ו.  $x = 2$
- (4) א.  $x = 81$     ב.  $x = 5$     ג.  $x = \pm 4$     ד.  $x = \pm 1$
- (5) א.  $x = 3$     ב.  $x = 7$     ג.  $x = -1, 2$     ד.  $x = -6$
- (6) א.  $x = 1024, \frac{1}{1024}$     ב.  $x = 9, \frac{1}{9\sqrt{3}}$   
 ג.  $x = 14, \frac{1}{\sqrt[4]{14}}$     ד.  $x = \frac{1}{3}$

## חוקי הלוגריתמים:

### סיכום כללי:

- להלן 3 חוקי הלוגריתמים עבור בסיס  $a > 0 \neq 1$  וארגומנטים  $x$  ו- $y$  חיוביים:
- מכפלה לסכום:  $\log_a (x \cdot y) = \log_a x + \log_a y$ .
  - מנה להפרש:  $\log_a \left( \frac{x}{y} \right) = \log_a x - \log_a y$ .
  - מקדם למעריך:  $\log_a b^n = n \log_a b$  (כאשר  $b > 0$  ו- $n$  מספר ממשי כלשהו).

### שאלות:

#### שאלות חישוב כלליות:

(1) חשב ללא מחשבון את ערכי הביטויים הבאים (שימוש בחוקי הלוגים):

- |                                                                                                  |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| א. $\log_3 12 + \log_3 2.25$                                                                     | ב. $\log_{\frac{1}{5}} 40 + \log_{\frac{1}{5}} 12.5 + \log_{\frac{1}{5}} \frac{1}{4}$ |
| ג. $\log_2 200 - \log_2 100$                                                                     | ד. $\log_3 60 - \log_3 540$                                                           |
| ה. $\log_4 8 + \log_4 12 - \log_4 6$                                                             | ו. $\log_7 1.5 - \log_7 147 + \log_7 2$                                               |
| ז. $3 \log_5 2 - \log_5 1.6$                                                                     | ח. $\log_{\sqrt{4}} 6.4 + 2 \log_{\sqrt{4}} \sqrt{10}$                                |
| ט. $\frac{1}{2} \left( \log_7 \frac{7}{2} + \log_7 2 \right) + \log_7 14 - \frac{1}{3} \log_7 8$ | י. $\frac{1}{4} \log 81 - \log 1.5 - \frac{1}{2} \log 40$                             |

(2) חשב ללא מחשבון את ערכי הביטויים הבאים (שימוש בחוקי הלוגים):

- |                                                             |                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| א. $\frac{\log_5 16}{\log_5 8}$                             | ב. $\frac{\log_9 62.5 + \log_9 2}{\log_9 0.2}$                                   |
| ג. $\frac{\log_3 5 - \log_3 2 + \log_3 50}{\log_3 225 - 2}$ | ד. $\frac{2 - 2 \log_3 4 + \log_3 8 \frac{8}{9}}{4 - \log_3 0.01 - 2 \log_3 18}$ |

## משוואות לוגריתמיות:

(3) פתור את המשוואות הבאות (שימוש ישיר בחוקי הלוגריתמים):

א.  $\log_2 x + \log_2 (x-6) = 4$       ב.  $\log_3 x + \log_3 (x+2) = 1$

ג.  $\log_2 (x+30) - \log_2 x = 4$       ד.  $\log_5 (x+146) - \log_5 (x+2) = 2$

ה.  $2\log_3 (2x-1) - \log_3 (22x+9) = -1$

ו.  $2\log_5 (x-2) = \log_5 (4x-15) + \log_5 x$

(4) פתור את המשוואות הבאות (פתרון בשיטת לוג שווה לוג):

א.  $\log_5 (4x-3) = \log_5 7$

ב.  $2\log_2 (2x-2) - \log_2 (16-x) = \log_2 (x-1) + 1$

(5) פתור את המשוואות הבאות (מתקבלת משוואה מעריכית):

א.  $\log_3 (3 \cdot 5^x + 39) = 3 + \log_3 (5^x - 3)$

ב.  $\log_2 (3 - 4^{x+1}) - \log_2 11 = x$

(6) פתור את המשוואות הבאות (שימוש הפוך בחוקי הלוגריתמים):

א.  $\log_4 x \cdot \log_4 (16x) = 8$

ב.  $\log_2 \left( \frac{x}{4} \right) \cdot \log_2 (1024x) = -11$

ג.  $\log_2 x^2 \log_2 \left( \frac{x}{16} \right) = -\log_2 (64x)$

ד.  $(\log_4 4x)^2 = \log_4 4x^2 + 1$

ה.  $\log_3 (9x^2) \cdot \log_3 (9x^3) = \log_3 \left( \frac{81}{x} \right) + 2$

ו.  $\frac{\log_2 \left( \frac{x^3}{32} \right)}{(\log_2 x)^2} + \frac{\log_2 (2x)}{\log_2 x} = 1\frac{7}{9}$

**שאלות הבעה:**

(7) נתון:  $\log_3 2 = a$ . הבע באמצעות  $a$  את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $\log_3 16$       ב.  $\log_3 6$

ג.  $\log_3 24$       ד.  $\log_3 1.5$

(8) נתון:  $\log_2 3 = a$ ,  $\log_2 5 = b$ . הבע באמצעות  $a$  ו- $b$  את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $\log_2 45$       ב.  $\log_2 60$       ג.  $\log_2 \sqrt{7.5}$

(9) נתון:  $\log_{18} 2 + \log_{18} 3 = a$ .

הבע באמצעות  $a$  את  $\log_{18} 27$  ואת  $\log_{18} 16$ .

**שאלות נוספות:**

בכל אחת מהמשוואות הבאות, חשב את ערך הביטוי שמשמאל וקבל את התוצאה מימין:

(10)  $\log 4 \log 40 + \log 5 \log 16 = \log 64$

(11)  $2 \log^2 2 + \log 25 \cdot \log 20 = 2$

(12)  $\log_{12} 16 \cdot \log_{12} 4 + \log_{12} 9 \cdot \log_{12} 48 = 2$

(13)  $\log_5 10 \cdot \log_5 75 - \log_5 3 \cdot \log_5 2 - \log_5 3 - \log_5 4 = 2$

## תשובות סופיות:

- (1) א. 3    ב. -3    ג. 1    ד. -2    ה. 2  
ו. -2    ז. 1    ח. 6    ט. 1.5    י. -0.5
- (2) א.  $\frac{4}{3}$     ב. -3    ג. 1.5    ד. 0.5
- (3) א.  $x=8$     ב.  $x=3, \frac{1}{27}$     ג.  $x=2$     ד.  $x=4$     ה.  $x=3$     ו.  $x=4$
- (4) א.  $x=2.5$     ב.  $x=6$
- (5) א.  $x=1$     ב.  $x=-2$
- (6) א.  $x=16, \frac{1}{256}$     ב.  $x=2, \frac{1}{512}$     ג.  $x=4, 2\sqrt{2}$     ד.  $x=4, \frac{1}{4}$
- ה.  $x=\frac{1}{9}, \sqrt[6]{3}$     ו.  $x=8, \sqrt[7]{2^{15}}$
- (7) א.  $4a$     ב.  $a+1$     ג.  $3a+1$     ד.  $1-a$
- (8) א.  $2a+b$     ב.  $2+a+b$     ג.  $\frac{1}{2}a + \frac{1}{2}b - \frac{1}{2}$
- (9)  $4(2a-1), 3(1-a)$
- (10) הוכחה.
- (11) הוכחה.
- (12) הוכחה.
- (13) הוכחה.

## חישובים עם חזקה לוגריתמית:

### סיכום כללי:

מהגדרת הלוגריתם ניתן לנסח את הקשר הבא:  $a^{\log_a x} = x$  כאשר  $a > 0 \neq 1$ .

### שאלות:

(1) חשב ללא מחשבון את ערכי הביטויים הבאים (חזקה לוגריתמית):

א.  $6^{\log_6 8}$       ב.  $4^{\log_2 5}$

(2) נתונה התבנית:  $3 \cdot 4^x$ . חשב את ערכה עבור:

א.  $x = \log_4 7$       ב.  $x = \log_4 \sqrt{3}$   
 ג.  $x = 2\log_4 0.1$       ד.  $x = \sqrt{\log_2 5}$

(3) נתונה התבנית:  $\frac{1}{6} \cdot 9^x - 2 \cdot 3^x + 1$ . חשב את ערכה עבור:

א.  $x = -1$       ב.  $x = \log_3 5$   
 ג.  $x = \log_3 \sqrt{6}$

(4) חשב:

א.  $\left(\frac{1}{6}\right)^{\log_{\sqrt{6}} 81}$       ב.  $\sqrt[3]{2^{3-\log_{\sqrt{6}} 5}}$

### תשובות סופיות:

(1) א. 8      ב. 25  
 (2) א. 21      ב.  $3\sqrt{3}$       ג. 0.03      ד. 15  
 (3) א.  $\frac{19}{54}$       ב.  $-4\frac{5}{6}$       ג.  $2 - 2\sqrt{6}$   
 (4) א.  $\frac{1}{81}$       ב.  $\frac{2}{\sqrt[9]{25}}$

## מעבר בין בסיסים:

### סיכום כללי:

מעבר מבסיס  $a$  לבסיס  $m$  (כאשר:  $a > 0 \neq 1$  ו-  $m > 0 \neq 1$ , וכן:  $b > 0$ )

$$\log_a b = \frac{\log_m b}{\log_m a} \quad \text{יתבצע באופן הבא:}$$

### שאלות:

#### שאלות חישוב כלליות:

(1) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

$$\begin{array}{ll} \text{א.} & \log_4 7 \cdot \log_7 4 \\ \text{ב.} & \log_{0.1} 3 \cdot \log_9 1000 \\ \text{ג.} & \log_{\sqrt{3}} 5 \cdot \log_{\sqrt{125}} 9 \\ \text{ד.} & \log_4 169 \cdot \log_{25} 64 \cdot \log_{13} 625 \end{array}$$

(2) הוכח את השוויונים הבאים:

$$\begin{array}{ll} \text{א.} & \log_2 25 \cdot \log_5 3 \cdot \log_9 2 = 1 \\ \text{ב.} & \log_{16} 9 \cdot \log_5 4 \cdot \log_3 5 = 1 \end{array}$$

#### משוואות לוגריתמיות:

(3) פתור את המשוואות הבאות:

$$\begin{array}{ll} \text{א.} & \log_2 x + \log_{32} x = 6 \\ \text{ב.} & \log_3 x \cdot \log_{27} x = 3 \\ \text{ג.} & \log_2 4x \cdot \log_8 \frac{x}{16} = -\frac{5}{3} \\ \text{ד.} & \log_x 5 - 6 \log_{125} x = 1 \end{array}$$

### שאלות הבעה:

(4) נתון:  $\log_4 6 = a$ . הבע באמצעות  $a$  את ערכי הביטויים הבאים:

$$\text{א.} \log_2 3 \quad \text{ב.} \log_{32} 36 \quad \text{ג.} \log_{216} 96$$

(5) נתון:  $\log_2 3 = a$ ,  $\log_3 5 = b$ . הבע באמצעות  $a$  ו-  $b$  את ערכי הביטויים הבאים:

$$\text{א.} \log_3 50 \quad \text{ב.} \log_2 \sqrt{30} \quad \text{ג.} \log_5 22.5$$

(6) נתון  $\log_3 7 = a$ ,  $\log 9 = 2b$ . הבע באמצעות  $a$  ו- $b$  את:

א.  $\log 21$ .

ב.  $\log_3 \left( \frac{10}{7} \right)$ .

ג.  $\log_7 10$ .

ד.  $\log_{30} 63$ .

### שאלות נוספות:

בכל אחת מהמשוואות הבאות, חשב את ערך הביטוי שמשמאל וקבל את התוצאה מימין:

(7)  $\log_6 9 \cdot \log_{15} 30 + \log_6 5 \cdot \log_{15} 4 = 2$

(8)  $\log \sqrt{3} \cdot \log_6 50 + \log \sqrt{2} \cdot \log_6 300 = 1$

### תשובות סופיות:

(1) א. 1      ב. -1.5      ג.  $2\frac{2}{3}$       ד. 12.

(2) א. שאלת הוכחה.      ב. שאלת הוכחה.

(3) א.  $x = 32$       ב.  $x = 27, \frac{1}{27}$       ג.  $x = 8, \frac{1}{2}$       ד.  $x = \frac{1}{5}, \sqrt{5}$ .

(4) א.  $2a - 1$       ב.  $0.8a$       ג.  $\frac{a+2}{3a}$

(5) א.  $2b + \frac{1}{a}$       ב.  $\frac{a}{2} + \frac{ab}{2} + \frac{1}{2}$       ג.  $\frac{2}{b} + 1 - \frac{1}{ab}$

(6) א.  $b + ab$       ב.  $\frac{1}{b} - a$       ג.  $\frac{1}{ab}$       ד.  $\frac{ab+2b}{b+1}$ .

(7) הוכחה.

(8) הוכחה.

## הלוגריתם הטבעי:

### סיכום כללי:

לוגריתם על בסיס  $e$  (קבוע אוילר) מסומן:  $\log_e \Rightarrow \ln$  והוא נקרא הלוגריתם הטבעי.  
 למשל:  $\ln 3 = \log_e 3$  או  $\ln \frac{1}{4} = \log_e \frac{1}{4}$ . לוג זה נקרא בשם לן.  
 מהגדרת הלוגריתם מתקיים:  $\ln a = b \rightarrow e^b = a$  כאשר  $a > 0$  ו- $b$  מספרים כלשהם.

### שאלות:

(1) חשב ללא מחשבון את ערכי הביטויים הלוגריתמיים הטבעיים הבאים:

$$\text{א. } \ln e^2 \quad \text{ב. } \ln \frac{1}{e^4} \quad \text{ג. } \ln \frac{1}{e\sqrt{e}}$$

(2) פתור את המשוואות הלוגריתמיות הבאות (שימוש בהגדרת הלוג):

$$\text{א. } \ln x = 2 \quad \text{ב. } \ln x = -\frac{1}{2}$$

(3) פתור את המשוואות הבאות (הצבה וחוקי הלוגריתמים):

$$\begin{aligned} \text{א. } \ln\left(e^{2x} - \frac{1}{2}\right) + \ln 2 &= x \\ \text{ב. } 3\ln^2 x + \ln x &= 2 \\ \text{ג. } \ln(e^2 x^3) \cdot \ln \frac{1}{x} &= \ln(ex^2) \end{aligned}$$

(4) פתור את המשוואות הלוגריתמיות הבאות (הוצאת לוג משני אגפי המשוואה)

$$\text{א. } x^{\ln x} = e^6 x \quad \text{ב. } \left(\frac{1}{x}\right)^{2-3\ln x} = \frac{1}{e} \cdot x^{1+\ln x}$$

(5) חשב ללא מחשבון את ערכי הביטויים הבאים (חזקה לוגריתמית):

$$\text{א. } e^{\ln 3} \quad \text{ב. } e^{2\ln 3}$$

## תשובות סופיות:

- (1) א. 2      ב. -4      ג. -1.5
- (2) א.  $x = e^2$       ב.  $x = \frac{1}{\sqrt{e}}$
- (3) א.  $x = 0$       ב.  $x = \sqrt[3]{e^2}, \frac{1}{e}$       ג.  $x = \frac{1}{\sqrt[3]{e}}, \frac{1}{e}$
- (4) א.  $x = e^3, \frac{1}{e^2}$       ב.  $x = \sqrt{e}, e$
- (5) א. 3      ב. 9

## משוואות עם בסיסים שונים:

### סיכום כללי:

לעיתים תתקבל משוואה מעריכית שבה לא ניתן למצוא חזקה שלמה, כגון:  $3^x = 4$ . במקרים אלו נעזר בהגדרת הלוג כדי לבטא את ערך המעריך:  $x = \log_3 4$ . את ערך הביטוי  $\log_3 4$  ניתן לחשב ע"י מחשבון או ע"י מעבר לבסיס 10:  $\log_3 4 = \frac{\log 4}{\log 3}$ .

### שאלות:

(1) פתור את המשוואות הבאות (בסיסים שונים):

א.  $3^x = 6$       ב.  $2^x - 9 = 0$

ג.  $49^x - 8 \cdot 7^x + 15 = 0$       ד.  $2 \cdot 3^{\frac{2x}{3}} + 5 \cdot 3^{\frac{x}{3}} + 2 = 0$

(2) פתור את המשוואות הבאות (משוואות עם בסיס ולוגריתם טבעי):

א.  $e^{3x} = 3$       ב.  $4 + 3e^x = 9$

ג.  $3e^{2x} - 4e^x + 1 = 0$       ד.  $e(e^x + 1) = 2\sqrt{e^{x+2}} + 9e$

(3) פתור את המשוואות הבאות (משוואות כלליות עם פתרונות לא שלמים):

א.  $\log_2(7 - 5^x) = \log_2 \frac{10}{5^x}$       ב.  $\log_2(4e^{2x} + 6) - 1 = \log_2(7e^x)$

### תשובות סופיות:

(1) א.  $x = \log_3 6 = 1.63$       ב.  $x = \log_2 9 = 3.17$

ג.  $x = \log_7 3 = 0.564$ ,  $x = \log_7 5 = 0.827$       ד. אין פתרון.

(2) א.  $x = \frac{1}{3} \ln 3 = 0.36$       ב.  $x = \ln \frac{5}{3} = 0.51$       ג.  $x = 0$ ,  $x = -\ln 3 = -1.09$

ד.  $x = \ln 16 = 2.7725$

(3) א.  $x = 1$ ,  $x = \log_5 2 = 0.43$       ב.  $x_1 = \ln \frac{1}{2} = -0.693$ ,  $x = \ln 3 = 1.098$

## מערכת משוואות לוגריתמיות:

### שאלות:

פתור את מערכות המשוואות הבאות:

$$\begin{cases} \log_6^2 x - \log_6(2y-2) = 2 \\ \frac{1}{2}x = y-1 \end{cases} \quad (2) \quad \begin{cases} y = \log_2 x \\ y = 6 - \log_2 x \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \log_3(x+y) = \log_3(4x+y) - 2 \\ \log_5(5x+3y) = 2 \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \log_2(\log_3(x-y)) = 1 \\ \log_5(x+y-11) = \log_{25} x + \frac{1}{2}\log_5(y+2) \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} \log_2 x^2 + \log_3 \frac{1}{y} = 9 \\ \log_2 \sqrt{x} + \log_{\sqrt[3]{3}} y = -1 \end{cases} \quad (6) \quad \begin{cases} \log_5 x + 6\log_4 y = 11 \\ 10\log_5 x - 2\log_4 y = 17 \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} xy = 27 \\ x^{\log_3 y} = 9 \end{cases} \quad (8) \quad \begin{cases} \log_5 x + 2^{\log_2 y} = 6 \\ x^y = 5^8 \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} 2^{\frac{\log_1(2x-y)}{2}} = 7^{\log_7 \frac{2x+y}{15}} \\ \log_3 x + \log_3 y = \frac{1}{\log_{28} 3} \end{cases} \quad (9)$$

### תשובות סופיות:

$$\begin{array}{lll} (8, -5) \quad (3) & (36, 19), \left(\frac{1}{6}, 1\frac{1}{12}\right) \quad (2) & (8, 3) \quad (1) \\ \left(16, \frac{1}{3}\right) \quad (6) & (25, 8) \quad (5) & (16, 7) \quad (4) \\ (4, 7) \quad (9) & (3, 9), (9, 3) \quad (8) & (25, 4), (625, 2) \quad (7) \end{array}$$

## מערכת משוואות לוגריתמיות ומעריכיות:

### שאלות:

פתור את מערכות המשוואות הבאות:

$$\begin{cases} 25^y = (5\sqrt{5})^{x+1} \\ \log_5 \sqrt{x} + \log_5 \sqrt{y} = \log_5 3 \end{cases} \quad (2) \quad \begin{cases} y = \log_2 (4^x - 2) \\ y = 2x - 1 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} x \cdot \log_2 3 = \frac{y}{\log_9 2} \\ \log_3 (9^x + 27) = 2y + \log_3 12 \end{cases} \quad (4) \quad \begin{cases} 3y + 5 \log_6 x = 1 \\ 216 \cdot x^{2-y} = 6^{1-4y} \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} x = \log_4 (5 - 9^y) \\ \log_2 (2^x + 3) = \log_4 (29 - (3^y - 3)^2) \end{cases} \quad (6) \quad \begin{cases} (2^x - 1)^2 - 4y + 3 = 0 \\ x = \log_2 (y + 1) \end{cases} \quad (5)$$

### תשובות סופיות:

$$\begin{array}{lll} (36, -3), \left(6, -1\frac{1}{3}\right) & (3, 3) & (1, 1) \\ (1, 0) & (1, 1), (2, 3) & \left(1, \frac{1}{2}\right), (2, 1) \end{array} \quad \begin{matrix} (3) & (2) & (1) \\ (6) & (5) & (4) \end{matrix}$$

## אי-שוויונים לוגריתמים:

### סיכום כללי:

פתרון אי-השוויון:  $\log_a x > \log_a y$  הוא:  $x > y$  עבור:  $a > 1$  ו-  $x < y$  עבור:  $0 < a < 1$ .

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

- |                                                                 |                                  |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| $\log_6(x^2 - 5x) < 1$ (2)                                      | $\log_2 x < \log_2(5x - 20)$ (1) |
| $\log_{\frac{1}{2}}(1 - 3x) \geq \log_{\frac{1}{2}}(7 - x)$ (4) | $\log_3 x > \log_9(15 - 2x)$ (3) |
| $\ln x < 3$ (6)                                                 | $\ln x \geq \ln(x^2 - 12)$ (5)   |
| $\frac{6}{\ln^2 x} \geq 2 - \frac{1}{\ln x}$ (8)                | $\ln^2 x - 6 \ln x < 7$ (7)      |

### תשובות סופיות:

- |                                                           |                             |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|
| $-1 < x < 0, 5 < x < 6$ (2)                               | $x > 5$ (1)                 |
| $-3 \leq x \leq \frac{1}{3}$ (4)                          | $3 < x < 7\frac{1}{2}$ (3)  |
| $0 < x < e^3$ (6)                                         | $2\sqrt{3} < x \leq 4$ (5)  |
| $x \neq 1$ וגם $\frac{1}{\sqrt{e^3}} \leq x \leq e^2$ (8) | $\frac{1}{e} < x < e^7$ (7) |

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

פרק 9 - מבוא להסתברות

תוכן העניינים

1. הסתברות על ציר המספרים ..... (ללא ספר)
2. ניסויים ותוצאות ..... (ללא ספר)
3. שכיחות יחסית והסתברות ..... (ללא ספר)
4. תכונות ההסתברות ..... (ללא ספר)

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

פרק 10 - הסתברות של מאורע בודד

תוכן העניינים

1. הקדמה כללית ..... (ללא ספר)
2. שאלות עם בחירת כדור ..... (ללא ספר)
3. שאלות עם הגרלות ..... (ללא ספר)
4. שאלות עם הטלת קובייה ..... (ללא ספר)
5. שאלות עם ילדים במשפחה ..... (ללא ספר)
6. שאלות עם משחק דומינו ..... (ללא ספר)
7. שאלות עם ציונים בכיתה ..... (ללא ספר)

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

פרק 11 - הסתברות של שני מאורעות

תוכן העניינים

1. הסתברות של שני מאורעות ..... (ללא ספר)

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

פרק 12 - חשבון דיפרנציאלי - נגזרות ומשיקים

תוכן העניינים

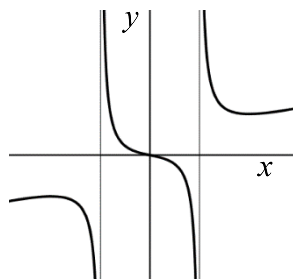
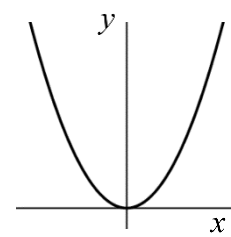
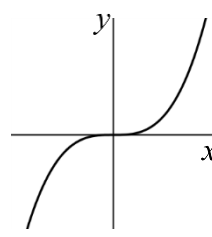
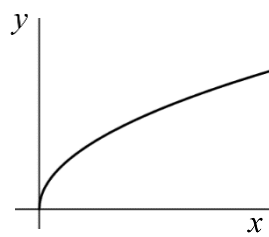
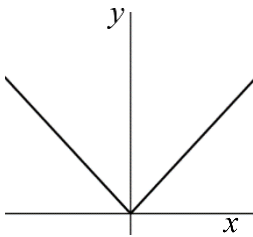
|     |                                                    |
|-----|----------------------------------------------------|
| 99  | 1. הקדמה כללית                                     |
| 100 | 2. גזירת פונקציות                                  |
| 106 | 3. מציאת שיפוע המשיק לגרף הפונקציה                 |
| 107 | 4. מציאת משוואת המשיק לגרף הפונקציה                |
| 110 | 5. שאלות עם פרמטרים                                |
| 112 | 6. שאלות העוסקות במציאת משוואת משיק מנקודה חיצונית |

## הקדמה כללית:

### סיכום כללי:

#### פונקציות נפוצות:

הפונקציה  $f(x) = x^2$  : הפונקציה  $f(x) = x^3$  : הפונקציה  $f(x) = \sqrt{x}$  : הפונקציה  $f(x) = |x|$  :



פונקציה עם מכנה, למשל:  $f(x) = \frac{5x^3 + 4x}{x^2 - 1}$  :

#### שיפוע של פונקציה:

- השיפוע  $m$  של פונקציה  $f(x)$  בנקודה  $A(x_1, y_1)$  שעל הפונקציה הוא ערך הנגזרת בנקודה  $A(x_1, y_1)$ , כלומר:  $m = f'(x_1)$ .
- השיפוע של המשיק לפונקציה  $f(x)$  בנקודה  $A(x_1, y_1)$  שעל הפונקציה שווה לשיפוע הפונקציה בנקודה  $A(x_1, y_1)$ .
- משוואת המשיק לפונקציה  $f(x)$  בנקודה  $A(x_1, y_1)$  שעליה מתקבלת על ידי הנוסחה למציאת ישר:  $y - y_1 = m(x - x_1)$ .

#### הנגזרת:

לכל פונקציה  $f(x)$  קיימת פונקציה, הנקראת פונקציית הנגזרת (או רק "הנגזרת") ומסומנת  $f'(x)$ , המתקבלת ממנה על פי כללי הגזירה.

## גזירת פונקציות:

### סיכום כללי:

#### כללי הגזירה:

- כלל גזירה מס' 1:  $f(x) = x^n \Rightarrow f'(x) = n \cdot x^{n-1}$
- כלל גזירה מס' 2 (כפל בקבוע):  $f(x) = ax^n \Rightarrow f'(x) = n \cdot ax^{n-1}$
- כלל גזירה מס' 3 (נגזרת של קבוע):  $f(x) = a \Rightarrow f'(x) = 0$
- כלל גזירה מס' 4 (סכום והפרש):  $f(x) = u \pm v \Rightarrow f'(x) = u' \pm v'$
- כלל גזירה מס' 5 (פונקציה מורכבת):  $f(x) = u^n \Rightarrow f'(x) = n \cdot u^{n-1} \cdot u'$
- כלל גזירה מס' 6 (נגזרת של  $\frac{1}{x}$ ):  $f(x) = \frac{1}{x} \Rightarrow f'(x) = -\frac{1}{x^2}$
- כלל גזירה מס' 7 (מכפלה):  $f(x) = u \cdot v \Rightarrow f'(x) = u'v + v'u$
- כלל גזירה מס' 8 (מנה):  $f(x) = \frac{u}{v} \Rightarrow f'(x) = \frac{u'v - uv'}{v^2}$
- כלל גזירה מס' 9 (שורש):  $f(x) = \sqrt{x} \Rightarrow f'(x) = \frac{1}{2\sqrt{x}}$

### שאלות:

#### (1) גזור את הפונקציות הבאות:

- |                             |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| א. $f(x) = x^3$             | ב. $f(x) = x^7$             | ג. $f(x) = x^2$             |
| ד. $f(x) = x$               | ה. $f(x) = x^{-3}$          | ו. $f(x) = x^{-1}$          |
| ז. $f(x) = x^{\frac{1}{2}}$ | ח. $f(x) = x^{\frac{1}{3}}$ | ט. $f(x) = x^{\frac{3}{4}}$ |

#### (2) גזור את הפונקציות הבאות:

- |                           |                              |                                       |
|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| א. $f(x) = 2x^3$          | ב. $f(x) = 3x^7$             | ג. $f(x) = \frac{1}{2}x^4$            |
| ד. $f(x) = \frac{x^6}{7}$ | ה. $f(x) = 8x$               | ו. $f(x) = 3x^{-2}$                   |
| ז. $f(x) = \frac{4}{x}$   | ח. $f(x) = 6x^{\frac{1}{2}}$ | ט. $f(x) = \frac{x^{\frac{2}{3}}}{3}$ |

(3) גזור את הפונקציות הבאות:

$$\text{א. } f(x) = 12 \quad \text{ב. } f(x) = \frac{7}{8}$$

(4) גזור את הפונקציות הבאות:

$$\text{א. } f(x) = x^3 + 2x^2 - 3x + 5 \quad \text{ב. } f(x) = \frac{1}{4}x^4 - \frac{x^3}{6} + \frac{3x}{4} - \frac{2}{5}$$

$$\text{ג. } f(x) = 7x^2 + 23x - 6 \quad \text{ד. } f(x) = 6x^2 + 8x + 4$$

$$\text{ה. } f(x) = \frac{1}{2}x^2 - x^3 \quad \text{ו. } f(x) = \frac{x^4}{8} + 67$$

(5) גזור את הפונקציות הבאות:

$$\text{א. } f(x) = (5x - 2)^3 \quad \text{ב. } f(x) = (x^3 + 6)^5 \quad \text{ג. } f(x) = 3(x - x^2)^2$$

$$\text{ד. } f(x) = \frac{(5-x)^3}{4} \quad \text{ה. } f(x) = \frac{2(x+1)^4}{3}$$

(6) גזור את הפונקציות הבאות:

$$\text{א. } f(x) = \frac{3}{x} \quad \text{ב. } f(x) = -\frac{2}{x} \quad \text{ג. } f(x) = \frac{1}{x^2}$$

$$\text{ד. } f(x) = \frac{3}{x^3} \quad \text{ה. } f(x) = \frac{1}{x^2 - 3x} \quad \text{ו. } f(x) = \frac{2}{3-x}$$

$$\text{ז. } f(x) = \frac{6}{x+5}$$

(7) גזור את הפונקציות הבאות:

$$\text{א. } f(x) = (5x+1)(x-3) \quad \text{ב. } f(x) = (5x+1)^3(x-3)$$

$$\text{ג. } f(x) = x^3(6-x)^4 \quad \text{ד. } f(x) = 3x^2 \cdot x$$

$$\text{ה. } f(x) = x^2 \cdot x^3 \quad \text{ו. } f(x) = x(3x+7)$$

$$\text{ז. } f(x) = 3x^3(3x-1) \quad \text{ח. } f(x) = (x-2)(2x^2+3)$$

$$\text{ט. } f(x) = (3x-2)(x^2+10x) \quad \text{י. } f(x) = (3x^4-4x)(2x^2+5x+2)$$

$$\text{יא. } f(x) = x(x-2)(3x-4)$$

(8) גזור את הפונקציות הבאות :

$$\begin{array}{ll} \text{א. } f(x) = (x^2 - 4)^2 & \text{ב. } f(x) = 2x^3(3x + 5)^2 \\ \text{ג. } f(x) = (x^3 + 2)^2(x - 1)^3 & \text{ד. } f(x) = (x^2 + 1)^3(2x - 1)^2 \end{array}$$

(9) גזור את הפונקציות הבאות :

$$\begin{array}{lll} \text{א. } f(x) = \frac{3x - 1}{1 + 2x} & \text{ב. } f(x) = \frac{x^2 + 1}{5x - 12} & \text{ג. } f(x) = \frac{x^2 - 1}{x^2 + 3} \\ \text{ד. } f(x) = \frac{x^2 + 8}{x - 1} & \text{ה. } f(x) = \frac{1}{x} & \text{ו. } f(x) = \frac{3}{x^3} \\ \text{ז. } f(x) = \frac{(x - 1)^2}{x + 1} & \text{ח. } f(x) = \frac{(x^2 + 3)^2}{x^2 - 2} & \text{ט. } f(x) = \frac{x^3 - x^2}{2(1 - x)} \\ \text{י. } f(x) = \frac{x - 2}{x^2 - 4} \end{array}$$

(10) גזור את הפונקציות הבאות :

$$\begin{array}{lll} \text{א. } f(x) = \sqrt{x} & \text{ב. } f(x) = 4\sqrt{x + 1} & \text{ג. } f(x) = \sqrt{x^3 - 1} \\ \text{ד. } f(x) = (3x + 1)\sqrt{x} & \text{ה. } f(x) = x^2\sqrt{x + 3} & \text{ו. } f(x) = \frac{x + 3}{\sqrt{x}} \end{array}$$

(11) גזור את הפונקציות הבאות :

$$\begin{array}{ll} \text{א. } f(x) = \sqrt{x + 1} & \text{ב. } f(x) = \sqrt{2x} \\ \text{ג. } f(x) = \sqrt{3x^2 + 1} & \text{ד. } f(x) = \sqrt{10 - 3x} \\ \text{ה. } f(x) = \sqrt{2x^2 + 7x} & \text{ו. } f(x) = 3x^2 - 8\sqrt{x} \\ \text{ז. } f(x) = x^2\sqrt{1 - 2x} & \text{ח. } f(x) = \frac{\sqrt{x}}{x} \\ \text{ט. } f(x) = \frac{x\sqrt{x^2 + 4}}{2} & \text{י. } f(x) = \frac{x + 3}{\sqrt{1 - x^2}} \\ \text{יא. } f(x) = \frac{2x^3 - x^2 + x - 5\sqrt{x}}{x\sqrt{x}} & \text{יב. } f(x) = \sqrt{\frac{3 - x}{x}} \\ \text{יג. } f(x) = \sqrt{\frac{1 + x^2}{1 - x}} & \text{יד. } f(x) = \frac{x^2 + 7}{\sqrt{x^2 - 5}} \end{array}$$

$$f(x) = \frac{\sqrt{x+1}}{x-1} \quad \text{טז.}$$

$$f(x) = \frac{\sqrt{x}}{x-1} \quad \text{טו.}$$

**(12) גזור את הפונקציות הבאות:**

$$f(x) = \frac{x-2a}{x-4a} \quad \text{ג.}$$

$$f(x) = \frac{ax^2}{3} - \frac{x}{b} + c \quad \text{ב.}$$

$$f(x) = ax^4 - bx \quad \text{א.}$$

$$f(x) = a\sqrt{bx^2 + c} \quad \text{ד.}$$

**(13) גזור פעמיים את הפונקציות הבאות:**

$$f(x) = \frac{x^2 - 5x + 6}{2x + 10} \quad \text{ב.}$$

$$f(x) = \frac{x^2 + 2x + 4}{2x} \quad \text{א.}$$

$$f(x) = \frac{x^3}{x^2 - 4} \quad \text{ד.}$$

$$f(x) = \frac{2x^2}{(x+1)^2} \quad \text{ג.}$$

$$f(x) = \left( \frac{x+1}{x-1} \right)^3 \quad \text{ו.}$$

$$f(x) = \frac{x^3}{(x+1)^2} \quad \text{ה.}$$

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $3x^2$  ב.  $7x^6$  ג.  $2x$  ד. 1 ה.  $-\frac{3}{x^4}$  ו.  $-\frac{1}{x^2}$
- ז.  $\frac{1}{2\sqrt{x}}$  ח.  $\frac{1}{3\sqrt[3]{x^2}}$  ט.  $\frac{3}{4\sqrt[4]{x}}$
- (2) א.  $6x^2$  ב.  $21x^6$  ג.  $2x^3$  ד.  $\frac{6x^5}{7}$  ה. 8
- ו.  $-\frac{6}{x^3}$  ז.  $-\frac{4}{x^2}$  ח.  $\frac{3}{\sqrt{x}}$  ט.  $\frac{2}{9\sqrt[3]{x}}$
- (3) א. 0 ב. 0
- (4) א.  $3x^2 + 4x - 3$  ב.  $x^3 - \frac{x^2}{2} + \frac{3}{4}$  ג.  $14x + 23$  ד.  $12x + 8$  ה.  $x - 3x^2$  ו.  $0.5x^3$
- (5) א.  $15(5x - 2)^2$  ב.  $15x^2(x^3 + 6)^4$  ג.  $6(x - x^2)(1 - 2x)$
- ד.  $-\frac{3}{4}(5 - x)^2$  ה.  $\frac{8(x+1)^3}{3}$
- (6) א.  $-\frac{3}{x^2}$  ב.  $\frac{2}{x^2}$  ג.  $-\frac{2}{x^3}$  ד.  $-\frac{9}{x^4}$  ה.  $-\frac{2x-3}{(x^2-3x)^2}$
- ו.  $\frac{2}{(3-x)^2}$  ז.  $-\frac{6}{(x+5)^2}$
- (7) א.  $10x - 14$  ב.  $(5x+1)^2(20x-44)$  ג.  $x^2(6-x)^3(18-7x)$
- ד.  $9x^2$  ה.  $5x^4$  ו.  $6x+7$  ז.  $36x^3 - 9x^2$  ח.  $6x^2 - 8x + 3$
- ט.  $9x^2 + 56x - 20$  י.  $36x^5 + 75x^4 + 24x^3 - 24x^2 - 40x - 8$  יא.  $9x^2 - 20x + 8$
- (8) א.  $4x(x^2 - 4)$  ב.  $30x^2(x+1)(3x+5)$  ג.  $3(x-1)^2(x^3+2)(3x^3-2x^2+2)$
- ד.  $2(2x-1)(x^2+1)^2(8x^2-3x+2)$
- (9) א.  $\frac{5}{(1+2x)^2}$  ב.  $\frac{5x^2-24x-5}{(5x-12)^2}$  ג.  $\frac{8x}{(x^2+3)^2}$  ד.  $\frac{(x-4)(x+2)}{(x-1)^2}$
- ה.  $-\frac{1}{x^2}$  ו.  $-\frac{9}{x^4}$  ז.  $\frac{x^2+2x-3}{(x+1)^2}$
- ח.  $\frac{2x(x^2+3)(x^2-7)}{(x^2-2)^2}$  ט.  $-x$  י.  $-\frac{1}{(x+2)^2}$

$$(10) \quad \text{א. } \frac{1}{2\sqrt{x}} \quad \text{ב. } \frac{2}{\sqrt{x+1}} \quad \text{ג. } \frac{3x^2}{2\sqrt{x^3-1}} \quad \text{ד. } \frac{9x+1}{2\sqrt{x}} \quad \text{ה. } \frac{x(5x+12)}{2\sqrt{x+3}}$$

$$\text{ו. } \frac{x-3}{2x\sqrt{x}}$$

$$(11) \quad \text{א. } \frac{1}{2\sqrt{x+1}} \quad \text{ב. } \frac{1}{\sqrt{2x}} \quad \text{ג. } \frac{3x}{\sqrt{3x^2+1}} \quad \text{ד. } -\frac{3}{2\sqrt{10-3x}} \quad \text{ה. } \frac{4x+7}{2\sqrt{2x^2+7x}}$$

$$\text{ו. } 6x - \frac{4}{\sqrt{x}} \quad \text{ז. } \frac{2x-5x^2}{\sqrt{1-2x}} \quad \text{ח. } -\frac{1}{2x\sqrt{x}} \quad \text{ט. } \frac{x^2+2}{\sqrt{x^2+4}} \quad \text{י. } \frac{1-3x}{(1-x^2)^{1.5}}$$

$$\text{יא. } 3\sqrt{x} - \frac{1}{2\sqrt{x}} - \frac{1}{2x\sqrt{x}} + \frac{5}{x^2} \quad \text{יב. } -\frac{3}{2x\sqrt{3x-x^2}} \quad \text{יג. } \frac{-x^2+2x+1}{2(1-x)^{1.5}\sqrt{1+x^2}}$$

$$\text{יד. } \frac{x^3-17x}{(x^2-5)^{1.5}} \quad \text{טו. } -\frac{x+1}{2\sqrt{x}(x-1)^2} \quad \text{טז. } -\frac{x+3}{2(x-1)^2\sqrt{x+1}}$$

$$(12) \quad \text{א. } 4ax^3 - b \quad \text{ב. } \frac{2ax}{3} - \frac{1}{b} \quad \text{ג. } \frac{-2a}{(x-4a)^2} \quad \text{ד. } \frac{abx}{\sqrt{bx^2+c}}$$

$$(13) \quad \text{א. } f'(x) = \frac{2x^2-8}{4x^2}, f''(x) = \frac{4}{x^3}$$

$$\text{ב. } f'(x) = \frac{2x^2+20x-62}{(2x+10)^2}, f''(x) = \frac{448}{(2x+10)^3}$$

$$\text{ג. } f'(x) = \frac{4x}{(x+1)^3}, f''(x) = \frac{4(1-2x)}{(x+1)^4}$$

$$\text{ד. } f'(x) = \frac{x^2(x^2-12)}{(x^2-4)^2}, f''(x) = \frac{8x(x^2+12)}{(x^2-4)^3}$$

$$\text{ה. } f'(x) = \frac{x^2(x+3)}{(x+1)^3}, f''(x) = \frac{6x}{(x+1)^4}$$

$$\text{ו. } f'(x) = -\frac{6(x+1)^2}{(x-1)^4}, f''(x) = \frac{12(x+1)(x+3)}{(x-1)^5}$$

## מציאת שיפוע המשיק לגרף הפונקציה:

### שאלות:

(14) מצא את שיפוע הפונקציה  $f(x) = 2x^3 - 7x$  בנקודה  $(2, 2)$ .

(15) מצא את שיפוע הפונקציה  $f(x) = \frac{1}{x^2 - 3}$  בנקודה בה  $x = -2$ .

(16) מצא את שיפוע המשיק לפונקציה  $f(x) = 4\sqrt{x}$  בנקודה בה  $x = 1$ .

### תשובות סופיות:

$$m = 17 \quad (14)$$

$$m = 4 \quad (15)$$

$$m = 2 \quad (16)$$

## מציאת משוואת המשיק לגרף הפונקציה:

### שאלות:

(17) מצא את משוואת המשיק לפונקציה  $f(x) = 2(4x+3)^3$  בנקודה בה  $x = -1$ .

(18) מצא את משוואת המשיק לפונקציה  $f(x) = \frac{8}{x+1}$  בנקודה בה  $y = 2$ .

(19) מצא את משוואות המשיקים לפונקציה  $f(x) = x^2 - 2x - 8$  בנקודות החיתוך שלה עם ציר ה- $x$ .

(20) מצא את משוואת המשיק לפונקציה  $f(x) = x^4 - 2x$  ששיפועו 2.

(21) מצא את משוואת המשיק לפונקציה  $f(x) = \frac{x^3 + 3x - 1}{x^2 - 2}$  בנקודה שבה  $x = 1$ .

(22) נתון כי הישר  $2y - 3x = 3$  משיק לגרף הפונקציה  $f(x) = 3\sqrt{x}$ . מצא את נקודת ההשקה.

(23) מצא את משוואת המשיק לפונקציה  $f(x) = \frac{1}{x} + \sqrt{x}$  בנקודה בה  $x = 1$ .

(24) מצא את משוואת המשיק לפונקציה  $f(x) = 3x^2 - 8\sqrt{x}$  בנקודה בה  $x = 4$ .

(25) נתונה הפונקציה הבאה  $f(x) = 4x - 2\sqrt{x}$ .

א. מצא את משוואת המשיק לגרף הפונקציה המקביל לישר  $f(x) = 3x - \frac{1}{2}$ .

ב. מצא את נקודת החיתוך של המשיק עם ציר ה- $x$ .

(26) מצא את משוואת המשיק לפונקציה  $f(x) = \frac{4}{\sqrt{x}-1}$  ששיפועו -2.

(27) מצא את משוואות המשיק לפונקציה  $f(x) = \frac{x-3}{\sqrt{x^2-x+2}}$  בנקודה שבה  $x=2$ .

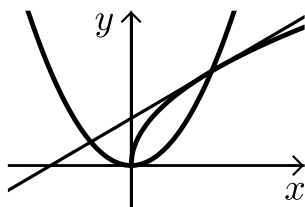
(28) מצא את משוואות המשיקים לפונקציה  $f(x) = \frac{1}{3x^3}$  היוצרים עם הכיוון החיובי של ציר ה- $x$  זווית של  $135^\circ$ .

(29) מצא את משוואות המשיקים המשותפים לפונקציות הבאות:  $y = x^2$ ,  $y = -\frac{1}{4}x^2 - 5$ .

(30) נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{\sqrt{x^2+3}}{x}$  ונתון הישר:  $y = 2x$ .

- מצא את נקודת החיתוך של הפונקציה והישר הנמצאת ברביע הראשון.
- מצא את משוואות המשיק לגרף הפונקציה בנקודה שמצאת בסעיף הקודם.
- חשב את השטח שנוצר בין המשיק והצירים.

(31) באיור שלפניך מתוארים הגרפים של הפונקציות:  $f(x) = \sqrt{x}$ ,  $g(x) = x^2$ .



- מצא את נקודות החיתוך של הגרפים.
- מצא את משוואת המשיק לגרף הפונקציה  $f(x)$  העובר דרך נקודת החיתוך שמצאת הנמצאת ברביע הראשון.
- מצא את נקודת החיתוך הנוספת של המשיק שמצאת עם גרף הפונקציה  $g(x)$ .

**תשובות סופיות:**

$$y = 24x + 22 \quad (17)$$

$$y = -\frac{1}{2}x + 3\frac{1}{2} \quad (18)$$

$$y = 6x - 24, y = -6x - 12 \quad (19)$$

$$y = 2x - 3 \quad (20)$$

$$y = -12x + 9 \quad (21)$$

$$(1, 3) \quad (22)$$

$$y = -\frac{1}{2}x + 2\frac{1}{2} \quad (23)$$

$$y = 22x - 56 \quad (24)$$

$$\left(\frac{1}{3}, 0\right) \text{ ב. } y = 3x - 1 \text{ א. } (25)$$

$$y = -2x + 8 \quad (26)$$

$$y = \frac{11}{16}x - \frac{15}{8} \quad (27)$$

$$y = -x + 1\frac{1}{3}, y = -x - 1\frac{1}{3} \quad (28)$$

$$y = 2x - 1, y = -2x - 1 \quad (29)$$

$$S = 4\frac{1}{12} \text{ ג.}$$

$$y = -1.5x + 3.5 \text{ ב. } (1, 2) \text{ א. } (30)$$

$$(-0.5, 0.25) \text{ ג.}$$

$$y = 0.5x + 0.5 \text{ ב. } (0, 0), (1, 1) \text{ א. } (31)$$

## שאלות עם פרמטרים:

### שאלות:

(32) שיפוע המשיק לפונקציה  $f(x) = ax^2 - 4x$  בנקודה שבה  $x = 3$  הוא 8. מצא את ערכו של הפרמטר  $a$  ואת משוואת המשיק.

(33) נתונה הפונקציה  $f(x) = \sqrt{ax}$ ,  $(a > 0)$ .

המשיק לפונקציה בנקודה שבה  $x = \frac{1}{2}$  הוא בעל שיפוע 1. מצא את ערך הפרמטר  $a$ .

(34) נתונה הפונקציה:  $y = x^3 + a\sqrt{x}$  ( $a$  פרמטר).

שיפוע המשיק לגרף הפונקציה בנקודה שבה  $x = 1$  הוא 5. מצא את ערך הפרמטר  $a$ .

(35) נתונה הפונקציה:  $y = 2\sqrt{x} - \frac{A}{x}$  ( $A$  פרמטר).

שיפוע המשיק לגרף הפונקציה בנקודה שבה  $x = 1$  הוא 2. מצא את ערך הפרמטר  $A$ .

(36) הישר  $y = 4x + b$  משיק לגרף הפונקציה  $f(x) = \frac{2}{x^2} + 3$ .

מצא את  $b$  ואת נקודת ההשקה.

(37) שיפוע המשיק לפונקציה  $f(x) = \frac{2}{ax+3}$  בנקודה שבה  $y = 2$  הוא -4.

מצא את ערכו של הפרמטר  $a$  ואת משוואת המשיק.

(38) הישר  $y = ax + \frac{1}{2}$  משיק לגרף הפונקציה  $g(x) = \frac{2}{x+c}$  בנקודה  $x = 0$ .

מצא את ערכי הפרמטרים  $a$  ו- $c$ .

(39) הישר  $y = 3x$  משיק לגרף הפונקציה  $f(x) = x\sqrt{x} + b$ .

מצא את  $b$  ואת נקודת ההשקה.

(40) שיפוע המשיק לפונקציה  $f(x) = \frac{a}{\sqrt{bx-1}}$  בנקודה (1, 6) הוא -6.

מצא את ערכי הפרמטרים  $a$  ו- $b$  ואת משוואת המשיק.

(41) לאילו ערכי  $k$  ישיק הישר  $y = -5x + 6$  לגרף הפונקציה  $f(x) = x^3 - 2x^2 - 4x + k$ ?  
לכל ערך כזה של  $k$  מצא את נקודת ההשקה.

(42) הפונקציות  $y = \frac{1}{x}$  ו- $y = -\frac{1}{2}x^2 + k$  משיקות זו לזו.  
מצא את  $k$  ואת נקודת ההשקה.

### תשובות סופיות:

$$a = 2, y = 8x - 18 \quad (32)$$

$$a = 2 \quad (33)$$

$$a = 4 \quad (34)$$

$$A = 1 \quad (35)$$

$$(-1, 5), y = 4x + 9 \quad (36)$$

$$a = 2, y = -4x - 2 \quad (37)$$

$$a = -\frac{1}{8}, c = 4 \quad (38)$$

$$b = 4, (4, 12) \quad (39)$$

$$b = 2, a = 6, y = -6x + 12 \quad (40)$$

$$k = \frac{158}{27} : \left(\frac{1}{3}, \frac{13}{3}\right) \text{ או } k = 6 : (1, 1) \quad (41)$$

$$(1, 1), k = 1.5 \quad (42)$$

## שאלות העוסקות במציאת משוואת משיק מנקודה חיצונית:

### שאלות:

(43) ענה על הסעיפים הבאים:

- א. בטא באמצעות  $t$  את משוואת המשיק לפונקציה  $f(x) = x^2 + 1$  בנקודה שבה  $x = t$ .
- ב. מצא את ערכיו של  $t$  אם נתון שהמשיק עובר בנקודה  $(-1, 1)$ .

(44) מצא את משוואות המשיקים לגרף הפונקציה:  $f(x) = 5x - x^2$  העוברים דרך הנקודה  $(3, 7)$ .

(45) מצא את משוואות המשיקים לגרף הפונקציה:  $f(x) = x^2 + 5x - 6$  העוברים דרך הנקודה  $(0, -10)$ .

(46) מצא את משוואות המשיקים לגרף הפונקציה:  $f(x) = 12x - x^3$  העוברים דרך הנקודה  $(2, 24)$ .

(47) מצא את משוואת המשיק לפונקציה  $f(x) = \frac{1}{\sqrt{x}}$  העובר בנקודה  $(3, 0)$ .

(48) מצא משוואת המשיק לפונקציה:  $f(x) = \frac{1}{\sqrt{x}}$  אם ידוע ששטח המשולש שהוא יוצר עם הצירים הוא 4.5 יחידות שטח.

(49) מצא את משוואות המשיקים לגרף הפונקציה:  $f(x) = \frac{2}{\sqrt{x-2}}$  העוברים דרך הנקודה  $(2, 3)$ .

## תשובות סופיות:

ב.  $t = 0, -2$ . (43)  $y = 2tx - t^2 + 1$  א.

(44)  $y = x + 4$ ,  $y = -3x + 16$

(45)  $y = 9x - 10$ ,  $y = x - 10$

(46)  $y = 12x$ ,  $y = -15x + 54$

(47)  $y = -\frac{1}{2}x + 1\frac{1}{2}$

(48)  $y = -\frac{1}{16}x + \frac{3}{4}$

(49)  $y = -x + 5$

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

פרק 13 - אי שוויונים אלגבריים

תוכן העניינים

|     |                                      |
|-----|--------------------------------------|
| 114 | 1. אי שוויונים ממעלה ראשונה          |
| 116 | 2. אי שוויונים ממעלה שנייה           |
| 117 | 3. אי שוויונים ממעלה שלישית          |
| 118 | 4. אי שוויונים עם מנה                |
| 120 | 5. אי שוויונים כפולים מערכות וגם ואו |
| 121 | 6. שאלות מסכמות                      |
| 123 | 7. אי שוויונים עם שורשים             |
| 125 | 8. מציאת תחום הגדרה                  |
| 127 | 9. אי שוויונים עם ערך מוחלט          |

## אי-שוויונים ממעלה ראשונה:

### סיכום כללי:

#### פעולות המותרות לביצוע בפתרון אי-שוויון:

- לחבר או לחסר כל מספר או ביטוי.
- לכפול או לחלק בכל מספר או ביטוי חיובי.
- לכפול או לחלק בכל מספר או ביטוי שלילי תוך הפיכת סימן אי-השוויון.
- להעלות בחזקה אי זוגית.
- להעלות בחזקה זוגית אם שני אגפי אי-השוויון אינם שליליים.

#### פעולות אסורות לביצוע בפתרון אי-שוויון:

- לכפול או לחלק בביטוי שלא יודעים את סימנו.
- להעלות בחזקה זוגית כשיש אגף שלילי.

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

$$45x - 26 > 109 \quad (1) \qquad 6x > 2(3x - 1) \quad (2)$$

$$2(x - 5) \geq \frac{1}{2}(4x + 6) \quad (3) \qquad (x - 2)^2 + 4 < (x + 2)^2 + 20 \quad (4)$$

$$\frac{8x - 4}{2} < \frac{9(x + 1)}{3} \quad (5) \qquad 4(6x - 8) < 8(3x - 4) \quad (6)$$

$$\frac{x - 6}{3} - \frac{x - 4}{4} \geq 12 - x \quad (7) \qquad \frac{7 - x}{10} - \frac{3x - 1}{5} + \frac{x + 4}{3} < 7 \quad (8)$$

**תשובות סופיות:**

**(1)**  $x > 3$

**(2)** כל  $x$

**(3)** אף  $x$

**(4)**  $x > -2$

**(5)**  $x < 5$

**(6)** אף  $x$

**(7)**  $x \geq 12$

**(8)**  $x > -13$

## אי-שוויונים ממעלה שנייה:

### סיכום כללי:

אי שוויון ריבועי הוא מהצורה:  $ax^2 + bx + c \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 0$  כאשר  $a \neq 0$ .

כדי לפתור אי שוויון ריבועי יש למצוא את נקודות האפס של הביטוי הריבועי ולאחר מכן למצוא את תחום ההצבה עבורו הביטוי מקיים את אי השוויון עצמו.

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

- |                               |                                        |
|-------------------------------|----------------------------------------|
| $x^2 - 12x > -32$ (2)         | $x^2 < 144$ (1)                        |
| $(x+2)(x+4) < 35$ (4)         | $(x+2)(x+5) < 0$ (3)                   |
| $(x-3)(x-7) \geq 8x - 56$ (6) | $-x^2 + 13x + 30 < 0$ (5)              |
| $(5x+6)^2 \leq 4(x-3)^2$ (8)  | $(x-5)^2 + x(x+2) < 89$ (7)            |
| $x^2 - 10x + 25 > 0$ (10)     | $-3x^2 + 12x > 0$ (9)                  |
| $2x^2 + 2x + 24 \geq 0$ (12)  | $(x-3)^2 > (x-1)(x+6) - x^2 - 3x$ (11) |

### תשובות סופיות:

- |                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| $x < 4, x > 8$ (2)        | $-12 < x < 12$ (1)   |
| $-9 < x < 3$ (4)          | $-5 < x < -2$ (3)    |
| $x \leq 7, x \geq 11$ (6) | $x < -2, x > 15$ (5) |
| $-4 \leq x \leq 0$ (8)    | $-4 < x < 8$ (7)     |
| $x > 5, x < 5$ (10)       | $0 < x < 4$ (9)      |
| $x$ כל (12)               | $x < 3, x > 5$ (11)  |

## אי-שוויונים ממעלה שלישית:

### סיכום כללי:

אי שוויונים ממעלה גבוהה מיוחסים לכאלה שניתן לכתוב אותם בצורה של פולינומים, כגון:  $x^3 - 4x^2 + 4x + 1 > 0$ ,  $x^4 + 2x^2 + 1 < 0$  וכו'. בפועל נפתור אותם ע"י פירוק לגורמים ומציאת נקודות האפס של כל גורם. לאחר מכן נבדוק את כל אחד מתחומי המספרים המתקבלים עבור הנעלם ונראה באלו מהם מתקבל פסוק אמת.

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

- |                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| $x(x^2 + x + 1) > 0$ (2)             | $(x-1)(x-2)(x-3) > 0$ (1)          |
| $x^3 - 25x \geq 0$ (4)               | $(-2x^2 - 3x + 2)(x+1) \leq 0$ (3) |
| $(x^2 + 8x + 20)(3x - 5) \leq 0$ (6) | $(x^2 + 3x + 5)(x - 2) > 0$ (5)    |
| $x^3 - 6x^2 + 9x \leq 0$ (8)         | $(x^2 - x - 6)(x - 1) < 0$ (7)     |
| $(x-2)(x-4)(x-1) < 0$ (10)           | $(x^2 + 6)(x+3) > 0$ (9)           |

### תשובות סופיות:

- |                                  |                                             |
|----------------------------------|---------------------------------------------|
| $x > 0$ (2)                      | $1 < x < 2, x > 3$ (1)                      |
| $-5 \leq x \leq 0, x \geq 5$ (4) | $-2 \leq x \leq -1, x \geq \frac{1}{2}$ (3) |
| $x \leq 1\frac{2}{3}$ (6)        | $x > 2$ (5)                                 |
| $x \leq 0, x = 3$ (8)            | $x < -2, 1 < x < 3$ (7)                     |
| $x < 1, 2 < x < 4$ (10)          | $x > -3$ (9)                                |

## אי-שוויונים עם מנה:

### סיכום כללי:

אי שוויון מהצורה:  $\frac{f(x)}{g(x)} > 0$  או  $\frac{f(x)}{g(x)} < 0$  נקרא אי-שוויון עם מנה, בו  $f(x)$

ו- $g(x)$  הם פולינומים כלשהם.

למשל:  $\frac{2x+4}{x^2-3x+4} < 0$  בו:  $f(x) = 2x+4$  ו- $g(x) = x^2-3x+4$ .

כדי לפתור אי שוויון עם מנה נמצא את נקודות האפס של  $f(x)$  ושל  $g(x)$  ונציב מספרים בתחומים המתקבלים. אלו שיתנו פסוק אמת יהוו את פתרון אי השוויון.

### הערות:

- ניתן לבצע כפל של המכנה בריבוע בכדי להעביר את אי השוויון לצורה של מכפלות.
- ניתן להעביר אי שוויון המכיל מספר מנות ומספרים שלמים לצורה הנ"ל ע"י פעולות אלגבריות מתאימות תחילה.

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

|                                   |                                         |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|
| $\frac{x-1}{3x+2} \geq -3$ (2)    | $\frac{x-1}{x^2-9} > 0$ (1)             |
| $\frac{x-3}{2x^2-10x+12} > 0$ (4) | $\frac{1}{x^2-16} > 0$ (3)              |
| $\frac{1}{-3(x-1)} < 0$ (6)       | $\frac{2x-1}{x-5} \leq 0$ (5)           |
| $\frac{1}{x^2-5x+6} < 0$ (8)      | $\frac{x-1}{x+2} \leq 1$ (7)            |
| $\frac{1}{x^2-8x+12} \geq 0$ (10) | $\frac{x^2-7x+6}{-x^2+3x-7} \geq 0$ (9) |

**תשובות סופיות:**

$$x < -\frac{2}{3}, x \geq -\frac{1}{2} \quad (2)$$

$$2 < x < 3, x > 3 \quad (4)$$

$$x > 1 \quad (6)$$

$$2 < x < 3 \quad (8)$$

$$x < 2, x > 6 \quad (10)$$

$$-3 < x < 1, x > 3 \quad (1)$$

$$x < -4, x > 4 \quad (3)$$

$$\frac{1}{2} \leq x < 5 \quad (5)$$

$$x > -2 \quad (7)$$

$$1 \leq x \leq 6 \quad (9)$$

## אי-שוויונים כפולים - מערכת וגם:

### סיכום כללי:

אי-שוויון כפול הוא צורה מקוצרת להציג שני אי-שוויונים אשר יש לפתור יחד (קרי: כמערכת 'וגם'). למשל במקום לכתוב:  $a < b$  וגם  $b < c$ , ניתן לכתוב:  $a < b < c$ . מכאן כי כדי לפתור אי שוויון כפול יש לפצל אותו תחילה לשני אי-שוויונים ולפתור כל אחד בנפרד. לאחר מכן יש לקחת את חיתוך הפתרונות.

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

$$0 < \frac{1}{x+4} < 2 \quad (2)$$

$$3 < x+1 < 5 \quad (1)$$

$$0 < \frac{8-3x}{5-2x} < 4 \quad (4)$$

$$-1 < \frac{x-1}{x+1} < 1 \quad (3)$$

$$6 < \frac{2x+10}{3} \leq \frac{7x-20}{5} \quad (6)$$

$$6x-38 \leq x-3 \leq 5x+7 \quad (5)$$

$$\frac{4x+5}{15} > \frac{3x-8}{5} + \frac{9-x}{3} > 11 \quad (8)$$

$$-1 \leq \frac{2x-6}{4} < \frac{x+2}{3} \quad (7)$$

### תשובות סופיות:

$$x > -3\frac{1}{2} \quad (2)$$

$$2 < x < 4 \quad (1)$$

$$x < 2\frac{2}{5}, x > 2\frac{2}{3} \quad (4)$$

$$x > 0 \quad (3)$$

$$x \geq 10 \quad (6)$$

$$-2.5 \leq x \leq 7 \quad (5)$$

$$\emptyset \quad (8)$$

$$1 \leq x < 13 \quad (7)$$

## שאלות מסכמות – אי-שוויונים:

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

$$x \leq -\frac{3}{4} \cap \{-2 < x \leq 5 \cup 0 < x < 8\} \quad (1)$$

$$\frac{(x-3)(x+4)}{2-x} \leq 0 \quad (3) \quad x(x+5) - 3x + 15 \leq 2x - 1 - x(4-x) \quad (2)$$

$$\frac{(2x-3)(x-12)}{(x+1)(4-x)} \geq 0 \quad (5) \quad \frac{(x-5)(3x+1)}{(2-x)(x+7)} < 0 \quad (4)$$

$$\frac{(x-6)^2(x+1)}{x-2} > 0 \quad (7) \quad x(x+3)(2x-5) < 0 \quad (6)$$

$$\frac{x-3}{x^2+2} > 0 \quad (9) \quad \frac{5-2x}{(x-8)^2} \leq 0 \quad (8)$$

$$\frac{x^2-6x+9}{x^3-x} > 0 \quad (11) \quad \frac{x^2-4x}{x^2+2x-3} > 0 \quad (10)$$

$$\frac{x}{x^2-4} + \frac{1}{x+2} < \frac{1}{x-2} \quad (13) \quad \frac{x-7}{x^2+x+3} > 0 \quad (12)$$

$$6 < 5x - x^2 \cap x^2 > 3x + 10 \quad (15) \quad \frac{2x^2}{x^2-6x+8} \geq \frac{x}{x-4} - \frac{x}{x-2} \quad (14)$$

$$1 < \frac{x-1}{x-4} \leq 2 \quad (17) \quad \frac{3}{x-1} - \frac{2}{x} > 0 \cup \frac{1}{x-3} < \frac{1}{1-x} \quad (16)$$

$$(18) \text{ לאלו ערכי } x \text{ נמצאת הפונקציה } f(x) = \frac{x}{x-3} \text{ מעל הפונקציה } g(x) = \frac{x+1}{x+3} ?$$

## תשובות סופיות:

- |                                           |                                      |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| $x \leq -4$ (2)                           | $-2 < x \leq -\frac{3}{4}$ (1)       |
| $x < -7, -\frac{1}{3} < x < 2, x > 5$ (4) | $-4 \leq x < 2, 3 \leq x$ (3)        |
| $x < -3, 0 < x < 2.5$ (6)                 | $-1 < x \leq 1.5, 4 < x \leq 12$ (5) |
| $2.5 \leq x < 8, x > 8$ (8)               | $x < -1, 2 < x < 6, x > 6$ (7)       |
| $x < -3, 0 < x < 1, x > 4$ (10)           | $x > 3$ (9)                          |
| $x > 7$ (12)                              | $-1 < x < 0, 1 < x < 3, x > 3$ (11)  |
| $x \leq 0, 1 \leq x < 2, x > 4$ (14)      | $x < -2, 2 < x < 4$ (13)             |
| $x \neq 1$ (16)                           | $x$ אף $x$ (15)                      |
| $-3 < x < -\frac{3}{5}, x > 3$ (18)       | $x \geq 7$ (17)                      |

## אי שוויונים עם שורשים:

### סיכום כללי:

מקרים בפתרון אי-שוויונות עם שורשים:

| מקרה       | אי השוויון        | פתרון                  |
|------------|-------------------|------------------------|
| $a \geq 0$ | $\sqrt{f(x)} < a$ | $0 \leq f(x) < a^2$    |
| $a < 0$    | $\sqrt{f(x)} < a$ | אין פתרון              |
|            | $\sqrt{f(x)} > a$ | כל $x$ בת.ה. של $f(x)$ |

### שאלות:

פתור את אי השוויונים הבאים:

$$\sqrt{x+3} < 7 \quad (1)$$

$$\sqrt{2x-5} \geq 1 \quad (2)$$

$$\sqrt{2x^2+5x-6} > 2-x \quad (3)$$

$$\sqrt{x^2+x-6} < x-3 \quad (4)$$

$$\sqrt{x^2+3x+2}-1 < \sqrt{x^2-x+1} \quad (5)$$

$$\sqrt{x^2+5x+6}-\sqrt{x^2-x+1} < 1 \quad (6)$$

$$\frac{1-\sqrt{1-4x^2}}{x} > \frac{3}{2} \quad (7)$$

$$\frac{4}{\sqrt{2-x}} - \sqrt{2-x} < 2 \quad (8)$$

$$\sqrt{\frac{1}{x^2}-\frac{3}{4}} < \frac{1}{x}-\frac{1}{2} \quad (9)$$

$$\sqrt{2-\sqrt{3+x}} < \sqrt{4+x} \quad (10)$$

$$\sqrt{x+6} > \sqrt{x+1} + \sqrt{2x-5} \quad (11)$$

$$\sqrt{1+\frac{9}{x}} + 5\sqrt{\frac{x}{x+9}} \geq 4 \quad (12)$$

## תשובות סופיות:

(1)  $-3 \leq x < 46$

(2)  $x \geq 3$

(3)  $x < -10, x > 1$

(4)  $\emptyset$

(5)  $x \leq -2, -1 \leq x < \frac{-1 + \sqrt{13}}{6}$

(6)  $x \leq -3, -2 \leq x < \frac{-13 + \sqrt{73}}{16}$

(7)  $\frac{12}{25} < x \leq \frac{1}{2}$

(8)  $x < 2\sqrt{5} - 4$

(9)  $1 < x \leq \frac{2}{\sqrt{3}}$

(10)  $-\frac{3 + \sqrt{5}}{2} < x \leq 1$  שזה:  $-2.618 < x \leq 1$

(11)  $2.5 \leq x < 3$

(12)  $x < -9, x > 0$

## תחום הגדרה:

### שאלות:

(1) מצא את תחום ההגדרה של הפונקציות הבאות:

$$\text{א. } f(x) = \sqrt{3x-4} \quad \text{ב. } f(x) = \sqrt{x^2-5x-6}$$

$$\text{ג. } f(x) = \sqrt{12x-x^2-x^3} \quad \text{ד. } f(x) = \sqrt{\frac{x+5}{x^2-4}}$$

$$\text{ה. } f(x) = \frac{1}{\sqrt{x+2}-x} \quad \text{ו. } f(x) = \frac{\sqrt{3x^2-2x-1}}{2x-3}$$

(2) מצא את תחום ההגדרה של הפונקציות הבאות:

$$\text{א. } f(x) = \sqrt{\sqrt{x+2}-3} \quad \text{ב. } f(x) = \frac{1}{x+\sqrt{x+6}}$$

$$\text{ג. } f(x) = \sqrt{\frac{2x^2+x-3}{x^2+5x+9}} \quad \text{ד. } f(x) = \frac{\sqrt{x^2+5x+6}}{x-1}$$

(3) תחום ההגדרה של הפונקציה:  $f(x) = \sqrt{ax-x^2-4}$  הוא  $1 \leq x \leq 4$ . מצא את ערכו של הפרמטר  $a$ .

(4) תחום ההגדרה של הפונקציה:  $f(x) = \sqrt{\frac{x+a}{x-a}}$  הוא  $x \leq -2$ ,  $x > 2$ . מצא את ערכו של הפרמטר  $a$ .

(5) נתונה הפונקציה:  $f(x) = \sqrt{\sqrt{x+6}-a}$ ,  $a$  פרמטר חיובי.

א. הבע באמצעות  $a$  את תחום הגדרתה.

ב. מגדירים פונקציה נוספת:  $g(x) = \sqrt{\frac{2x}{x+5}}$ .

ידוע כי תחום ההגדרה של שתי הפונקציות מכסה את כל ציר המספרים. מצא את תחום הערכים האפשרי של הפרמטר  $a$ .

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $x \geq 1\frac{1}{3}$     ב.  $x \leq -1, x \geq 6$     ג.  $x \leq -4, 0 \leq x \leq 3$
- ד.  $-5 \leq x < -2, x > 2$     ה.  $-2 \leq x < 2, x > 2$     ו.  $x \leq -\frac{1}{3}, 1 \leq x < \frac{3}{2}, x > \frac{3}{2}$
- (2) א.  $x \geq 7$     ב.  $-6 \leq x \neq -2$     ג.  $x \leq -1\frac{1}{2}, x \geq 1$
- ד.  $x \leq -3, -2 \leq x \neq 1$
- (3)  $a = 5$
- (4)  $a = 2$
- (5) א.  $x \geq a^2 - 6$     ב.  $0 < a \leq 1$

## אי שוויונים עם ערך מוחלט:

### סיכום כללי:

כללים לפתרון אי שוויון עם ערך מוחלט יחיד:

| מקרה  | $ x  < a$    | $ x  > a$           |
|-------|--------------|---------------------|
| פתרון | $-a < x < a$ | $x < -a \cap x > a$ |

כללים לפתרון אי שוויון עם מספר ערכים מוחלטים:

- נמצא את הנקודות המאפסות כל ביטוי עם ערך מוחלט.
- מחלקים את אי השוויון לתחומים לפי נקודות האפס.
- פותרים את אי השוויון לכל תחום בנפרד.
- כותבים פתרון כללי (מערכת או) לכל התחומים יחדיו.

### שאלות:

(1) פתור את אי-השוויונים הבאים:

- א.  $|x+2| < 3$       ב.  $|2x+1| > 7$   
 ג.  $|6-2x| < x$       ד.  $|2x+1|-3x > 4$

(2) פתור את אי-השוויונים הבאים:

- א.  $1 < |4-3x| < 7$       ב.  $|2x+3| < 8 < |5-x|$

(3) פתור את אי-השוויונים הבאים:

- א.  $|x^2+6x-4| < 12$       ב.  $|x^2+x-10| > 3x-2$   
 ג.  $|x^2-3x| < 4$       ד.  $|6x^2-7x-4| > 1$   
 ה.  $x^2-6|x|+5 \leq 0$       ו.  $x^2-6|x+1|-1 > 0$

(4) פתור את אי-השוויונים הבאים :

ב.  $|x+8| < 11 - |1-3x|$

א.  $|x-3| + |2x+2| > 7$

ד.  $|2x-6| + |x+5| > 14 - |1-x|$

ג.  $|3-2x| - 11 > 4 - |6+x|$

ו.  $|x+3| + |x^2 - 5x + 4| < 19$

ה.  $|5+4x| - |3-x| + \left|4 - \frac{1}{2}x\right| \leq 22$

(5) פתור את אי-השוויונים הבאים :

ב.  $1 \leq \left| \frac{x+2}{x-2} \right| \leq 2$

א.  $\left| \frac{3x-1}{x-2} \right| \geq 3$

ד.  $\left| \frac{x^2 + 3x + 2}{x^2 - 3x + 2} \right| > 5$

ג.  $\frac{|x-6| + 8x}{x-12} \leq 12$

(6) פתור את אי-השוויונים הבאים (ערך מוחלט ושורשים) :

ב.  $2 - \sqrt{1-x} \leq |x+2| - 3$

א.  $\sqrt{x^2 - |x-12|} < x$

ד.  $\frac{|x+2| - |x|}{\sqrt{4-x^3}} > 0$

ג.  $\sqrt{|2x+1| - x - 1} \leq 4 - |3x|$

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $-5 < x < 1$       ב.  $x < -4$  או  $3 < x$   
 ג.  $2 < x < 6$       ד.  $x < -1$
- (2) א.  $1\frac{2}{3} < x < 3\frac{2}{3}$  או  $-1 < x < 1$       ב.  $-5\frac{1}{2} < x < -3$
- (3) א.  $-2 < x < 2$  או  $-8 < x < -4$       ב.  $x < 2$  או  $4 < x$   
 ג.  $-1 < x < 4$       ד.  $x < -\frac{1}{2}$ ,  $-\frac{1}{3} < x < \frac{3}{2}$ ,  $x > \frac{5}{3}$   
 ה.  $-5 \leq x \leq -1$  או  $1 \leq x \leq 5$       ו.  $x < -5$ ,  $x > 7$
- (4) א.  $x < -2$  או  $2 < x$       ב.  $-1 < x < 1$   
 ג.  $x < -6$  או  $4 < x$       ד.  $x < -1$  או  $4 < x$   
 ה.  $-7\frac{3}{7} \leq x \leq 4$       ו.  $-2 < x < 6$
- (5) א.  $\frac{7}{6} \leq x < 2$ ,  $x > 2$       ב.  $0 \leq x \leq \frac{2}{3}$ ,  $x \geq 6$   
 ג.  $x < 12$ ,  $x \geq 46$       ד.  $\frac{1}{2} < x < 1$ ,  $1 < x < 2$ ,  $2 < x \leq 4$
- (6) א.  $x = -1$ ,  $x \geq 3$ ,  $x \neq 12$       ב.  $x \leq \frac{-15 + \sqrt{33}}{2}$   
 ג.  $0 \leq x \leq 1$ ,  $-1 \leq x \leq -\frac{2}{3}$       ד.  $-1 < x < \sqrt[3]{4}$

# סדנת רענון במתמטיקה לתלמידי מדעי החברה 95001

## פרק 14 - בעיות מילוליות

### תוכן העניינים

|     |                                              |
|-----|----------------------------------------------|
| 130 | 1. הקדמה כללית                               |
| 132 | 2. בעיות תנועה בלי אחוזים עם נעלם אחד ושניים |
| 135 | 3. בעיות תנועה עם אחוזים                     |
| 136 | 4. בעיות תנועה עם משפט פיתגורס               |
| 137 | 5. בעיות תנועה - מהירות מושפעת מזרמים        |
| 138 | 6. בעיות תנועה - מהירות ממוצעת               |
| 139 | 7. בעיות תנועה שונות                         |
| 142 | 8. בעיות הספק                                |
| 144 | 9. שאלות שונות                               |
| 152 | 10. בעיות תערובת                             |

## הקדמה כללית:

|              |                                                  |
|--------------|--------------------------------------------------|
| הגדרה:       | אחוז אחד הוא מאית השלם.                          |
| בעיית תנועה: | $\text{זמן} \times \text{מהירות} = \text{דרך}$ . |
| בעיית הספק:  | $\text{הספק} \times \text{זמן} = \text{עבודה}$ . |

### הערות:

- אם לא צוין אחרת, המהירויות בכל שאלה קבועות.
- אם לא צוין אחרת, ההספקים בכל שאלה קבועים.

### שאלות:

- ענה על הסעיפים הבאים :
  - א. כמה הם 20% מ-300?
  - ב. כמה הם 120% מ-300?
  - ג. מהו המספר הגדול מ-300 ב-20%?
- ענה על הסעיפים הבאים :
  - א. חולצה עלתה 240 ₪ והתייקרה ב-30%. מה מחירה כעת?
  - ב. נעליים עלו 450 ₪ והוזלו ב-40%. מה מחירם כעת?
- מכונית נסעה במהירות 80 קמ"ש ואז הורידה את מהירותה ב-20%. מה מהירותה כעת?
- אופנוע נסע במהירות  $x$  והעלה את מהירותו ב-30%. בטא באמצעות  $x$  את מהירותו כעת.
- צינור מילא בריכה בקצב של  $x$  ליטר בשעה. לאחר מכן ירד הספק המילוי שלו ב-20% ולבסוף עלה הספק המילוי שלו ב-30%. בטא באמצעות  $x$  את הספק המילוי שלו כעת.

**תשובות סופיות:**

(1) א. 60 ב. 360 ג. 360

(2) א. 312 ₪ ב. 270 ₪

(3) 64 קמ"ש.

(4)  $1.3x$ (5)  $1.04x$

## בעיות תנועה בלי אחוזים עם נעלם אחד ושניים:

### שאלות:

- (1) מכונית נוסעת מ-A ל-B במהירות של 90 קמ"ש. בדרך חזרה נסעה המכונית במהירות של 60 קמ"ש. בסה"כ נמשכה הנסיעה הלוך וחזור 20 שעות.
  - א. כמה שעות נסעה המכונית לכל כיוון?
  - ב. מהי הדרך שעברה המכונית?
- (2) אוטובוס ומשאית יוצאים בו זמנית משני יישובים A ו-B בהתאמה. מהירות האוטובוס היא 60 קמ"ש ומהירות המשאית היא 80 קמ"ש. האוטובוס הגיע ליישוב B שעה ו-40 דקות מאוחר יותר מהזמן שלקח למשאית להגיע ליישוב A.
  - א. כמה זמן נסע האוטובוס וכמה זמן נסעה המשאית?
  - ב. מהו המרחק בין שתי הערים?
- (3) הולכת רגל יצאה לטיול במהירות מסוימת. לאחר שעה וחצי יצא בעקבותיה מאותו מקום הולך רגל נוסף במהירות הגדולה ממהירותה ב-4.5 קמ"ש. הולך הרגל השיג את הולכת הרגל שעה לאחר שיצא לדרכו.
  - א. מהי מהירות ההליכה של הולכת הרגל?
  - ב. מהו המרחק שעברו עד שנפגשו?
- (4) שני רוכבי אופניים יוצאים בו זמנית מעיר א' לעיר ב'. הרוכב הראשון נוסע במהירות קבועה ומגיע לעיר ב' לאחר 5 שעות. הרוכב השני נוסע במשך השעתיים הראשונות במהירות הקטנה ב-2 קמ"ש ממהירות הרוכב הראשון. לאחר מכן הוא מגביר את מהירותו ב-14 קמ"ש ומגיע לעיר ב' שעה ו-20 דקות לפני הרוכב הראשון.
  - א. באיזו מהירות נסע הרוכב הראשון?
  - ב. איזו דרך עבר הרוכב השני בכל חלק?
- (5) משאית נוסעת מרחק של 245 ק"מ בכל יום במהירות קבועה. יום אחד נסעה המשאית במשך שעתיים וחצי במהירות הרגילה, לאחר מכן עצרה לתדלוק במשך 24 דקות ואז המשיכה בנסיעה במהירות הגדולה ב-70 קמ"ש ממהירותה הקודמת. המשאית הגיעה ליעדה שעה לפני השעה שהיא מגיעה בכל יום.
  - א. באיזו מהירות נוסעת המשאית בכל יום?
  - ב. כמה זמן לוקח למשאית להגיע ליעדה בכל יום?

- (6) רוכב אופניים יצא בשעה 06:00 לרכיבה במהירות 24 קמ"ש. בשעה 07:00 יצא מאותו מקום רוכב אופנוע באותו כיוון ובמהירות של 40 קמ"ש. באיזו שעה ובאיזה מרחק מנקודת היציאה ישיג רוכב האופנוע את רוכב האופניים?
- (7) אוטובוס נוסע מעיר א' לעיר ב' הרחוקה ממנה ב-800 ק"מ. לאחר שעבר האוטובוס 135 ק"מ במהירות קבועה הוא עצר להתרעננות במשך חצי שעה. לאחר מכן המשיך האוטובוס את נסיעתו במהירות הגדולה ב-43 קמ"ש ממהירותו הקודמת עד לעיר ב'. סך כל הזמן שהיה האוטובוס בדרך הוא 7 שעות.  
א. מה הייתה המהירות ההתחלתית של האוטובוס?  
ב. מה היה המרחק שעבר האוטובוס אחרי ההתרעננות עד לעיר ב'?
- (8) המרחק בין ת"א לנצרת הוא 103 ק"מ. בשעה 08:00 יצאה מכונית מנצרת לת"א במהירות 90 קמ"ש. בשעה 08:20 יצאה משאית מת"א לנצרת במהירות 56 קמ"ש. באיזו שעה ייפגשו המכונית והמשאית?
- (9) משאית נסעה מדימונה לאילת, מרחק של 200 ק"מ. 50 דקות אחריה יצאה מכונית מדימונה לאילת במהירות הגבוהה ב-30 קמ"ש והגיעה לאילת 40 דקות לפני המשאית. מצא את מהירות המכונית.

### תשובות סופיות:

- (1) א. 8 שעות הלוך ו-12 שעות חזור      ב. 720 ק"מ.
- (2) א. אוטובוס – 6 שעות ו-40 דקות, משאית – 5 שעות.      ב. 400 ק"מ.
- (3) א. 3 קמ"ש      ב. 7.5 ק"מ.
- (4) א. 12 קמ"ש      ב. 20 ק"מ ו-40 ק"מ.
- (5) א. 50 קמ"ש      ב. 4 שעות ו-54 דקות.
- (6) 30, 8: 60 ק"מ.
- (7) א. 90 קמ"ש      ב. 665 ק"מ.
- (8) 8: 50.
- (9) 80 קמ"ש.

## בעיות תנועה עם אחוזים:

### שאלות:

**10** מכונית נסעה במהירות מסוימת במשך שעתיים. אחר כך העלתה את מהירותה ב-25% ונסעה עוד שעה וחצי. בסך הכול עברה המכונית 310 ק"מ. מה הייתה מהירותה ההתחלתית של המכונית?

**11** מכונית נוסעת מעיר א' לעיר ב' מרחק של 480 ק"מ במהירות קבועה. בדרכה חזרה נסעה המכונית במשך שעה במהירות הקבועה. לאחר מכן עצרה להתרעננות של 36 דקות ואז הגבירה את מהירותה ב-25% ממהירותה הקודמת והגיעה בחזרה לעיר א' 24 דקות פחות מהזמן שלקח לה להגיע לעיר ב'. באיזו מהירות נסעה המכונית מעיר א' לעיר ב'?

**12** רכבת משא ורכבת נוסעים יוצאות מעיר א' לעיר ב' מרחק של 360 ק"מ. מהירות רכבת הנוסעים גדולה ב-20% ממהירות רכבת המשא. רכבת הנוסעים התעכבה 40 דקות בתחנה, ולכן יצאה באיחור מהתחנה של עיר א'. עם זאת היא הגיעה לעיר ב' 20 דקות לפני רכבת המשא.  
א. מה הן המהירויות של שתי הרכבות?  
ב. כמה זמן נסעה רכבת הנוסעים מעיר א' לעיר ב'?

**13** מכונית ומונית נוסעות מנקודה A לנקודה B. המכונית נוסעת במהירות קבועה ומגיעה לנקודה B כעבור 4 שעות. המונית נוסעת במשך 3 שעות המהירות הקטנה ב-10 קמ"ש ממהירות המכונית ולאחר מכן מגבירה את מהירותה ב-50% ומגיעה לנקודה B יחד עם המכונית.  
א. מהי מהירות המכונית?  
ב. מהו המרחק בין נקודה A לנקודה B?

### תשובות סופיות:

**10** 80 קמ"ש.

**11** 80 קמ"ש.

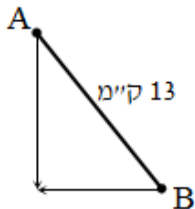
**12** א. 60 קמ"ש, 72 קמ"ש. ב. 5 שעות.

**13** א. 90 קמ"ש. ב. 360 ק"מ.

## בעיות תנועה עם משפט פיתגורס:

### שאלות:

- 14) שתי מכוניות יצאו מהעיר, האחת לכיוון מזרח והשנייה לכיוון צפון. לאחר שלוש שעות המרחק בין שתי המכוניות היה 300 ק"מ. מהירות מכונית אחת גדולה ב-20 קמ"ש ממהירות המכונית השנייה. א. מהן המהירויות של שתי המכוניות? ב. מה היה המרחק של כל מכונית מהעיר לאחר שלוש שעות?



- 15) שני הולכי רגל יוצאים משני יישובים A ו-B המרוחקים זה מזה 13 ק"מ. היישוב A ממוקם בצפון מערב ביחס ליישוב B כמתואר באיור ממול. הולך הרגל מיישוב A הולך דרומה והולך הרגל מיישוב B הולך מערבה. הולך הרגל מיישוב A יוצא שתיים לפני הולך הרגל השני. לאחר שלוש שעות מיציאתו נפגשו שני הולכי הרגל. מהירות הולך הרגל מיישוב B גדולה ב-25% ממהירות הולך הרגל השני. באיזו מהירות הלך כל אחד משני הולכי הרגל?

- 16) רוכב אופנוע יצא מביתו מזרחה במהירות מסוימת ונסע במשך חצי שעה. לאחר מכן, פנה צפונה, הגדיל את מהירותו ב-20% ונסע כך שעה נוספת. לאחר שעה זו פנה חזרה לכיוון ביתו, העלה את מהירותו ל-65 קמ"ש ונסע (בקו ישר) עד שהגיע חזרה לביתו. א. מצא את מהירותו של הרוכב האופנוע ביציאה מביתו אם ידוע שעבר בסך הכול 150 ק"מ. ב. מה הייתה מהירותו הממוצעת של הרוכב האופנוע (בכל חלקי הדרך)?

### תשובות סופיות:

- 14) א. 60 קמ"ש ו-80 קמ"ש. ב. 180 ק"מ ו-240 ק"מ.

- 15) 4 קמ"ש ו-5 קמ"ש.

- 16) א. 50 קמ"ש. ב. 60 קמ"ש.

## בעיות תנועה – מהירות מושפעת מזרמים:

### שאלות:

- 17) סירה שטה בנהר שבו מהירות הזרם היא 3 קמ"ש עם כיוון זרם המים. לאחר חצי שעה החליטו אנשי הסירה לשנות את כיוונם וחזרו במשך שעתיים לנקודת המוצא שלהם. מהירות הסירה במים עומדים קבועה במשך כל השייט.
- א. מצא את מהירות הסירה.
- ב. מהו המרחק הכולל ששטה הסירה?

### תשובות סופיות:

- 17) א. 5 קמ"ש      ב. 8 ק"מ.

## בעיות תנועה – מהירות ממוצעת:

### שאלות:

**18** מכונית נוסעת 3 שעות במהירות קבועה של 140 קמ"ש ולאחר מכן במשך שתיים נוספות במהירות קבועה של 100 קמ"ש.

א. מה סך הדרך שעברה המכונית?

ב. מהי המהירות הממוצעת של המכונית?

**19** מכונית נוסעת 4 שעות במהירות של 130 קמ"ש ולאחר מכן מספר שעות נוספות במהירות של 70 קמ"ש. ידוע כי מהירותה הממוצעת היא 110 קמ"ש. כמה שעות נסעה המכונית במהירות של 70 קמ"ש?

**20** אופנוע עובר מרחק של 200 ק"מ במהירות מסוימת. לאחר מכן מאיץ האופנוע ומגדיל את מהירותו ב-40%. הוא נוסע במהירות זו ועובר מרחק של 280 ק"מ. המהירות הממוצעת של האופנוע היא 96 קמ"ש.

א. כמה זמן נסע האופנוע?

ב. באיזו מהירות התחיל האופנוע את נסיעתו?

### תשובות סופיות:

**18** א. 620 ק"מ. ב. 124 קמ"ש.

**19** שתיים.

**20** א. 5 שעות. ב. 80 קמ"ש.

## בעיות תנועה שונות:

### שאלות:

- (21)** המרחק בין ת"א לקריית שמונה הוא 180 ק"מ. שני רוכבי אופנוע יצאו בו זמנית, האחד מת"א לקריית שמונה והשני מקריית שמונה לת"א. כעבור 45 דקות הרוכבים עדיין לא נפגשו והמרחק ביניהם היה 52.5 ק"מ. רוכב האופנוע שיצא מת"א הגיע ליעדו 15 דקות לפני שהרוכב השני הגיע ליעדו. מצא את מהירויות רוכבי האופנוע.
- (22)** רכבת נוסעת בקו ת"א – ב"ש במשך שעה ורבע. יום אחד, לאחר חצי שעת נסיעה, הייתה תקלה ברכבת והיא נאלצה לעצור ל-10 דקות עד שהתקלה תוקנה. כדי לנסות ולהגיע ליעדה בזמן העלתה את מהירותה ב-10 קמ"ש בהמשך הדרך והגיעה ליעדה באיחור קל של 5 דקות בלבד. מצא את מהירות הרכבת.
- (23)** אדם הולך ברגל מביתו למקום העבודה שלו במהירות מסוימת. יום אחד יצא מביתו מאוחר מאוד ולכן נאלץ להגביר את מהירות ההליכה שלו ב-3 קמ"ש. הוא הגיע לעבודה בזמן והדרך ארכה מחצית מהזמן שבדרך כלל היא אורכת. מצא את מהירות ההליכה של האדם (בשגרה).
- (24)** שני הולכי רגל הולכים זה לקראת זה, האחד מנקודה A לנקודה B והשני מנקודה B לנקודה A הם נפגשים כעבור חצי שעה וממשיכים ליעדם. הולך הרגל הראשון הגיע לנקודה B 25 דקות לפני שהולך הרגל השני הגיע לנקודה A. מצא את היחס בין מהירויות הולכי הרגל.
- (25)** היישובים A ו-B נמצאים על גדת נהר בעל זרם קבוע. יום אחד, יצאה ספינה מיישוב A ליישוב B במהירות מסוימת. שעה לאחר מכן יצאה ספינה שנייה מיישוב B ליישוב A וכעבור שתיים פגשה את הספינה הראשונה. הספינות המשיכו ליעדן וחזרו חזרה ליישוב המוצא באותו יום. למחרת, שוב יצאה הספינה מיישוב A ליישוב B אך במהירות כפולה מביום הקודם. הספינה מיישוב B יצאה גם היא במהירות כפולה לכיוון היישוב A אך הפעם רק חצי שעה אחרי שיצאה הספינה הראשונה. כעבור שעה עוד לא פגשה את הספינה הראשונה אך הייתה במרחק של שני ק"מ ממנה. מצא את עוצמת הזרם אם ידוע שכיוונו מיישוב A ליישוב B.

**(26)** שלושה רוכבי אופנוע יצאו מירושלים לאילת ונסעו דרך עין גדי. המרחק בין עין גדי לאילת הוא 240 ק"מ. שלושת הרוכבים יצאו מירושלים בהפרשי זמן קבועים והגיעו לעין גדי באותו זמן. הרוכב שיצא ראשון הגיע לאילת שעה אחרי שהגיע לשם הרוכב שיצא שני. הרוכב שיצא שלישי הגיע לאילת ומיד פנה חזרה ופגש את הרוכב שיצא ראשון במרחק 80 ק"מ מאילת. מצא את מהירויות רוכבי האופנוע.

**(27)** מכונית ואופנוע יצאו באותו זמן מנקודה A לנקודה B. כשהאופנוע היה באמצע הדרך הייתה המכונית במרחק 16 ק"מ מנקודה B. כשהאופנוע היה במרחק 6 ק"מ מנקודה B המכונית הייתה במרחק 12 ק"מ מנקודה B.

- א. מצא את המרחק בין הנקודה A לנקודה B.  
 ב. פי כמה גדולה מהירות האופנוע ממהירות המכונית?

**(28)** דן ורן עורכים מרוץ לאורך מסלול של 10 ק"מ. מהירותו של דן גדולה ב-5 קמ"ש ממהירותו של רן. שניהם יצאו למרוץ באותו זמן ודן הגיע לקו הסיום יותר מ-20 דקות לפני רן. מהו תחום המספרים בו נמצאת מהירותו של רן?

**(29)** רכבת נוסעת בקו ת"א – ב"ש במשך שעה ורבע. יום אחד, לאחר חצי שעת נסיעה, הייתה תקלה ברכבת והיא נאלצה לעצור ל-10 דקות עד שהתקלה תוקנה. כדי לנסות ולהגיע ליעדה בזמן העלתה את מהירותה ב-10 קמ"ש בהמשך הדרך והגיעה ליעדה באיחור קל שלא עלה על 5 דקות (שים לב – הרכבת הגיעה באיחור, אך איחור זה לא עלה על 5 דקות). מצא את תחום המספרים בו נמצאת מהירות הרכבת.

**(30)** שלושה חברים הלכו מבית הספר לספורטק בהליכה מהירה. מהירותו של הראשון הייתה גדולה ב-8 קמ"ש ממהירותו של השני וב- $m$  קמ"ש ממהירותו של השלישי, לכן, הגיע הראשון  $m$  שעות לפני השני ושעתיים לפני השלישי.

- א. הבע באמצעות  $m$  את מהירותו וזמן הליכתו של החבר הראשון.  
 ב. לאלו ערכים של  $m$  יש לבעיה פתרון?

## תשובות סופיות:

(21) 90 קמ"ש, 80 קמ"ש.

(22) 80 קמ"ש.

(23) 3 קמ"ש.

(24) 1.5.

(25) 4 קמ"ש.

(26) 60 קמ"ש, 80 קמ"ש, 120 קמ"ש.

(27) א. 24 ק"מ ב. 1.5.

(28) 10 קמ"ש  $< x < 0$  קמ"ש.(29) 80 קמ"ש  $< x < 35$  קמ"ש.(30) א.  $t = \frac{2m(8-m)}{m^2-16}$ ,  $v = \frac{8m(m-2)}{m^2-16}$  ב.  $4 < m < 8$ .

## בעיות הספק:

### שאלות:

- (1) טבח הכין פנקייקים בקצב קבוע במשך שעתיים. אחר כך העלה את קצב עבודתו ב-25% והכין פנקייקים עוד שעה וחצי בקצב החדש. בסך הכול הכין הטבח 310 פנקייקים. כמה פנקייקים בשעה הכין הטבח בשעתיים הראשונות לעבודתו?
- (2) צינור ממלא בריכה בקצב קבוע. לאחר שעתיים נפתח צינור נוסף הממלא את הבריכה בקצב של 25% מהצינור הראשון. לאחר עוד שעה וחצי התמלאה הבריכה לאחר שנכנסו אליה בסה"כ 310 ליטר מים. כמה ליטרים לשעה מכניס הצינור הראשון לבריכה?
- (3) צינור א' ממלא בריכה בשלוש שעות. צינור ב' ממלא את אותה בריכה בשעתיים. שני הצינורות נפתחו יחדיו בשעה 10:00. באיזו שעה תהיה הבריכה מלאה?
- (4) קבוצת פועלים סללה כביש. את השליש הראשון של הכביש סללו בקצב של 10 מטר ביום. את השליש השני של הכביש סללו בקצב הגדול ב-15 מטר ביום מהקצב בו סללו את השליש השלישי של הכביש. זמן סלילת השליש הראשון היה שווה לזמן סלילת שאר הכביש. מצא את קצב סלילת השליש האחרון של הכביש.
- (5) למיכל שני ברזים, ברז א' ממלא אותו וברז ב' מרוקן אותו. יום אחד כאשר במיכל היו 20% מנפח הקיבול שלו, פתחו בטעות את שני הברזים בו זמנית והמיכל התרוקן תוך 6 דקות. מצא בכמה זמן ממלא ברז א' לבדו את המיכל כשהוא ריק אם ידוע שזמן זה ארוך ב-5 דקות מהזמן הדרוש לברז ב' לרוקן את המיכל כשהוא מלא.
- (6) שתי קבוצות של חקלאים אספו מלונים משדה. תחילה, עבדה רק הקבוצה המהירה יותר ואספה מלונים משליש מהשדה. אחר כך, עבדה רק הקבוצה האיטית יותר ואספה מלונים מעוד שישית מהשדה. לבסוף, הצטרפה הקבוצה המהירה לעבודה ויחד אספו מלונים במשך 9 ימים נוספים. מתחילת איסוף המלונים ועד סיומו עברו 29 ימים. מצא בכמה ימים יכולה הייתה הקבוצה המהירה לאסוף את המלונים מכל השדה לו עבדה לבדה.

- (7) מורה שברשותו היו מבחני המתמטיקה של כל השכבה, 224 במספר, תכנן לבדוק אותם תוך מספר ימים מסוים. הוא התחיל בעבודתו ואחרי 6 ימי עבודה, קיבל לידי עוד 7 מבחנים שנשכחו בבית הספר וקיבל הודעה כי עליו להחזיר את הבחינות 3 ימים לפני המועד שתכנן. הוא חישב וגילה שכדי לעמוד ביעד עליו לבדוק עוד 11 מבחנים בכל יום. בכמה ימים תכנן המורה לסיים את בדיקת המבחנים?
- (8) למיכל שנפחו 300 ליטר יש שני ברזים: ברז אחד למילוי והשני להרקה. מילוי המיכל (כשהוא ריק) אורך 8 דקות יותר מריקון המיכל (כשהוא מלא). יום אחד, כשהמיכל היה מלא, פתחו בטעות את שני הברזים והמיכל התרוקן בפחות מחצי שעה. באיזה תחום מספרי נמצאת כמות המים הנכנסת למיכל בדקה מברז המילוי?
- (9) שני פועלים תכננו לבצע עבודה מסוימת כך שהראשון יעבוד 8 ימים ואחריו השני יעבוד 6 ימים. אולם, 4 ימים אחרי תחילת העבודה חלה הפועל הראשון והפסיק לעבוד והפועל השני נאלץ לעבוד  $m$  ימים לבדו וגם אז הסתיימה רק 75% מהעבודה.
- א. הבע באמצעות  $m$  את הזמן שבו כל פועל היה מסיים את העבודה לו עבד לבדו.
- ב. לאלו ערכים של  $m$  יש לבעיה פתרון?

### תשובות סופיות:

- (1) 80 פנקייקים.
- (2) 80 ליטרים בשעה.
- (3) 11:12
- (4) 15 מטרים ליום.
- (5) 15 דקות.
- (6) 24 ימים.
- (7) 14 ימים.
- (8) בין 15 ליטרים ל-37.5 ליטרים.
- (9) א.  $4m-12$ ,  $\frac{16(m-3)}{2m-9}$  ב.  $m > 3$

## שאלות שונות:

### שאלות:

#### בעיות תנועה:

- (1) בשעה 8:00 בבוקר יצא הולך רגל מקיבוץ לכיוון חיפה. באותה שעה יצא רוכב קטנוע מחיפה לאותו הקיבוץ. שניהם נעו באותו כביש ומהירויותיהם לא השתנו בזמן התנועה. מהירות רוכב הקטנוע הייתה גדולה ב-12 קמ"ש מזו של הולך הרגל. 50 דקות לאחר השעה 8:00 הולך הרגל ורוכב הקטנוע טרם נפגשו וידוע כי המרחק ביניהם היה 16 ק"מ. 30 דקות לאחר פגישתם הגיע רוכב הקטנוע לקיבוץ. מצא את מהירות הולך הרגל ואת המרחק בין הקיבוץ לעיר חיפה.
- (2) סירת מנוע נעה בין שתי נקודות ציון. הסירה עוברת את המרחק שבין הנקודות הלוך ושוב במשך 14 שעות. המרחק בין שתי נקודות הציון הוא 48 ק"מ. ידוע כי באותו הזמן שעוברת הסירה מרחק של 4 ק"מ עם הזרם היא עוברת רק 3 ק"מ נגד הזרם. מהי מהירות זרם המים בנהר ומהי מהירות הסירה במים עומדים?
- (3) אוטובוס יוצר לדרך שאורכה 500 ק"מ, ומהירותו קבועה. אחרי נסיעה של שעתיים, הקטין נהג האוטובוס את המהירות, ולכן איחר בשעה אחת בדיוק. לו היה נוסע הנהג במהירות הנמוכה לאורך כל הדרך היה מאחר ליעדו בשעה וארבעים דקות. מצא את מהירותו הרגילה של האוטובוס.
- (4) שני רוכבי אופניים יצאו בבת אחת זה לקראת זה ממקומות A ו-B, האחד מ-A ל-B והשני מ-B ל-A. הם נפגשו בדרך וכל אחד מהם המשיך לנוע ליעד בלי להתעכב. רוכב האופניים מ-A הגיע ל-B 4 שעות לאחר הפגישה, ואילו רוכב האופניים מ-B הגיע ל-A 9 שעות לאחר הפגישה. מהירות רוכבי האופניים לא השתנו בשעות התנועה. בכמה שעות עבר כל אחד מרוכבי האופניים את המרחק בין המקומות A ו-B.
- (5) במגרש ספורט מדדו שני ספורטאים את אורכו של מסלול ריצה. כשהם יוצאים משני קצותיו, זה לקראת זה. לאחר שצעדו כל אחד 50 צעדים, נשאר ביניהם מרחק של 17 מטרים. כל צעד של הספורטאי הראשון היה קצר ב-10 ס"מ מצעדו של הספורטאי השני. את המסלול כולו עובר הספורטאי הראשון ב-24 צעדים יותר מאשר הספורטאי השני. הצעדים של כל אחד מהספורטאים לא השתנו באורכם במשך המדידה. מהו אורך מסלול הריצה?

- (6) המרחק מקיבוץ לחיפה הוא 40 ק"מ. בשעה 7 בבוקר יצא טנדר ובו דברי דואר מן הקיבוץ לחיפה. כעבור 20 דקות יצאה אחריו מכונית מן הקיבוץ במהירות של 45 קמ"ש כדי להוסיף את החבילה על דברי הדואר. היא הדביקה את הטנדר וחזרה מיד לקיבוץ. ברגע שעברה את מחצית הדרך ממקום הפגישה עם הטנדר לקיבוץ, הגיע הטנדר לחיפה. מהירות הטנדר ומהירות המכונית לא השתנו בזמן הנסיעה. מצא את מהירות הטנדר.
- (7) שני תיירים יצאו ביחד מ-A ל-B. התייר הראשון לא התעכב בדרכו והגיע ל-B לאחר  $2\frac{1}{4}$  שעות. התייר השני, לאחר שעבר  $\frac{1}{6}$  מהדרך, חזר ל-A שהה שם 15 דקות ואחר-כך הלך ל-B. שני התיירים הגיעו ל-B באותו זמן. התייר השני עבר כל קילומטר 4 דקות פחות מהתייר הראשון. מהירות ההליכה של שני התיירים לא השתנתה בעת ההליכה. מצא את מהירותו (בקמ"ש) של כל אחד מהתיירים.
- (8) על שפת הנהר נמצאות שלוש תחנות של ספינות דיג: A, B ו-C. התחנה B נמצאת בין A ל-C, במרחק 12 ק"מ מ-A. כיוון זרם המים בנהר הוא מ-A ל-C. ספינת דיג שלה מנוע קטן עוברת את הדרך מ-A ל-C ב-4 שעות ואת הדרך מ-C ל-A ב-6 שעות. ספינת הדיג שלה מנוע גדול, שמהירותה גדולה פי 3 ממהירות הספינה עם המנוע הקטן, עוברת את הדרך מ-B ל-C ב-45 דקות. מצא את מהירות זרם המים בנהר.
- (9) שלושה כלי רכב יצאו זה אחר זה בבוקר אחד מתל אביב לאילת. אופנוע יצא בשעה 7:00, מכונית משא ב-8:00 ומונית ב-8:24 (24 דקות אחרי השעה 8:00). מהירויותיהם היו קבועות והן היו סדרה חשבונית. המונית הדביקה את רוכב האופנוע חצי שעה לאחר שהדביקה את מכונית המשא, ומכונית המשא הדביקה את רוכב האופנוע במרחק 180 ק"מ מתל אביב. שלושת כלי הרכב נעו כולם באותו מסלול. מצא את מהירויות כלי הרכב.
- (10) משאית יצאה מתל אביב למחנה צבאי בדרום. אחריה יצא אוטובוס במהירות הגדולה ב-12 קמ"ש ממהירותה, והוא הגיע למחנה באותו הזמן שהיא הגיעה. שעתיים וחצי לפני שהגיעו למחנה, וכשהאוטובוס היה כבר בנסיעה, יצא לקראתם מן המחנה רוכב אופנוע שמהירותו גדולה פי 2 ממהירות המשאית. הוא פגש את המשאית 10 דקות לפני שפגש את האוטובוס. כל כלי הרכב נסעו באותו כביש, ומהירויותיהם לא השתנו בזמן הנסיעה. מצא את מהירותה של המשאית.

**11** המרחק בין עיר A לעיר B הוא 300 ק"מ. משאית יצאה מעיר A ונסעה במהירות קבועה של  $V$  קמ"ש לכיוון עיר B. בדרכה חזרה הגדילה המשאית את מהירותה ב-  $U$  קמ"ש, כלומר נסעה במהירות של  $U+V$  קמ"ש. ידוע שהמהירות הממוצעת של המשאית **בכל** דרכה (הלך וחזור), הייתה 60 קמ"ש. אילו המשאית הייתה חוזרת מעיר B לעיר A במהירות  $V-U$  קמ"ש, אזי המהירות הממוצעת בכל הדרך (הלך וחזור) הייתה רק  $\frac{100}{3}$  קמ"ש. חשב את המהירויות  $V$  ו-  $U$ .

**12** המרחק בין הנקודות A ו- B הוא 64 ק"מ. רוכב אופניים יצא מנקודה A לכיוון נקודה B ונסע במהירות קבועה. 40 דקות לאחר שיצא לדרכו, יצא מנקודה A לכיוון נקודה B רוכב קטנוע שנסע במהירות קבועה של 36 קמ"ש. רוכב הקטנוע הדביק את רוכב האופניים בנקודה C ומיד הסתובב וחזר על עקבותיו באותה מהירות לנקודה A. רוכב האופניים שהמשיך בנסיעתו בלי עיכובים, הגיע לנקודה B ברגע שהקטנוע עבר את מחצית הדרך מ- C ל- A. מצא את מהירות רוכב האופניים.

**13** הזמן הדרוש לגוף ראשון לעבור 160 ק"מ ארוך ב- 5 שעות מן הזמן הדרוש לגוף שני לעבור 90 ק"מ. מהירות הגוף הראשון גדולה ב-  $m$  קמ"ש ממהירות הגוף השני ( $m > 0$ ).  
 א. בטא באמצעות  $m$  את מהירות הגוף השני.  
 ב. מצא לאלו ערכים של  $m$  יקבלו מהירויות הגופים ערכים חיוביים בלבד.

**14** שני כלי רכב יצאו מנקודה A בו זמנית בשעה 07:00 בבוקר ונסעו לנקודה B, לפגישה שתוכננה להתקיים בשעה 10:00 בבוקר. הרכב הראשון הגיע לפגישה בזמן והרכב השני שנסע במהירות הקטנה ב-16 קמ"ש ממהירות הרכב הראשון הגיע לפגישה 48 דקות מאוחר יותר. מצא את המרחק בין הנקודות A ו- B וחשב את המהירות של כל אחד מכלי הרכב.

**15** המרחק בין A ל- B הוא 360 ק"מ. נהג משאית תכנן לעבור את כל הדרך מ- A ל- B במהירות קבועה של  $x$  קמ"ש. לאחר שעבר  $\frac{1}{4}$  מהדרך הגביר הנהג את מהירותו ל-  $(x+15)$  קמ"ש, ולכן הגיע לנקודה B שעה וחצי לפני המועד המתוכנן. חשב את  $x$ .

**16** המרחק בין הנקודות A ל-B בנהר הוא  $x$  ק"מ. הנהר זורם מ-A ל-B במהירות של 6 קמ"ש. אדם שט מ-A ל-B וחוזר חזרה מ-B ל-A. סך כל הזמן שארך השיט היה 8 שעות. אלו לא היה זרם בנהר, האדם היה שט את הדרך הלך ושוב בזמן של 6 שעות. מה המרחק בין שתי הנקודות A ו-B ( $x = ?$ ), ומה הייתה מהירותו בלי מהירות זרם הנהר?

**17** המרחק בין שתי ערים הוא 450 ק"מ. משאית יצאה לדרכה מעיר אחת לשנייה. לאחר שנסעה במהירות קבועה במשך שעתיים, נאלצה להתעכב במשך 40 דקות בגלל תקלה. לאחר תיקון התקלה המשיכה המשאית מיד בדרכה, אך במהירות קבועה הגדולה ב-5 ק"מ לשעה ממהירותה הקודמת. המשאית הגיעה לעיר השנייה 25 דקות לאחר הזמן שתוכנן מראש. מה הייתה מהירות המשאית לפני התקלה?

**18** רכבת משא נוסעת מידי יום במהירות קבועה מתחנה A לתחנה B. המרחק בין A ל-B הוא 180 ק"מ. יום אחד, אחרי שעברה  $\frac{1}{3}$  מהדרך, עצרה הרכבת עצירה לא מתוכננת מראש למשך 30 דקות. כדי שהרכבת תספיק להגיע ל-B על פי לוח הזמנים הרגיל, היה צריך להגביר את מהירותה לאחר העצירה ב-20 קמ"ש. מצא את המהירות הרגילה של הרכבת.

**19** בין הנקודות A ו-B מובילות שתי דרכים. הדרך הראשונה אורכה 60 ק"מ, והדרך השנייה ארוכה ממנה ב-20%. רוכב קטנוע נסע מ-A ל-B בדרך הקצרה במהירות קבועה, וחזר בדרך הארוכה במהירות קבועה, הגדולה ב-6 קמ"ש ממהירותו הראשונה. זמן הנסיעה בחזרה (מ-B ל-A) היה ארוך ב-5 דקות מזמן הנסיעה מ-A ל-B. מצא את המהירות שבה נסע רוכב הקטנוע בכל כיוון ואת זמן הנסיעה (הלך ושוב).

**20** רוכב אופניים עובר בדרך כלל את המרחק בין A ל-B במהירות קבועה במשך 5 שעות ו-20 דקות. באחד הימים יצא רוכב האופניים מ-A ועבר  $\frac{3}{4}$  של הדרך במהירות הגדולה ב-10 קמ"ש ממהירותו הרגילה, ולכך התעייף ואת שאר הדרך עבר במהירות קטנה ב-15 קמ"ש ממהירותו הרגילה. ביום זה הוא הגיע ל-B לאחר 5 שעות ו-40 דקות לאחר שיצא מ-A. א. מהי מהירותו הרגילה של רוכב האופניים?  
ב. מהו המרחק בין A ל-B?

**(21)** המרחק בין שתי ערים א' ו-ב' הוא 126 ק"מ. שני רוכבי אופניים, שיצאו בו זמנית, האחד מעיר א' והשני מעיר ב', ונסעו זה לקראת זה במהירויות קבועות, נפגשו אחרי שלוש שעות. הרוכב שיצא מעיר א' עבר את כל הדרך עד לעיר ב' בשעה ו-45 דקות פחות מהרוכב שיצא מעיר ב' לעיר א'. מצא את המהירות של כל אחד מרוכבים האופניים.

**(22)** מ-A ל-C יש שתי דרכים. הדרך הראשונה היא הדרך המישורית AC, שאורכה 24 ק"מ. הדרך השנייה מתחילה בעלייה AB של 8 ק"מ, ואח"כ ירידה BC של 18 ק"מ. מהירותו של רוכב אופניים במישור היא  $x$  קמ"ש, בעלייה מהירותו  $(x-4)$  קמ"ש, ובירידה מהירותו  $(x+6)$  קמ"ש. ידוע שאם רוכב האופניים יבחר לנסוע מ-A ל-C בדרך הראשונה או בדרך השנייה, זמן הנסיעה יהיה זהה. חשב את  $x$  (כמה פתרונות לבעיה?).

**(23)** מונית נסעה מעיר א' לעיר ב' בכביש ראשי במהירות קבועה. בדרך חזרה נסעה המונית בדרך עפר הקצרה ב-40% מהכביש, אך מהירותה פחתה ב-20%.  
 א. בכמה אחוזים התקצר או התארך זמן הנסיעה בדרך חזרה (לעומת הנסיעה בכיוון הראשון)?  
 ב. מה הייתה מהירות המונית בכיוון השעון, אם ידוע שאורך הכביש היה 360 ק"מ, וזמן הנסיעה בחזרה התקצר בשעה?

### בעיות הספק:

**(24)** כתב יד נמסר להדפסה לשתי כתבניות. הכתבנית השנייה ניגשה לעבודה שעתיים אחרי הראשונה. 6 שעות לאחר שהכתבנית הראשונה ניגשה לעבודה סיימו שתיהן יחד את ההדפסה של 60% מכתב היד. הן המשיכו בהדפסה וסיימו אותה יחד. לאחר סיום העבודה התברר שהכתבנית הראשונה ביצעה  $\frac{3}{10}$  מן העבודה. קצב העבודה של הכתבניות לא השתנה במשך העבודה. בכמה שעות הייתה כל אחת מהכתבניות יכולה לבצע את העבודה לבדה?

**(25)** בבריכה שני פתחים: פתח אחד גדול ופתח שני קטן יותר. אם מכניסים לבריכה הריקה מים רק דרך הפתח הקטן במשך 6 שעות, ולאחר מכן במשך שעה ו-12 דקות מכניסים מים דרך שני הפתחים יחד, הבריכה מתמלאת כולה. כמו כן ידוע, שאם מכניסים לבריכה הריקה מים רק דרך הפתח הגדול במשך 3 שעות ולאחר מכן ממשיכים להכניס מים דרך פתח זה במשך 9 שעות, אך בו בזמן מוציאים מים דרך הפתח הקטן, הבריכה כולה מתמלאת במים. מצא בכמה שעות תתמלא הבריכה, אם יכניסו מים רק דרך הפתח הקטן.

**(26)** שני פועלים קיבלו על עצמם לבצע עבודה מסוימת. ביום הראשון התחיל הפועל הראשון לעבוד לבדו. הפועל הראשון עבד במשך 3 שעות, ואז הצטרף אליו הפועל השני. כעבור 6 שעות נוספות של עבודה משותפת של שני הפועלים, התברר שהם סיימו 55% מהעבודה. ביום השני עבדו הפועלים יחדיו עד שסיימו את כל העבודה. לאחר סיום העבודה, התברר שכל אחד מהפועלים ביצע בדיוק מחצית מהעבודה. בכמה שעות היו שני הפועלים מסיימים את כל העבודה אלו עבדו כל הזמן ביחד?

**(27)** שני צינורות ממלאים מיכל כשהם פתוחים ביחד במשך 6 שעות. יום אחד, כשהמיכל היה ריק, פתחו רק את הצינור הראשון למשך הזמן שלוקח לצינור השני למלא מחצית מיכל. סגרו את הצינור הראשון ופתחו רק את הצינור השני למשך הזמן שלוקח לצינור הראשון למלא שליש מיכל. כתוצאה מכך התמלאו בסך הכול  $\frac{5}{6}$  מיכל. מצא בכמה שעות יכול כל אחד מהצינורות למלא לבד מיכל ריק.

**(28)** על שתי קבוצות פועלים הוטל לסלול כביש בין הערים A ו-B. במשך 36 הימים הראשונים עבדו הקבוצות בנפרד. תחילה עבדה רק הקבוצה הראשונה וסללה  $\frac{1}{4}$  מהכביש. לאחר מכן הפסיקה הקבוצה הראשונה את עבודתה, ורק הקבוצה השנייה עבדה. קבוצה זו סללה  $\frac{1}{3}$ , עד לגמר היום ה-36, מהכביש. ביום ה-37 החלו שתי הקבוצות לעבוד במשותף, וסיימו את סלילת הכביש תוך 12 ימים. הספק הקבוצות לא השתנה במשך כל ימי עבודתן. בכמה ימים הייתה יכולה כל קבוצה לסלול את הכביש לבדה? כמה פתרונות לבעיה?

**(29)** שתי קבוצות פועלים עבדו בסלילת כביש משני קצותיו. הקבוצה השנייה סללה בכל יום 5 מטר יותר מאשר הקבוצה הראשונה, ועבדה בסך הכול 2 ימים יותר מהקבוצה הראשונה. ידוע שהקבוצה הראשונה סללה  $16a$  מטרים בעוד שהקבוצה השנייה סללה  $36a$  מטרים ( $a$  פרמטר חיובי). קצב העבודה של שתי הקבוצות נשאר קבוע בכל זמן הסלילה. סמן ב- $x$  את מספר המטרים שסללה הקבוצה הראשונה בכל יום, ומצא לאלו ערכים של הפרמטר  $a$  יקבל  $x$  ערכים חיוביים בלבד.

## תשובות סופיות:

- (1) מהירות הולך הרגל היא 6 קמ"ש.  
המרחק בין הקיבוץ לעיר חיפה הוא 36 ק"מ.
- (2) מהירות הזרם היא 1 קמ"ש. מהירות הסירה במים עומדים היא 7 קמ"ש.
- (3) 100 קמ"ש.
- (4) הרוכב הראשון ב-10 שעות והרוכב השני ב-15 שעות.
- (5) 72 מטרים.
- (6) 30 קמ"ש.
- (7) מהירות התייר הראשון: 5 קמ"ש, מהירות התייר השני: 7.5 קמ"ש.
- (8) 1 קמ"ש.
- (9) 45 קמ"ש, 60 קמ"ש, 75 קמ"ש.
- (10) 36 קמ"ש.
- (11) 25 קמ"ש  $U =$ , 50 קמ"ש  $U =$ .
- (12) 24 קמ"ש.
- (13) א.  $\frac{14 - m \pm \sqrt{m^2 - 100m + 196}}{2}$  ב.  $0 < m \leq 2$ .
- (14) 228 ק"מ, 76 קמ"ש, 60 קמ"ש.
- (15) 45 קמ"ש.
- (16) 36 ק"מ, 12 קמ"ש.
- (17) 75 קמ"ש.
- (18) 1 קמ"ש.
- (19) הלוח 90 קמ"ש וחזור 96 קמ"ש. זמן כולל 85 דקות.  
או: הלוח: 48 קמ"ש וחזור 54 קמ"ש. זמן כולל 155 דקות.
- (20) א. 30 קמ"ש. ב. 160 ק"מ.
- (21) 24 קמ"ש, 18 קמ"ש.
- (22) 24 או 12 קמ"ש.

- (23) א. 25%.  
 ב. 90 קמ"ש.
- (24) הכתבנית הראשונה ב-30 שעות, הכתבנית השנייה ב-10 שעות.
- (25) 9 שעות.
- (26)  $13\frac{1}{3}$  שעות.
- (27) הצינור הראשון ב-15 שעות והצינור השני ב-10 שעות  
 או הצינור הראשון ב-12 שעות והצינור השני ב-12 שעות.
- (28) הקבוצה הראשונה: 48 ימים והקבוצה השנייה: 72 ימים  
 או הקבוצה הראשונה: 86.4 והקבוצה השנייה: 43.2 ימים.
- (29)  $a \geq 2.5$ .

## בעיות תערובת:

### סיכום כללי:

#### ריכוז:

החלק היחסי של נפח הנוזל בתמיסה מסוימת מתוך סך נפח הנוזלים. למשל, תמיסה של 50 ליטרים, המכילה כוהל בריכוז של 70% מורכבת מ:

$$- 70\% \text{ כוהל שהם : } 35 \text{ ליטרים} = 50 \cdot \frac{70}{100}$$

$$- 30\% \text{ מים שהם : } 15 \text{ ליטרים} = 50 \cdot \frac{30}{100}$$

אופן הפתרון של שאלה מילולית בתערובת זהה לשל שאלות מילוליות כלליות:

- קוראים את השאלה.
- מגדירים את הנעלם (או נעלמים).
- מחברים משוואה (או משוואות) על בסיס נתוני השאלה.
- פותרים את המשוואות ובודקים את נכונות הפתרון.
- רושמים תשובה מילולית סופית.

## שאלות:

- (1) מי הים באילת מכילים 4% מלחים, ואילו מי ים המלח מכילים 24% מלחים. מערבבים מי ים אילת עם מי ים-המלח, מוסיפים עוד 30 ליטר מים מזוקקים, ומקבלים 80 ליטר תערובת, המכילה 5% מלחים. כמה ליטרים מים מכל אחד מהימים הנ"ל נמצא בתערובת?
- (2) כמות מסוימת של חומצת מלח בריכוז של 90% עורבבה בכמות חומצת מלח הקטנה ממנה ב- 20 ליטר ובריכוז 30%. לאחר מכן אויידו מהתערובת 15 ליטרים של מים טהורים ונתקבלה חומצת מלח בריכוז של 72%. כמה ליטרים חומצת מלח בריכוז של 72% נתקבלו?
- (3) כמות מסוימת של כוהל בריכוז של 30% עורבבה בכמות כוהל, הגדולה ממנה ב- 50 ליטרים ובריכוז של 50%. לתערובת הוסיפו 112.5 ליטרים של כוהל נקי, ואז ריכוז הכוהל בתערובת היה 60%. כמה ליטרים כוהל לקחו מהכמות הראשונה?
- (4) בחבית אחת 6 ליטרים כוהל ו- 10 ליטרים מים. בחבית שנייה 4.5 ליטרים כוהל ו- 2 ליטרים מים. כמה ליטרים נוזל יש לצקת מהחבית הראשונה לשנייה, כדי שבחבית השנייה תהיה כמות שווה של כוהל ושל מים?
- (5) בחבית 100 ליטרים מים. מהחבית הוציאו  $x$  ליטרים של מים והכניסו חזרה  $x$  ליטרים כוהל נקי. אחר הוציאו פעם נוספת  $x$  ליטרים מהחבית, והכניסו חזרה  $x$  ליטרים כוהל נקי. לבסוף היה ריכוז הכוהל בחבית 36%. כמה ליטרים הוציאו מהחבית בכל פעם?

## תשובות סופיות:

- (1) 40 ליטרים לקחו מהים באילת. 10 ליטרים לקחו מים-המלח.
- (2) 125 ליטרים.
- (3) 100 ליטרים.
- (4) 10 ליטרים.
- (5) 20 ליטרים.