

# אלגברה א 4033624



## תוכן העניינים

|     |                            |
|-----|----------------------------|
| 1   | מבוא לאלגברה               |
| 47  | משוואות אלגבריות           |
| 69  | אי שוויונים אלגבריים       |
| 85  | חקירת משוואה ממעלה ראשונה  |
| 98  | חקירת משוואה ממעלה שנייה   |
| 112 | מבוא לתורת הקבוצות - העשרה |

# אלגברה א 4033624

## פרק 1 - מבוא לאלגברה

### תוכן העניינים

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

## 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.

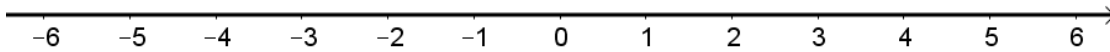
### הערה:

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 :

ב.  $(-30) : 3$

א.  $(-25) : (-5)$

ד.  $(-32) : (-4)$

ג.  $40 : (-10)$

ו.  $4 : (-16)$

ה.  $(-6) : 18$

7) חשבו את ערכי הביטויים הבאים :

ב.  $\frac{42}{-6}$

א.  $\frac{-60}{12}$

ד.  $\frac{-12}{-3}$

ג.  $\frac{32}{-4}$

8) מה התוצאה של כל אחת מהפעולות הבאות :

ב.  $(-2) \cdot 0$

א.  $0 : 5$

ד.  $6 : 0$

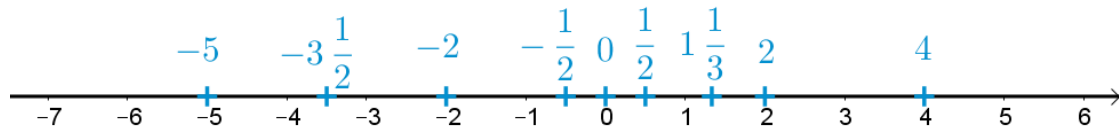
ג.  $0 \cdot (-3) \cdot 4$

ו.  $0 - 4$

ה.  $0 + 4$

## 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:

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

### 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:

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

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

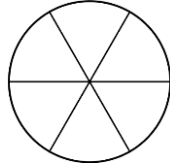
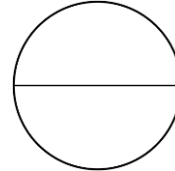
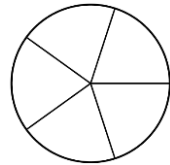
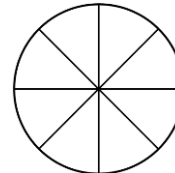
### אחוזים - הגדרה:

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%.

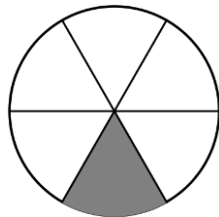
## שאלות:

(1) צבע את החלקים המתאימים בכל עיגול:

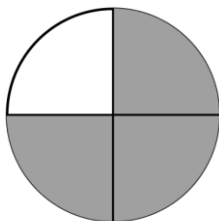
ב. צבע  $\frac{1}{6}$  מהעיגולא. צבע  $\frac{1}{2}$  מהעיגולד. צבע  $\frac{2}{5}$  מהעיגולג. צבע  $\frac{3}{8}$  מהעיגול

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

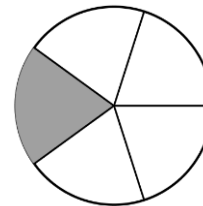
ב. שבר:



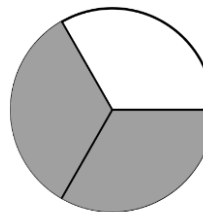
ד. שבר:



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

### 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. $d^2$                         |
| ו. $\frac{7(y+4)}{8(y-4)}$ | ח. $\frac{a-8}{a-6}$  | ז. $\frac{1}{3}$                |                       |                                  |

## 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

(6) פשט את הביטויים הבאים:

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

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

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

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

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

## 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:

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

**תשובות סופיות:**

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

$$2.5 \quad (2)$$

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

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

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

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

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

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

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

# אלגברה א 4033624

## 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                  |
| 64 | 10. משוואות מתקדמות מסכמות                    |
| 67 | 11. פישוט ביטויים ומשוואות ממעלה שלישית       |

## 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):

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>א. <math>\frac{x}{3} - \frac{x}{9} = -4</math></p> <p>ב. <math>\frac{4x}{15} - \frac{3x}{10} = 1</math></p> <p>ג. <math>\frac{2}{3}x + \frac{4}{5}x = x - \frac{7}{15}</math></p> <p>ד. <math>\frac{5x+1}{6} - \frac{6x-1}{5} = \frac{3x+1}{4} - 1</math></p> <p>ה. <math>\frac{2}{5}(x-3) - \frac{3}{15}(4-x) = x+2</math></p> <p>ו. <math>5\left(\frac{x}{3} - \frac{x}{7}\right) - x = 1</math></p> | <p>א. <math>\frac{1}{4} - \frac{2}{x} = 0</math></p> <p>ב. <math>\frac{1}{2} - \frac{x}{x-1} = 0</math></p> <p>ג. <math>\frac{3}{x} = \frac{1}{x+2}</math></p> <p>ד. <math>\frac{5}{2x-1} = \frac{4}{3x+2}</math></p> <p>ה. <math>\frac{x+5}{3x^2} - \frac{1}{6x} = \frac{1}{x}</math></p> <p>ו. <math>\frac{1}{4x} + \frac{3}{x} = \frac{13}{2}</math></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>א. <math>\frac{x^2+2}{3x^2+5x} = \frac{3x-1}{9x+15}</math></p> <p>ב. <math>\frac{7}{x^2-1} + \frac{2}{x+1} + \frac{3}{2-2x} = 0</math></p> <p>ג. <math>\frac{3}{(2-x)^2} + \frac{5}{12-3x^2} = 0</math></p> <p>ד. <math>\frac{4x^2-24x+36}{x-3} = 12</math></p> | <p>א. <math>\frac{1}{4} - \frac{2}{x} = 0</math></p> <p>ב. <math>\frac{1}{2} - \frac{x}{x-1} = 0</math></p> <p>ג. <math>\frac{3}{x} = \frac{1}{x+2}</math></p> <p>ד. <math>\frac{5}{2x-1} = \frac{4}{3x+2}</math></p> <p>ה. <math>\frac{x+5}{3x^2} - \frac{1}{6x} = \frac{1}{x}</math></p> <p>ו. <math>\frac{1}{4x} + \frac{3}{x} = \frac{13}{2}</math></p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### תשובות סופיות:

- |            |                    |                     |                    |            |                    |
|------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|--------------------|
| א. $x=1$   | ב. $x=0$           | ג. $x=8$            | ד. $x=2$           | ה. $x=2$   | ו. $x=-3$          |
| א. $x=3$   | ב. $x=\frac{1}{2}$ | ג. $x=2\frac{1}{4}$ | ד. $x=1$           | ה. $x=4$   | ו. $x=-1$          |
| א. $x=-18$ | ב. $x=-30$         | ג. $x=-1$           | ד. $x=1$           | ה. $x=-10$ | ו. $x=-21$         |
| א. $x=8$   | ב. $x=-1$          | ג. $x=-3$           | ד. $x=-2$          | ה. $x=2$   | ו. $x=\frac{1}{2}$ |
| 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.

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

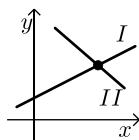
#### פתרון של מערכת משוואות:

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

#### הצגה גרפית של מערכת משוואות:

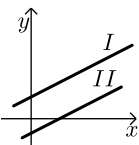
פתרון גרפי של מערכת משוואות הוא נקודת החיתוך של הישרים המייצגים כל משוואה.

יתכנו שלושה מצבים הדדיים בין שני ישרים:



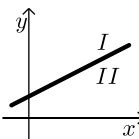
- הישרים נחתכים:

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:

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

## 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:

$$x = \pm 1 \quad (1)$$

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

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

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

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

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

$$x = 49 \quad (7)$$

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

$$x = 5, -1 \quad (9)$$

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

$$x = -1 \quad (11)$$

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

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

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

$$(15) \text{ אין פתרונות.}$$

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

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

$$x = -1, 2 \quad (18)$$

$$x = 3, -1 \quad (19)$$

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

## 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:

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

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

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

(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-24 =x$ (2)             | $ 3x+14 =7$ (1)           |
| $2x- 8-x =10$ (4)           | $ 12-x =3x$ (3)           |
| $ 14-3x =2 x+5 $ (6)        | $ 4x-5 = 2x+13 $ (5)      |
| $ x+2 +6= 2x-4 $ (8)        | $ x +7= 2x $ (7)          |
| $ 10-3x - x+4 = 2x-6 $ (10) | $ x+2 + 2x-6 = 4x+8 $ (9) |

### תשובות סופיות:

- |                           |               |                         |                          |
|---------------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|
| $x=6$ (4)                 | $x=3$ (3)     | $x=6,12$ (2)            | $x=-\frac{7}{3}, -7$ (1) |
| $x=12, -1\frac{1}{3}$ (8) | $x=\pm 7$ (7) | $x=24, \frac{4}{5}$ (6) | $x=9, -1\frac{1}{3}$ (5) |
|                           |               | $x=0$ (10)              | $x=0, -12$ (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)  $(5, 45), (-5, -45), (45, 5), (-45, -5)$

## משוואות מסכמות מתקדמות:

### סיכום כללי:

#### תזכורת מהירה:

- משוואה דו-ריבועית יכולה להופיע בכל תצורה (עם שורשים, עם ערכים מוחלטים וכו'). העיקרון הוא זיהוי תבנית של הנעלם אשר חוזרת על עצמה לאורך המשוואה. סימון התבנית במשתנה זמני ופתרון עבור משתנה זה תוביל למשוואה מוגדרת ופתירה. לאחר מכן יש להחזיר את ההצבה לתבנית של המשתנה המקורי ולמצוא את ערכיו.
- דרך הפתרון של משוואה עם שורשים היא ע"י בידוד השורש והעלאה בריבוע. במידה ויש יותר משורש אחד המופיעים בחיבור/חיסור יש לבצע את הפעולה פעמיים. חשוב לוודא נכונות של כל הפתרונות המתקבלים ע"י הצבה במשוואה המקורית לפני ההעלאות בריבוע.
- דרך הפתרון של משוואה עם ערכים מוחלטים היא ע"י פיצול המשוואה לתחומים לפי סימני הערך המוחלט. זאת יש לבצע ע"י איפוס הביטוי שבכל ערך מוחלט ומציאת ערכי הנעלם המקיימים זאת, חלוקת המשוואה לתחומים מתאימים ופתרונה בכל תחום. יש לזכור לבדוק האם הפתרון המתקבל נמצא בתחום הפתרון – במידה וכן הוא פתרון של המשוואה, אחרת הוא נפסל.
- משוואה עם פרמטר/ים נפתרת בצורה רגילה (התייחסות לפרמטר/ים כאל קבועים מספריים) כאשר יש לציין את תחומי ההגדרה שלהם. יש לבדוק פתרונות שמתקבלים המבוטאים באמצעות הפרמטר/ים במידה וקיימת הגבלת תחום הגדרה במשוואה.

## שאלות:

פתור את המשוואות הבאות:

$$\begin{array}{ll}
 (1) & x + \sqrt{x+6} - 6 = 0 \\
 (2) & x^2 + 5x - \sqrt{x^2 + 5x} - 30 = 0 \\
 (3) & 4x^2 + 16x - 4\sqrt{x^2 + 4x} - 3 = 0 \\
 (4) & 2x^2 + 6x - \sqrt{x^2 + 3x + 5} = 5 \\
 (5) & x^2 - \sqrt{16x^2 + 48} + 7 = 0 \\
 (6) & x^2 - \sqrt{6x^2 - 15} = 1 \\
 (7) & \frac{x^2}{\sqrt{3x-2}} - \sqrt{3x-2} = 1-x \\
 (8) & \frac{\sqrt{x^2 + 4x - 12}}{\sqrt{x-1}} + \sqrt{x+5} = \frac{7}{\sqrt{x-1}} \\
 (9) & \sqrt{x^2 - 3x + 2} + \sqrt{x+3} = \sqrt{x-2} + \sqrt{x^2 + 2x - 3} \\
 (10) & \sqrt{x + \sqrt{14x - 49}} + \sqrt{x - \sqrt{14x - 49}} = \sqrt{14} \\
 (11) & \sqrt{x+6+6\sqrt{x-3}} - \sqrt{x+6-6\sqrt{x-3}} = 2 \\
 (12) & \frac{4}{x + \sqrt{x^2 + x}} - \frac{1}{x - \sqrt{x^2 + x}} = \frac{3}{x}
 \end{array}$$

פתור את המשוואות הבאות עבור  $a > 0$ :

$$\begin{array}{ll}
 (13) & x^2 + ax - 2a\sqrt{x^2 + ax - a^2} = 0 \\
 (14) & x^2 + ax - 2a\sqrt{3x^2 + 3ax - 9a^2} = 0
 \end{array}$$

פתור את המשוואות הבאות:

$$\begin{array}{ll}
 (15) & |3 - |2 - x| + |x|| = 1 \\
 (16) & |4 - |5 - x|| = |x + 3| \\
 (17) & \left| \frac{x + |3 - x|}{x + 2} \right| = 18 \\
 (18) & \sqrt{25 + |16x^2 - 25|} = 4 + 4|x + 1| \\
 (19) & \frac{x^3 - 5x}{\sqrt{2x^2 - 4x - 1} - |x| + 2} = 0
 \end{array}$$

$$(20) \text{ הראה כי אין פתרון למשוואה הבאה: } \frac{|x+2|}{|x|+2} = |2-x|+2$$

### תשובות סופיות:

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

$$x_1 = 4, x_2 = -9 \quad (2)$$

$$x_1 = 0.5, x_2 = -4.5 \quad (3)$$

$$x_1 = 1, x_2 = -4 \quad (4)$$

$$x_{1,2} = \pm 1 \quad (5)$$

$$x_{1,2} = \pm 2 \quad (6)$$

$$. x = 1 \quad (7)$$

$$. x = 3 \quad (8)$$

$$. x = 2 \quad (9)$$

$$. 3.5 \leq x \leq 7 \quad (10)$$

$$. x = 4 \quad (11)$$

$$. x = 1, x = \frac{9}{16} \quad (12)$$

$$x_1 = -2a, x_2 = a \quad (13)$$

$$x_1 = -2a, x_2 = 3a \quad (14)$$

$$. x \leq 0 \quad (15)$$

$$. x = -1 \quad (16)$$

$$. x = -\frac{39}{18}, -\frac{33}{18} \quad (17)$$

$$. x \leq \frac{5}{4}, x = -\frac{1}{4} \quad (18)$$

$$. x = -\sqrt{5} \quad (19)$$

$$(20) \text{ שאלת הוכחה.}$$

## ביטויים ומשוואות ממעלה שלישית:

### סיכום כללי:

נוסחאות הכפל המקוצר ממעלה שלישית:

$$(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3$$

$$a^3 \pm b^3 = (a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2)$$

### שאלות:

#### פישוט ביטויים:

פשט את הביטויים הבאים:

$$(2y+5)^3 \quad (2)$$

$$(x-3)^3 \quad (1)$$

$$8y^3 + 343 \quad (4)$$

$$8x^3 - 1 \quad (3)$$

$$x^3y^6z^9 - 1 \quad (6)$$

$$a^6 - 27 \quad (5)$$

$$64mn^4 - 8m^4n^7 \quad (8)$$

$$11 + 88x^{12} \quad (7)$$

$$\frac{x^3 + 64}{x^2 + 4x} \quad (10)$$

$$\frac{x^2 + 4x + 4}{x^3 + 6x^2 + 12x + 8} \quad (9)$$

#### משוואות בנעלם אחד עם נוסחאות הכפל המקוצר:

פתור את המשוואות הבאות:

$$125x^3 = 1 - 15x + 75x^2 \quad (12)$$

$$x^3 - 12x^2 + 48x - 64 = 0 \quad (11)$$

$$x^3 - 7x - 6 = 0 \quad (14)$$

$$x^3 + x - 30 = 0 \quad (13)$$

#### משוואות בנעלם אחד עם פירוקים שונים:

פתור את המשוואות הבאות:

$$2x^3 + 5x^2 - 2x - 5 = 0 \quad (16)$$

$$2x^3 - 7x^2 + 7x - 2 = 0 \quad (15)$$

## מערכת משוואות:

$$(17) \quad \begin{cases} x^3 + y^3 = 243 \\ x + y = 9 \end{cases} \quad \text{פתור את מערכת המשוואות הבאה:}$$

$$(18) \quad \begin{cases} x^3 - y^3 = 91 \\ x^2y - xy^2 = 30 \end{cases} \quad \text{פתור את מערכת המשוואות הבאה:}$$

## תשובות סופיות:

$$8y^3 + 60y^2 + 150y + 125 \quad (10)$$

$$(2y + 7)(4y^2 - 17y + 49) \quad (11)$$

$$(xy^2z^3 - 1)(x^2y^4z^6 + xy^2z^3 + 1) \quad (12)$$

$$8mn^4(2 - mn)(4 + 2mn + m^2n^2) \quad (13)$$

$$\frac{x^2 - 4x + 16}{x} \quad (14)$$

$$x = \frac{1}{2} \quad (15)$$

$$x_{1,2,3} = -2, -1, 3 \quad (16)$$

$$x_{1,2,3} = -2.5, -1, 1 \quad (17)$$

$$(-5, -6), (6, 5) \quad (18)$$

$$x^3 - 9x + 27x - 27 \quad (1)$$

$$(2x - 1)(4x^2 + 2x + 1) \quad (2)$$

$$(a^2 - 3)(a^4 + 3a^2 + 9) \quad (3)$$

$$8(1 + 2x^4)(1 - 2x^4 + 4x^8) \quad (4)$$

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

$$x = 4 \quad (6)$$

$$x = 3 \quad (7)$$

$$x_{1,2,3} = \frac{1}{2}, 1, 2 \quad (8)$$

$$(3, 6), (6, 3) \quad (9)$$

# אלגברה א 4033624

## פרק 3 - אי שוויונים אלגבריים

### תוכן העניינים

1. אי שוויונים ממעלה ראשונה ..... 69
2. אי שוויונים ממעלה שנייה ..... 71
3. אי שוויונים ממעלה שלישית ..... 72
4. אי שוויונים עם מנה ..... 73
5. אי שוויונים כפולים מערכות וגם ואו ..... 75
6. שאלות מסכמות ..... 76
7. מציאת תחום הגדרה ..... 78
8. אי שוויונים עם ערך מוחלט ..... 80
9. אי שוויונים עם שורשים ..... 83

## 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:

- |                                                                 |                                                     |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| $6x > 2(3x - 1)$ (2)                                            | $45x - 26 > 109$ (1)                                |
| $(x - 2)^2 + 4 < (x + 2)^2 + 20$ (4)                            | $2(x - 5) \geq \frac{1}{2}(4x + 6)$ (3)             |
| $4(6x - 8) < 8(3x - 4)$ (6)                                     | $\frac{8x - 4}{2} < \frac{9(x + 1)}{3}$ (5)         |
| $\frac{7 - x}{10} - \frac{3x - 1}{5} + \frac{x + 4}{3} < 7$ (8) | $\frac{x - 6}{3} - \frac{x - 4}{4} \geq 12 - x$ (7) |

**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 הנייל 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:

$$x \leq -\frac{3}{4} \cap \{-2 < x \leq 5 \cup 0 < x < 8\} \quad (1)$$

$$\frac{(x-4)(x+2)}{x-1} < 0 \quad (3) \quad x(x+5) - 3x + 15 \leq 2x - 1 - x(4-x) \quad (2)$$

$$\frac{(2x-3)(x-12)}{(x+1)(4-x)} \geq 0 \quad (5) \quad \frac{(x-5)(3x+1)}{(2-x)(x+7)} < 0 \quad (4)$$

$$\frac{(x-6)^2(x+1)}{x-2} > 0 \quad (7) \quad x(x+3)(2x-5) < 0 \quad (6)$$

$$\frac{x-3}{x^2+2} > 0 \quad (9) \quad \frac{5-2x}{(x-8)^2} \leq 0 \quad (8)$$

$$\frac{x^2-6x+9}{x^3-x} > 0 \quad (11) \quad \frac{x^2-4x}{x^2+2x-3} > 0 \quad (10)$$

$$\frac{x}{x^2-4} + \frac{1}{x+2} < \frac{1}{x-2} \quad (13) \quad \frac{x-7}{x^2+x+3} > 0 \quad (12)$$

$$6 < 5x - x^2 \cap x^2 > 3x + 10 \quad (15) \quad \frac{2x^2}{x^2-6x+8} \geq \frac{x}{x-4} - \frac{x}{x-2} \quad (14)$$

$$1 < \frac{x-1}{x-4} \leq 2 \quad (17) \quad \frac{3}{x-1} - \frac{2}{x} > 0 \cup \frac{1}{x-3} < \frac{1}{1-x} \quad (16)$$

$$(18) \text{ לאלו ערכי } x \text{ נמצאת הפונקציה } f(x) = \frac{x}{x-3} \text{ מעל הפונקציה } g(x) = \frac{x+1}{x+3} ?$$

## תשובות סופיות:

$$-2 < x \leq -\frac{3}{4} \quad (1)$$

$$x \leq -4 \quad (2)$$

$$x < -2, 1 < x < 4 \quad (3)$$

$$x < -7, -\frac{1}{3} < x < 2, x > 5 \quad (4)$$

$$-1 < x \leq 1.5, 4 < x \leq 12 \quad (5)$$

$$x < -3, 0 < x < 2.5 \quad (6)$$

$$x < -1, 2 < x < 6, x > 6 \quad (7)$$

$$2.5 \leq x < 8, x > 8 \quad (8)$$

$$x > 3 \quad (9)$$

$$x < -3, 0 < x < 1, x > 4 \quad (10)$$

$$-1 < x < 0, 1 < x < 3, x > 3 \quad (11)$$

$$x > 7 \quad (12)$$

$$x < -2, 2 < x < 4 \quad (13)$$

$$x \leq 0, 1 \leq x < 2, x > 4 \quad (14)$$

$$x \text{ אף } x \quad (15)$$

$$x \neq 1 \quad (16)$$

$$x \geq 7 \quad (17)$$

$$-3 < x < -\frac{3}{5}, x > 3 \quad (18)$$

## 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.  $-1 < x < \sqrt[3]{4}$

## 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:**

$$(1) \quad -3 \leq x < 46$$

$$(2) \quad x \geq 3$$

$$(3) \quad x < -10, x > 1$$

$$(4) \quad \emptyset$$

$$(5) \quad x \leq -2, -1 \leq x < \frac{-1 + \sqrt{13}}{6}$$

$$(6) \quad x \leq -3, -2 \leq x < \frac{-13 + \sqrt{73}}{16}$$

$$(7) \quad \frac{12}{25} < x \leq \frac{1}{2}$$

$$(8) \quad x < 2\sqrt{5} - 4$$

$$(9) \quad 1 < x \leq \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$(10) \quad -2.618 < x \leq 1 \text{ שזה: } -\frac{3 + \sqrt{5}}{2} < x \leq 1$$

$$(11) \quad 2.5 \leq x < 3$$

$$(12) \quad x < -9, x > 0$$

# אלגברה א 4033624

פרק 4 - חקירת משוואה ממעלה ראשונה

תוכן העניינים

1. פתרון משוואות ממעלה ראשונה עם פרמטר ..... 85
2. חקירת משוואות ממעלה ראשונה ..... 86
3. חקירה של מערכת שתי משוואות ממעלה ראשונה ..... 88
4. חקירת משוואות ממעלה ראשונה עם שורשים ..... 93
5. חקירת משוואות ממעלה ראשונה עם ערך מוחלט ..... 96

## פתרון משוואות ממעלה ראשונה עם פרמטר:

### סיכום כללי:

#### שלבי עבודה:

- נפתור את המשוואה.
- נאתר את ערכי הפרמטר המאפשרים את המכנה בכל שלבי הפתרון.
- נבדוק לכל ערך כזה בנפרד כמה פתרונות יש למשוואה על ידי הצבתו במשוואה המקורית.

### שאלות:

(1) פתור את המשוואה:  $kx + 6k = 2x + 3k^2$ .

(2) פתור את המשוואה:  $a^2(x-1) = 3ax + 4(x-a)$ .

(3) פתור את מערכת המשוואות: 
$$\begin{cases} 2kx + 5y = 2k^2 \\ 2x - y = -10 \end{cases}$$

### תשובות סופיות:

(1)  $x = 3k \quad (k \neq 2)$

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

(3)  $(k-5, 2k)$

## חקירה של משוואה ממעלה ראשונה:

### שאלות:

(4) נתונה המשוואה:  $k^2(5-2x)=3(15-2kx)$ .

א. מצא לאלו ערכי  $k$  למשוואה:

i. פתרון יחיד.

ii. אף פתרון.

iii. אינסוף פתרונות.

ב. מצא לאלו ערכי  $k$  פתרון המשוואה:

i. חיובי.

ii. מקיים את אי-השוויון:  $2x-3 > x$ .

(5) נתונה המשוואה:  $\frac{mx}{m-2} = \frac{2m}{m-5} - \frac{6x}{m^2-7m+10}$ .

מצא לאלו ערכי  $m$  למשוואה:

א. פתרון יחיד.

ב. אף פתרון.

ג. אינסוף פתרונות.

(6) לפניך המשוואה:  $m \cdot \frac{x-1}{x} - \frac{m+6}{m} = \frac{-3}{x}$ .

א. פתור את המשוואה בהנחה שיש לה פתרון יחיד.

ב. מצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למשוואה:

i. פתרון יחיד.

ii. אינסוף פתרונות.

iii. אף פתרון.

ג. האם עבור ערכי ה- $m$  הנותנים אינסוף פתרונות, כל  $x$  יהיה פתרון של המשוואה?

ד. עבור אלו ערכי  $m$  יהיה פתרון המשוואה גדול מ-2?

$$(7) \quad \text{נתונה המשוואה: } x(m^2 - 9) = 2(m(3x+1) + 1 - x)$$

- א. פתור את המשוואה בהנחה שיש לה פתרון יחיד.  
 ב. חקור את המשוואה ומצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למשוואה:  
 i. פתרון יחיד.  
 ii. אינסוף פתרונות.  
 iii. אף פתרון.  
 ג. עבור איזה ערך של  $m$  פתרון המשוואה יהיה:  $x = 2$ ?

$$(8) \quad \text{נתונה המשוואה: } \frac{5}{k-4} - \frac{kx}{3k+15} = \frac{k^2+29}{k^2+k-20}$$

- א. פתור את המשוואה בהנחה שיש לה פתרון יחיד.  
 ב. האם קיים ערך של  $k$  עבורו יש למשוואה אינסוף פתרונות?  
 ג. עבור איזה ערך של  $k$  פתרון המשוואה הוא:  $-4$ ?

### תשובות סופיות:

$$(4) \quad \text{א. } k \neq 0, 3 \quad \text{ב. } k = 0 \quad \text{ג. } k = 3$$

$$\text{ב. } k > 0 \text{ או } k < -3 \text{ וגם } k \neq 3 \quad \text{ג. } 0 < k < 15.2 \text{ וגם } k \neq 3$$

$$(5) \quad \text{א. } m \neq 2, 3, 5 \quad \text{ב. } m = 2, 3, 5 \quad \text{ג. אף } m$$

$$(6) \quad \text{א. } x = \frac{1}{m+2}, m \neq 3 \quad \text{ב. פתרון יחיד: } m \neq 0, -2, 3, \text{ אף פתרון:}$$

$$m = 0, -2, \text{ אינסוף פתרונות: } m = 3 \quad \text{ג. לא, רק: } x \neq 0$$

$$\text{ד. } -2 < m < -1.5$$

$$(7) \quad \text{א. } x = \frac{1}{m-7}, m \neq 7, -1 \quad \text{ב. פתרון יחיד: } m \neq 7, -1, \text{ אף פתרון: } m = 7,$$

$$\text{אינסוף פתרונות: } m = -1$$

$$(8) \quad \text{א. } x = \frac{3}{k} - 3, k \neq 0, 4, -5 \quad \text{ב. אף } k \quad \text{ג. } k = -3$$

## חקירה של מערכת שתי משוואות ממעלה ראשונה:

### סיכום כללי:

#### שלבי עבודה:

- נפתור את מערכת המשוואות.
- נאתר את ערכי הפרמטר המאפסים את המכנה בכל שלבי הפתרון.
- נבדוק לכל ערך כזה בנפרד כמה פתרונות יש למערכת על ידי הצבתו.

#### המשמעות הגרפית של חקירת מערכת משוואות ממעלה ראשונה:

בהינתן מערכת שתי משוואות מהצורה: 
$$\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{cases}$$
 נאמר כי:

אם:  $\frac{a_1}{a_2} \neq \frac{b_1}{b_2}$  אז הישרים נחתכים (כלומר למערכת פתרון יחיד).

אם:  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} \neq \frac{c_1}{c_2}$  אז הישרים מקבילים (כלומר למערכת אף פתרון).

אם:  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} = \frac{c_1}{c_2}$  אז הישרים מתלכדים (כלומר למערכת אינסוף פתרונות).

### שאלות:

$$(1) \quad \begin{cases} x + 3ay = a \\ ax + 3y = 4a - 3 \end{cases} \quad \text{נתונה מערכת המשוואות:}$$

א. מצא לאלו ערכי  $a$  למערכת המשוואות:

- פתרון יחיד.
- אף פתרון.
- אינסוף פתרונות.

ב. מצא לאלו ערכי  $a$  נקודת החיתוך בין הישרים (המיוצגים על ידי המשוואות) נמצאת ברביע השלישי.

$$(2) \quad \begin{cases} (m+4)x + 5y = m+8 \\ x + my = m+2 \end{cases} \quad \text{נתונות מערכת המשוואות הבאה:}$$

א. פתור את מערכת המשוואות בהנחה שיש לה פתרון יחיד.

ב. מצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למערכת:

i. פתרון יחיד.

ii. אינסוף פתרונות.

iii. אף פתרון.

ג. פתרון המערכת מייצג נקודה במערכת צירים.

הוכח כי נקודה זו נמצאת על הישר:  $y(m-1) = 2(m-1)x + 4 - m$ .

ד. עבור אלו ערכי  $m$  פתרון המערכת:

i. יהיה ברביע השני.

ii. יהיה מתחת לציר ה- $x$ .

iii. יהיה מימין לציר ה- $y$ .

$$(3) \quad \begin{cases} \frac{x^2}{4} - 2x + 3y = \left(k - \frac{x}{2}\right)^2 + 4 \\ x - 10 = k(1 - y) \end{cases} \quad \text{לפניך מערכת המשוואות הבאה:}$$

א. מצא לאלו ערכי  $k$  יש למערכת המשוואות:

i. פתרון יחיד.

ii. אינסוף פתרונות.

iii. אף פתרון.

ב. פתור את מערכת המשוואות בהנחה שיש לה פתרון יחיד.

$$(4) \quad \begin{cases} k(x-1) = 1-2y \\ \frac{2x+3}{k} = 3-y \end{cases} \quad \text{לפניך מערכת המשוואות הבאה:}$$

א. מצא לאלו ערכי  $k$  יש למערכת המשוואות:

i. פתרון יחיד.

ii. אינסוף פתרונות.

iii. אף פתרון.

ב. פתור את מערכת המשוואות בהנחה שיש לה פתרון יחיד.

$$(5) \quad \begin{cases} k^2(1-x) = k+9x+12y \\ x = 1 - \frac{2(y+1)}{k} \end{cases} \quad \text{לפניך מערכת המשוואות הבאה:}$$

א. מצא לאלו ערכי  $k$  יש למערכת המשוואות:

i. פתרון יחיד.

ii. אינסוף פתרונות.

iii. אף פתרון.

ב. פתור את מערכת המשוואות בהנחה שיש לה פתרון יחיד.

$$(6) \quad \begin{cases} (2-k)x - y = k \\ 3x + ky = -1 \end{cases} \quad \text{נתונה מערכת המשוואות הבאה:}$$

א. מצא את הערך של  $k$  עבורו  $(2, 7)$  הוא פתרון של מערכת המשוואות.

ב. האם יש למשוואה פתרונות נוספים עבור הערך של  $k$  שמצאת בסעיף הקודם?

ג. האם קיים ערך של  $k$  עבורו למערכת המשוואות לא יהיו פתרונות כלל? אם כן מצא אותו.

$$(7) \quad \begin{cases} ax + b^2y = a^2 \\ 3x + by = 9b \end{cases} \quad \text{לפניך מערכת המשוואות הבאה:}$$

א. פתור את מערכת המשוואות בהנחה שיש לה פתרון יחיד.

ב. הראה שכאשר  $a = 3b$  יש למערכת אינסוף פתרונות.

ג. עבור אלו ערכי  $a$  ו- $b$  הפתרון היחיד של המערכת יהיה  $(4, 3)$ ?

$$(8) \quad \begin{cases} amx + y = m^2 \\ bx + my = -9m \end{cases} \quad \text{לפניך מערכת המשוואות הבאה:}$$

א. מצא ערכי הפרמטרים  $a$  ו- $b$  אם ידוע כי כאשר  $m = 4$  פתרון המשוואה הוא  $(4, 0)$ .

ב. הוכח את הטענות הבאות:

i. לכל ערך של  $m$  יש למערכת פתרון ממשי.

ii. פתרון המערכת תמיד יהיה  $(m, 0)$ .

ג. העזר בסעיף הקודם וקבע איזו משוואה מבין שלושת המשוואות הבאות לא תכיל את הפתרון היחיד הנ"ל:

i.  $7y + 2m = 2x$

ii.  $my = 2x - m$

iii.  $m(y - mx) = 2x - m(m^2 + 2)$

$$(9) \quad \begin{cases} x + (k-9)y = 8 \\ x - \frac{14y}{k} = 1 \end{cases} \quad \text{לפניך הישרים הבאים:}$$

- א. עבור אלו ערכי  $k$  הישרים הללו מקבילים?  
 ב. הבע באמצעות  $k$  את נקודת החיתוך של הישרים.  
 ג. עבור איזה ערך של  $k$  נקודת החיתוך של הישרים תהיה על הישר:  $y = x - 8$ ?

$$(10) \quad \text{לפניך שני הישרים: } \begin{cases} (k^2 + 6)x + ay = 15 \\ kx + ay = 3 \end{cases}, \quad a, k \text{ פרמטרים, } a \neq 0.$$

- א. הוכח כי לכל ערך של  $k$  הישרים הללו נחתכים.  
 ב. מצא את  $a$  אם ידוע כי כאשר  $k = 6$  נקודת החיתוך היא  $\left(\frac{1}{3}, 1\right)$ .  
 ג. עבור איזה ערך של  $k$  נקודת החיתוך תהיה  $(2, 1)$ ?  
 ד. הראה כי נקודת החיתוך של הישרים נמצאת על גרף הפונקציה:  $\frac{4y}{x} = k^2 - 5k + 6$ .

### תשובות סופיות:

$$(1) \quad \text{א. } a \neq \pm 1 \quad \text{ii. } a = -1 \quad \text{iii. } a = 1 \quad \text{ב. } -1 < a < 0$$

$$(2) \quad \text{א. } m \neq 1, -5, \left( \frac{m-2}{m-1}, \frac{m}{m-1} \right)$$

ב. פתרון יחיד:  $m \neq 1, -5$ , אינסוף פתרונות:  $m = -5$ , אף פתרון:  $m = 1$ .  
ג. הוכחה.

$$\text{ד. } 1 < m < 2 \quad \text{ii. } 0 < m < 1 \quad \text{iii. } m \neq -5, m < 1, m > 2$$

$$(3) \quad \text{א. } k \neq 3, -1 \quad \text{ii. } k = 3 \quad \text{iii. } k = -1 \quad \text{ב. } \left( \frac{k^2 + 3k + 10}{k+1}, \frac{8}{k+1} \right)$$

$$(4) \quad \text{א. } k \neq 0, \pm 2 \quad \text{ii. } k = 2 \quad \text{iii. } k = 0, -2 \quad \text{ב. } \left( \frac{k-3}{k+2}, \frac{3k+1}{k+2} \right)$$

$$(5) \quad \text{א. } k \neq 0, 3 \quad \text{ii. } k = 3 \quad \text{iii. } k = 0 \quad \text{ב. } \left( \frac{k-4}{k-3}, \frac{6-k}{2k-6} \right)$$

$$(6) \quad \text{א. } k = -1 \quad \text{ב. כן. } \quad \text{ג. } k = 3$$

$$(7) \quad \text{א. } \left( a + 3b, -\frac{3a}{b} \right) \quad \text{ג. } a = -2, b = 2$$

$$(8) \quad \text{א. } a = 1, b = -9 \quad \text{ג. ii.}$$

$$(9) \quad \text{א. } k = 2, 7 \quad \text{ב. } \left( \frac{k^2 - 9k + 112}{k^2 - 9k + 14}, \frac{7k}{k^2 - 9k + 14} \right) \quad \text{ג. } k = 8$$

$$(10) \quad \text{א. הוכחה. } \quad \text{ב. } a = 1 \quad \text{ג. } k = 1$$

## שאלות שונות – חקירת משוואה ממעלה ראשונה:

### שאלות:

(1) לפניך המשוואה:  $(m-1)x = \sqrt{m-1}$ .

מצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למשוואה:

א. פתרון יחיד (ובטא אותו באמצעות  $m$ ).

ב. אינסוף פתרונות.

ג. אף פתרון.

(2) לפניך המשוואה:  $\frac{x-m}{\sqrt{3x-2}} + \sqrt{3x-2} = \frac{mx}{\sqrt{3x-2}}$

מצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למשוואה:

א. פתרון יחיד (ובטא אותו באמצעות  $m$ ).

ב. אינסוף פתרונות.

ג. אף פתרון.

(3) לפניך המשוואה:  $\frac{m^2x}{m-5} + \frac{2mx-m^2+1}{m-5} = 1$

מצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למשוואה:

א. פתרון יחיד (ובטא אותו באמצעות  $m$ ).

ב. אינסוף פתרונות.

ג. אף פתרון.

(4) לפניך המשוואה:  $\frac{(m^2+1)x-4}{x-2} = m+1$

מצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למשוואה:

א. פתרון יחיד (ובטא אותו באמצעות  $m$ ).

ב. אינסוף פתרונות.

ג. אף פתרון.

$$(5) \quad \text{לפניך המשוואה: } \frac{5m-2}{mx-1} = -3$$

מצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למשוואה:

א. פתרון יחיד (ובטא אותו באמצעות  $m$ ).

ב. אינסוף פתרונות.

ג. אף פתרון.

$$(6) \quad \text{לפניך המשוואה: } \frac{x+1}{x-m+1} = \frac{x}{x+m+2}$$

מצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למשוואה:

א. פתרון יחיד (ובטא אותו באמצעות  $m$ ).

ב. אינסוף פתרונות.

ג. אף פתרון.

### תשובות סופיות:

$$(1) \quad \text{א. פתרון יחיד: } m > 1 \text{ והוא } x = \frac{1}{\sqrt{m-1}} \quad \text{ב. } m = 1 \quad \text{ג. } m < 1$$

$$(2) \quad \text{א. פתרון יחיד: } \frac{6}{5} < m < 4 \text{ והוא } x = \frac{m+2}{4-m} \quad \text{ב. אינסוף: } \emptyset \quad \text{ג. אף פתרון: } m \geq 4, m \leq \frac{6}{5}$$

$$(3) \quad \text{א. פתרון יחיד: } m > 0, -2 < m < 0, m < -2 \text{ והוא } x = \frac{m^2+m-6}{m^2+2m}$$

$$\text{ב. אינסוף: } \emptyset \quad \text{ג. אף פתרון: } m = 0, -2$$

$$(4) \quad \text{א. פתרון יחיד: } m \neq 0, -1, 1 \quad \text{ב. אינסוף: } m = 1 \text{ כאשר } x \neq 2$$

$$\text{ג. אף פתרון: } m = 0, -1$$

$$(5) \quad \text{א. פתרון יחיד: } m \neq 0, \frac{2}{5} \quad \text{ב. אינסוף: } \emptyset \quad \text{ג. אף פתרון: } m = 0, \frac{2}{5}$$

6) א. פתרון יחיד :  $m \neq 0, -\frac{1}{2}, -1, -2$  . ב. אינסוף :  $\emptyset$  .

ג. אף פתרון :  $m = 0, -\frac{1}{2}, -1, -2$  .

## חקירה של משוואות ממעלה ראשונה עם ערך מוחלט:

### סיכום כללי:

$$|x| = \begin{cases} x & x \geq 0 \\ -x & x < 0 \end{cases} \text{ : הגדרת ערך מוחלט}$$

- משוואה מהצורה  $|A| = |B|$  תפוצל לשתי משוואות:  $A = B$  או  $A = -B$ . יש לחקור כל מקרה בנפרד ולאחד פתרונות.
- עבור משוואות המכילות ביטויים עם ערכים מוחלטים יש להפריד עבור כל מקרה לפי הגדרת הערך המוחלט. לבסוף יש לאחד פתרונות.
- למשוואה מהצורה  $|x| = k$  (כאשר  $x$  הוא המשתנה ו- $k$  הוא פרמטר) יתכנו:
  - שני פתרונות אם  $k > 0$ .
  - פתרון אחד (והוא  $x = 0$ ) אם  $k = 0$ .
  - אף פתרון אם  $k < 0$ .

### שאלות:

(1) חקור את המשוואה הבאה:  $|x - 2m| = |x + 1|$ .

(2) חקור את המשוואה הבאה:  $|mx - 3x| = |x - m|$ .

(3) חקור את המשוואה הבאה:  $\frac{mx^2}{|x| - 1} - m|x| = 2m + 1$ .

(4) נתונה מערכת המשוואות הבאה: 
$$\begin{cases} y + |x - 2| = 3 \\ |x + y| = m \end{cases}$$

מצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למערכת:

- א. פתרון אחד בלבד.
- ב. שני פתרונות שונים.
- ג. אינסוף פתרונות.

## תשובות סופיות:

$$(1) \quad \text{פתרון יחיד: } m \neq -\frac{1}{2}. \quad \text{אף פתרון: } \emptyset. \quad \text{אינסוף: } m = -\frac{1}{2}.$$

$$(2) \quad \text{פתרון יחיד: } m = 0 \text{ והוא } x = 0. \quad \text{אף פתרון: } \emptyset.$$

$$\text{שני פתרונות: } m \neq 0 \text{ והם: } x_{1,2} = -\frac{2m}{3}, \frac{12m}{5}.$$

$$(3) \quad \text{עבור: } m = -\frac{1}{2} \text{ יש פתרון יחיד: } x = 0.$$

$$\text{עבור: } m > 0, -\frac{1}{2} < m < 0, m < -1 \text{ יש שני פתרונות.}$$

$$\text{עבור: } m = 0, -1 < m < -0.5 \text{ אין פתרון כלל.}$$

$$(4) \quad \text{א. } m = 0, m > 5 \quad \text{ב. } 0 < m < 5 \quad \text{ג. } m = 5.$$

# אלגברה א 4033624

פרק 5 - חקירת משוואה ממעלה שנייה

תוכן העניינים

- 1. פתרון משוואות ממעלה שנייה עם פרמטר ..... 98
- 2. חקירה של משוואה ממעלה שנייה ..... 99
- 3. חקירות עם קדקוד פרבולה ..... 108

## פתרון משוואות ממעלה שנייה עם פרמטר:

### סיכום כללי:

משוואות מהצורה:  $ax^2 + bx + c = 0$  המכילות פרמטר כלשהו,  $m$ , המגולם בתוך הביטויים של המקדמים  $a$ ,  $b$  ו- $c$  נקראות משוואות עם פרמטר. פתרון של משוואה עם פרמטר יתבצע באופן רגיל, אך יכול להכיל את הפרמטר.

### שאלות:

(1) פתור את המשוואה:  $x^2 + mx - 12m^2 = 0$ .

(2) פתור את המשוואה:  $2x^2 + 5m^2 = (11m + 1)x - 5m$ .

### תשובות סופיות:

(1)  $x_1 = 3m$ ,  $x_2 = -4m$

(2)  $x_1 = 5m$ ,  $x_2 = \frac{m+1}{2}$

## חקירה של משוואה ממעלה שנייה:

### סיכום כללי:

#### המשוואה הריבועית:

תהא המשוואה הריבועית:  $ax^2 + bx + c = 0$  כאשר  $a \neq 0$ .  
נגדיר:  $\Delta = b^2 - 4ac$  ונאמר כי:

- למשוואה יהיו שני פתרונות ממשיים שונים אם:  $\Delta > 0$ .
- למשוואה יהיה פתרון ממשי אחד אם:  $\Delta = 0$ .
- למשוואה לא יהיו שני פתרונות ממשיים כלל אם:  $\Delta < 0$ .

אם  $a = 0$  תתקבל משוואה ליניארית מהצורה:  $bx + c = 0$ .

- למשוואה זו יהיה פתרון ממשי אחד אם  $b \neq 0$ .
- למשוואה לא יהיו פתרונות כלל אם:  $b = 0$  ו-  $c \neq 0$ .

אם  $b = 0$  וגם  $c = 0$  למשוואה יהיו אינסוף פתרונות ממשיים.

#### הפונקציה הריבועית:

תהא הפונקציה הריבועית:  $y = ax^2 + bx + c$  כאשר  $a \neq 0$ .  
נגדיר:  $\Delta = b^2 - 4ac$  ונאמר כי לפונקציה נקודות חיתוך עם ציר ה- $x$  באופן הבא:

- אם  $a > 0$  תתקבל פרבולה ישרה (מחייכת):
  - עבור  $\Delta > 0$  הפרבולה תחתוך את ציר ה- $x$  בשתי נקודות שונות.
  - עבור  $\Delta = 0$  הפרבולה תשיק לציר ה- $x$  (חיתוך בנקודה אחת).
  - עבור  $\Delta < 0$  הפרבולה תהיה מרחפת (ללא חיתוך עם ציר ה- $x$  כלל).
- אם  $a < 0$  תתקבל פרבולה הפוכה (עצובה):
  - עבור  $\Delta > 0$  הפרבולה תחתוך את ציר ה- $x$  בשתי נקודות שונות.
  - עבור  $\Delta = 0$  הפרבולה תשיק לציר ה- $x$  (חיתוך בנקודה אחת).
  - עבור  $\Delta < 0$  הפרבולה תהיה מרחפת (ללא חיתוך עם ציר ה- $x$  כלל).

- אם  $a=0$  תתקבל פונקציה ליניארית:  $y = bx + c$  ולה:

○ עבור  $b > 0$  יתקבל ישר עולה החותך את ציר ה- $x$  ב- $\left(-\frac{c}{b}, 0\right)$ .

○ עבור  $b < 0$  יתקבל יורד עולה החותך את ציר ה- $x$  ב- $\left(-\frac{c}{b}, 0\right)$ .

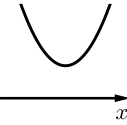
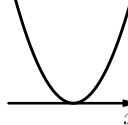
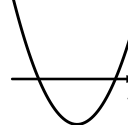
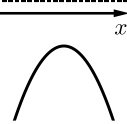
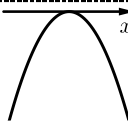
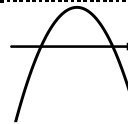
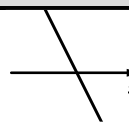
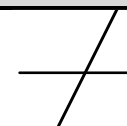
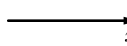
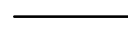
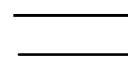
- אם  $b=0$  יתקבל ישר  $y=c$  וכעת:

○ אם  $c > 0$  הישר כולו מעל לציר ה- $x$  ומקביל לו.

○ אם  $c < 0$  הישר כולו מתחת לציר ה- $x$  ומקביל לו.

○ אם  $c=0$  הישר מתלכד עם ציר ה- $x$ .

ניתן לסכם את כל המקרים באופן הבא:

| פירוט מילולי                                                | תנאים                 | $\Delta < 0$                                                                        | $\Delta = 0$                                                                        | $\Delta > 0$                                                                        |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| תיאור גרפי של<br>$y = ax^2 + bx + c$<br>עבור $a \neq 0$     | $a > 0$               |  |  |  |
|                                                             | $a < 0$               |  |  |  |
| תיאור גרפי של<br>כאשר $y = bx + c$<br>$a = 0$ ו- $b \neq 0$ | $a = 0$<br>$b \neq 0$ |  |  |                                                                                     |
|                                                             |                       | $b < 0$                                                                             | $b > 0$                                                                             |                                                                                     |
| תיאור גרפי של<br>$y = c$<br>כאשר $a = 0$ ו- $b = 0$         | $a = 0$<br>$b = 0$    |  |  |  |
|                                                             |                       | $c = 0$                                                                             | $c < 0$                                                                             | $c > 0$                                                                             |

## שאלות:

(1) נתונה המשוואה:  $(3-m)x^2 + 4mx - 2m = 0$ ,  $(m \neq 3)$ .

מצא לאלו ערכי  $m$  למשוואה:

א. שני פתרונות ממשיים שונים.

ב. פתרון ממשי אחד.

ג. אין פתרונות ממשיים כלל.

(2) נתונה הפונקציה:  $y = 2mx^2 + mx - 1$ .

מצא לאלו ערכי  $m$  הפונקציה אינה חותכת את ציר ה- $x$ .

(3) נתונה הפונקציה:  $y = (m^2 - 9)x^2 + (m + 3)x + 4$ ,  $(m \neq \pm 3)$ .

מצא לאלו ערכי  $m$  הפונקציה נמצאת מעל ציר ה- $x$  לכל ערך של  $x$ .

(4) נתון אי השוויון:  $mx^2 > (m + 4)(x - 1) - x^2$ .

מצא לאלו ערכי  $m$  אי השוויון מתקיים לכל ערך של  $x$ .

(5) נתונה המשוואה הבאה:  $-m(x-1)^2 + 2(m+16) = x(6-x(2m-3)) + 1$ .

א. מצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למשוואה:

i. שני פתרונות ממשיים שונים.

ii. פתרון ממשי אחד.

iii. אף פתרון ממשי.

ב. מצא את הפתרון היחיד עבור ערכי ה- $m$  המתאימים במידה והוא קיים.

(6) נתונה המשוואה הבאה:  $m^2x(9x+1)+1=0$ .

א. מצא עבור אלו ערכי  $m$  יש למשוואה:

i. שני פתרונות ממשיים שונים.

ii. פתרון ממשי אחד.

iii. אף פתרון ממשי.

ב. מצא את הפתרון היחיד עבור ערכי ה- $m$  המתאימים במידה והוא קיים.

(7) נתונה המשוואה:  $mx^2 - (9m+4)x + 20m+16 = 0$ .

- א. הראה שעבור כל ערך של  $m$  יש למשוואה לפחות פתרון ממשי אחד.  
 ב. פתור את משוואה והראה כי אחד השורשים הוא מספר קבוע שאינו תלוי ב- $m$ .

(8) לפניך הפונקציה הבאה:  $f(x) = (m^2 - m - 2)x^2 + 2(m-2)x + 4$ .  
 ענה על השאלות הבאות:

- א. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה חותך את ציר ה- $x$  בשתי נקודות שונות?  
 ב. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה חותך את ציר ה- $x$  בנקודת אחת בלבד?  
 ג. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה לא חותך את ציר ה- $x$  כלל?  
 ד. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה חיובי לכל ערך של  $x$ ?  
 ה. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה שלילי לכל ערך של  $x$ ?

(9) נתונה הפונקציה:  $f(x) = kx^2 - 5kx + 6k + 1$ .

- א. עבור אלו ערכי  $k$  גרף הפונקציה יהיה כולו מעל לציר ה- $x$ ?  
 ב. עבור איזה ערך של  $k$  יתקבל גרף פרבולה הנוגעת בציר ה- $x$ ?

(10) עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה:  $f(x) = (k^2 - 5k - 6)x^2 + (2 - 3k)x + 2$   
 הוא אי-שלילי לכל ערך של  $x$ ?

(11) נתונות הפונקציות:  $f(x) = x^2 + 4x + 2m + 2$  ו-  $g(x) = (1-m)x^2 - 3mx - 1.5$ .

- א. מצא עבור אלו ערכי  $m$  נחתכים הגרפים של הפונקציות:  
 i. בשתי נקודות שונות.  
 ii. בנקודה אחת בלבד.  
 iii. באף נקודה.  
 ב. מצא לאלו ערכי  $m$  יהיה גרף הפונקציה  $f(x)$  כולו מתחת לגרף הפונקציה  $g(x)$ .

**(12)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = 2kx^2 + 6kx + 8k + 2$ .

א. עבור איזה ערך של  $k$  גרף הפונקציה יהיה ישר העובר ברביעים הראשון והשני בלבד?

מגדירים פונקציה נוספת:  $g(x) = kx^2 - 6x - 10$ .

ב. האם קיימים ערכי  $k$  עבורם גרף הפונקציה  $f(x)$  הוא מעל גרף

הפונקציה  $g(x)$  לכל  $x$ ? הראה חישוב מתאים.

ג. הוכח כי קיים ערך של  $k$  עבורו גרפים של שתי הפונקציות משיקים זה לזה ומצא אותו.

**(13)** נתונה הפונקציה הריבועית:  $f(x) = 2x^2 - (5m + 7)x + 3m^2 + 8m + 5$ .

א. הראה כי גרף הפונקציה חותך את ציר ה- $x$  לפחות פעם אחת לכל ערך של  $m$ .

ב. מצא את שורשי הפונקציה.

ג. עבור אלו ערכי  $m$  סכום השורשים גדול מ-3.5.

ד. מהם שורשי הפונקציה כאשר:  $m = 0$ ?

**(14)** נתונה המשוואה הבאה:  $(k+1)x^2 + (k^2 - 4k - 5)x - 54 = 0$ .

א. ענה על שני החלקים הבאים:

i. עבור אלו ערכי  $k$  יהיו פתרונות המשוואה שני מספרים נגדיים?

ii. מהם פתרונות המשוואה עבור ערכי ה- $k$  שמצאת?

ב. הראה כי לא קיים ערך של  $k$  עבורו פתרונות המשוואה:

$$(k-4)x^2 + (6k - k^2 - 8)x + 5k - 10 = 0 \text{ הם מספרים נגדיים.}$$

**(15)** נתונה הפונקציה הבאה:  $f(x) = mx^2 + (m-2)x + m^2 + 3m - 10$ .

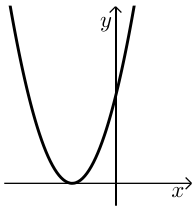
א. מצא עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה עובר בראשית הצירים.

ב. מצא את נקודות החיתוך שבין הגרפים המתקבלים עבור כל ערכי ה- $m$  שמצאת בסעיף א'.

**(16)** מצא עבור אלו ערכי  $m$  למשוואה:  $(4-m)x^2 + (m+2)x + m^2 - 12m - 28 = 0$

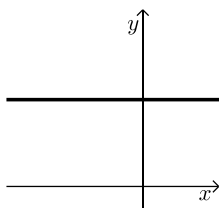
יהיו שני פתרונות ממשיים שונים שאחד מהם הוא אפס.

**(17)** נתונה משפחת הפרבולות הבאה:  $f(x) = 2x^2 + (m+1)x + m^2 + 2m - 2.5$ .



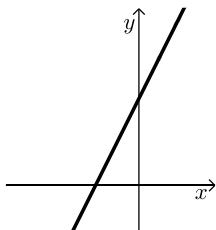
- א. מצא ערך של  $m$  עבורו גרף הפרבולה השייכת למשפחת הפונקציות הנ"ל היא מהצורה:
- ב. עבור ערך ה- $m$  שמצאת בסעיף הקודם מצא את התחום של  $k$  עבורו יהיה לגרף הפרבולה ולישר  $y = kx - 4$  שתי נקודות חיתוך.

**(18)** נתונה הפונקציה הבאה:  $f(x) = (m^2 - 5m + 4)x^2 + (2m - 2)x + 1$ .



- א. עבור אלו ערכים של  $m$  הפונקציה תחתוך את ציר ה- $x$  בשתי נקודות שונות?
- ב. מצא ערך של  $m$  עבורו גרף הפונקציה השייך למשפחת הפונקציות הנ"ל יהיה מהצורה שבצד, וכתוב את משוואת הישר המתקבלת במקרה זה.
- ג. הגרף שאת משוואתו מצאת בסעיף הקודם חותך את גרף הפונקציה  $f(x)$  בשתי נקודות שונות. הראה כי אחת מהן אינה תלויה ב- $m$ .
- ד. עבור אלו ערכי  $m$  נקודת החיתוך שתלויה ב- $m$  תהיה מימין לנקודת החיתוך שמצאת בסעיף הקודם?

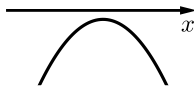
**(19)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{4x(mx+2)+4-m}{4}$ ,  $m$  פרמטר חיובי.



- א. הראה כי לכל הגרפים המייצגים את משפחת הפונקציות הנ"ל יש נקודת חיתוך עם ציר ה- $x$  שאינה תלויה ב- $m$  ומצא את נקודה זו.
- ב. עבור איזה ערך של  $m$  גרף הפונקציה יהיה מיוצג ע"י ישר מהצורה:
- ג. הראה כי קיים תחום של  $x$  אשר לא תלוי ב- $m$  ובו גרף הפונקציה נמצא תמיד מתחת לישר שמצאת בסעיף הקודם ומצא את תחום זה.

**(20)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = 3m^2x^2 + 4mx + 2$ .

- א. הוכח כי הפונקציה נמצאת תמיד מעל לציר ה- $x$  עבור כל ערך של  $m$ .
- ב. מגדירים פונקציה חדשה באופן הבא:  $y = \frac{mx^2 + 2x(m+2) + m}{3m^2x^2 + 4mx + 2}$ . מצא עבור אלו ערכי  $m$  הפונקציה  $y$  היא שלילית.



**(21)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = mx^2 + (2m+1)x - \frac{1}{4}$ .

א. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה השייך למשפחת הפונקציות הנ"ל יהיה מהצורה:

ב. מגדירים פונקציה חדשה באופן הבא:  $y = \frac{(m^2 - 9)x^2 + (m + 3)x - 1}{mx^2 + (2m + 1)x - \frac{1}{4}}$ .

הראה כי הפונקציה  $y$  חיובית בתחום שמצאת בסעיף הקודם.

ג. דרך נקודת החיתוך של גרף הפונקציה  $y$  עם ציר ה- $y$  מעבירים ישר המקביל לציר ה- $x$ .

i. כתוב את משוואת ישר זה.

ii. מצא עבור אלו ערכים של  $m$  גרף הפונקציה חותך את הישר

בנקודה שבה:  $x = -9$ .

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $m > 0$  או  $m < -3$  וגם  $m \neq 3$  ב.  $m = 0, -3$  ג.  $-3 < m < 0$
- (2)  $-8 < m \leq 0$
- (3)  $m > 3\frac{2}{5}$  או  $m < -3$
- (4)  $m > 0$
- (5) א. i.  $m > 3$  ii.  $m$  אף  $m < 3$  iii.  $m < 3$
- ב. לא קיים מקרה בו יש למשוואה פתרון יחיד.
- (6) א. i.  $m > 6, m < -6$  ii.  $m = \pm 6$  iii.  $-6 < m < 6, m \neq 0$
- ב. בשני המקרים יתקבל:  $x = -\frac{1}{18}$
- (7) א. מתקבל:  $\Delta = (m+4)^2$  שתמיד אי-שלילי ובמקרה הלא-ריבועי מתקבלת משוואה עם פתרון אחד.
- ב.  $m_{1,2} = 4, \frac{5m+4}{m}$
- (8) א.  $-2 < m < 2, m \neq -1$  ב.  $m = -1, -2$  ג.  $m < -2, m \geq 2$
- ד.  $-2 < m < -1, m = 2$  ה.  $m$  אף  $m$
- ב.  $k = 4$
- (9) א.  $0 \leq k < 4$
- (10)  $-26 \leq k \leq -2$
- (11) א. i.  $m < -8, m > -2, m \neq 0$  ii.  $m = 0, -2, -8$  iii.  $-8 < m < -2$
- ב.  $-8 < m < -2$
- (12) א.  $k = 0$  ב. לא. אין פתרון לאי-שוויון:  $f(x) > g(x)$
- ג. עבור אי-השוויון של סעיף ב' מתקבל:  $\Delta = 4(k+3)^2$  ולכן כאשר  $k = -3$  הגרפים נוגעים זה בזה בנקודה אחת.
- (13) א. הוכחה. ב.  $x_{1,2} = m+1, 1.5m+2.5$
- ג.  $m > 0$  ד.  $x_{1,2} = 1, 2.5$
- (14) א. i.  $k = 5$  ii.  $x = \pm 3$  ב. הוכחה.
- (15) א.  $m = 2, -5$  ב.  $(0,0), (-1,2)$
- (16)  $m = 14$
- (17) א.  $m = 1$ . כאשר:  $m = -3$  נקבל גרף:  $y = 2x^2 - 2x + 0.5$  המשיק לציר  $x$  מימין לראשית ולכן נפסל. ב.  $k < -4, k > 8$
- (18) א.  $m > 1, m \neq 4$  ב.  $f(x) = 1, m = 1$  ג. הנקודה היא:  $(0,1)$
- ד.  $m \neq 1, m < 4$
- (19) א. הנקודה היא:  $(-0.5, 0)$  ב.  $m = 0$  ג.  $-0.5 < x < 0.5$

**(20)** א. מתקבל:  $\Delta = -8m^2$  ולכן לגרף הפרבולה אין חיתוכים כלל ומכיוון ש-A אי-שלילי הרי שמדובר בפרבולה מרחפת חיובית. במקרה הישר מתקבל ישר המקביל לציר ה-x שגם כן כולו חיובי.  
 ב. מאחר והמכנה תמיד חיובי (ממקודם) יש לדרוש תנאים שיקיימו מונה שלילי ( $\Delta < 0$ ,  $a < 0$ ) - עבור המונה נקבל:  $m < -1$ .

**(21)** א.  $-1 < m < -\frac{1}{4}$  ב. הוכחה. ג. i.  $y = 4$

ii.  $m = 5$ ,  $-1\frac{7}{9}$

## חקירות עם קדקוד פרבולה:

### סיכום כללי:

תהא הפונקציה הריבועית:  $y = ax^2 + bx + c$  כאשר  $a \neq 0$ . נגדיר:  $\Delta = b^2 - 4ac$ .

התיאור הגרפי של הפונקציה הריבועית הוא פרבולה.

עבור  $a \neq 0$  נקבל כי קדקוד הפרבולה הוא:  $\left(-\frac{b}{2a}, -\frac{\Delta}{4a}\right)$ .

• שאלות העוסקות בקדקוד חיובי/שלילי נדרוש:  $-\frac{\Delta}{4a} > 0$  או  $-\frac{\Delta}{4a} < 0$  בהתאמה.

• שאלות העוסקות בקדקוד הנמצא מימין/משמאל לציר ה- $y$  נדרוש  $-\frac{b}{2a} > 0$

או  $-\frac{b}{2a} < 0$  בהתאמה.

• שאלות העוסקות בקדקוד שנמצא מעל/מתחת לישר  $y = n$  או מימין/משמאל

לישר  $x = k$  נדרוש  $-\frac{\Delta}{4a} > n$  ו-  $-\frac{\Delta}{4a} < k$  בהתאמה.

• שאלות העוסקות בקדקוד שבאחד הרביעים נדרוש  $-\frac{b}{2a} > 0$  ו-  $-\frac{\Delta}{4a} > 0$

לפי הרביע המבוקש.

### שאלות:

1) נתונה הפונקציה:  $f(x) = (m+3)x^2 + (3m+14)x + 2m+7$ .

א. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה הוא פרבולה החותכת את ציר ה- $x$  בשתי נקודות?

ב. הבע באמצעות  $m$  את שיעורי קדקוד הפרבולה של גרף הפונקציה הנתונה.

ג. עבור אלו ערכי  $m$  קדקוד הפרבולה יהיה וודאי מתחת לישר:  $y = -4$ ?

ד. עבור אלו ערכי  $m$  מתקיימים התנאים של סעיף א' ו-ג' יחד?

(2) נתונה הפרבולה הבאה:  $f(x) = x^2 - 3(m-2)x + 2m^2 - 8m + 7$ .

א. הוכח את הטענות הבאות:

- i. גרף הפרבולה חותך את ציר ה- $x$  בשתי נקודות עבור כל ערך של  $m$ .
- ii. קדקודי כל הפרבולות המיוצגות ע"י תבנית הפונקציה הנתונה נמצאים מתחת לציר ה- $x$ .
- ב. עבור איזה ערך של  $m$  גרף הפרבולה יחתוך את ציר ה- $x$  בשתי נקודות הנמצאות באותו מרחק מראשית הצירים?
- ג. עבור ערך ה- $m$  שמצאת בסעיף הקודם מצא את נקודות החיתוך על ציר ה- $x$ .
- ד. הראה כי קדקוד הפרבולה המתקבלת בעת הצבת ערך ה- $m$  הנ"ל נמצא על ציר ה- $y$ .

(3) נתונה הפונקציה:  $f(x) = (m^2 - 2m - 3)x^2 + 8x + 0.5$ .

- א. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה הוא פרבולה?
- ב. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה הוא פרבולה החותכת את ציר ה- $x$  בשתי נקודות?
- ג. הבע באמצעות  $m$  את שיעורי קדקוד הפרבולה.
- ד. הוכח כי קדקודי כל הפרבולות נמצאים על הישר:  $2y = 8x + 1$  עבור כל ערך של  $m$  עבורו מתקבלת פרבולה.

(4) נתונה הפונקציה:  $f(x) = (k^2 - 2k + 15)x^2 + kx + 12$ .

- א. הוכח כי עבור כל ערך של  $k$  גרף הפונקציה לא נוגע בציר ה- $x$  כלל.
- ב. הוכח כי קדקוד הפרבולה המיוצגת ע"י התבנית הנ"ל תמיד מעל לציר ה- $x$ .
- ג. עבור איזה ערך של  $k$  קדקוד הפרבולה יהיה על ציר ה- $y$ ?
- ד. מצא את שיעורי קדקוד הפרבולה במקרה זה.

(5) נתונה הפונקציה הבאה:  $f(x) = (k^2 - 9)x^2 + (k+3)x - 1$ .

- א. עבור אלו ערכי  $k$  גרף הפונקציה אינו חותך את ציר ה- $x$ ?
- ב. הבע באמצעות  $k$  את שיעורי קדקוד הפרבולה המיוצגת ע"י התבנית של  $f(x)$ .
- ג. מצא עבור אלו ערכי  $k$  קדקוד הפרבולה יהיה ברביע הראשון.
- ד. האם קיים ערך של  $k$  עבורו קדקוד הפרבולה נמצא על ציר ה- $y$ ? נמק את תשובתך.

(6) נתונה הפונקציה:  $f(x) = (m^2 - 4)x^2 + 5mx + 6$ .

- א. הראה כי הפונקציה חותכת את ציר ה- $x$  לפחות פעם אחת עבור כל ערך של  $m$ .  
 ב. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה הוא פרבולת מינימום?  
 ג. הראה כי קדקוד הפרבולה המתקבל עבור ערכי ה- $m$  שמצאת בסעיף הקודם נמצא תמיד מתחת לציר ה- $x$ .

(7) נתונה הפונקציה:  $f(x) = (m^2 - 8m + 12)x^2 + (m - 2)x + 2$ .

- א. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה יהיה כולו מעל לציר ה- $x$ ?  
 ב. עבור אלו ערכי  $m$  גרף הפונקציה הוא פרבולה מרחפת חיובית שקדקודה משמאל לישר:  $x = -\frac{1}{2}$ .  
 ג. האם ייתכן כי גרף הפונקציה יכול להיות פרבולת מקסימום שקדקודה הוא משמאל לישר:  $x = -\frac{1}{2}$ ? נמק והראה חישוב מתאים.

(8) נתונות הפונקציות הבאות:  $f(x) = (m^2 - 4)x^2 + 2x + 1$ ,  $g(x) = (m + 2)x^2 + (5 - m)x + 3$ .

- א. ענה על השאלות הבאות:  
 i. מצא ערך של  $m$  עבורו הגרפים משיקים זה לזה.  
 ii. מצא ערך של  $m$  עבורו הגרפים חותכים זה את זה בנקודה אחת בלבד.  
 iii. הסבר מדוע בכל מקרה התקבל ערך  $m$  שונה.  
 ב. עבור אלו ערכי  $m$  הגרפים של הפונקציות הם פרבולות מינימום המקיימות שקדקוד הפרבולה המיוצגת ע"י הפונקציה  $f(x)$  נמצא מימין לקדקוד הפרבולה המיוצגת ע"י  $g(x)$ ?

(9) נתונות הפונקציות הבאות:  $f(x) = (m^2 - 9)x^2 + 7x + 5$ ,  $g(x) = (m - 3)x^2 + (4m - 3)x + 1$ .

- א. עבור אלו ערכי  $m$  הגרפים נחתכים בשתי נקודות שונות?  
 ב. ענה על השאלות הבאות:  
 i. עבור איזה ערך של  $m$  הגרפים הם פרבולות נוגעות זו בזו?  
 ii. עבור איזה ערך של  $m$  הגרפים חותכים זה את זה בנקודה אחת בלבד.  
 iii. הסבר את ההבדל בין הערכים של  $m$  שהתקבלו בחלק i ובחלק ii.  
 ג. מצא את נקודת החיתוך של שני הגרפים.  
 ד. עבור אלו ערכי  $m$  הסכום של שיעורי ה- $x$  של נקודות קדקודי הפרבולות של שתי הפונקציות יהיה קטן מ-1?

## תשובות סופיות:

$$(1) \quad \text{א. } m < -28, m > -4, m \neq -3. \quad \text{ב. } \left( \frac{-3m-14}{2m+6}, \frac{-m^2-32m-112}{4m+12} \right)$$

$$\text{ג. } m > -3. \quad \text{ד. } m > -3.$$

$$(2) \quad \text{א. i. מתקבל: } \Delta = m^2 - 4m + 8 \text{ שחיובי תמיד.}$$

$$\text{ii שיעור ה- } y \text{ של הקדקוד הוא: } -\frac{\Delta}{4} \text{ אשר שלילי תמיד.} \quad \text{ב. } m = 2$$

$$\text{ג. } (\pm 1, 0) \quad \text{ד. הקדקוד: } (0, -1).$$

$$(3) \quad \text{א. } m \neq 3, -1. \quad \text{ב. } -5 < m < 7. \quad \text{ג. } \left( \frac{-4}{m^2-2m-3}, \frac{m^2-2m-35}{2(m^2-2m-3)} \right)$$

ד. יש להציב את הקדקוד בישר ולקבל שוויון אמת.

$$(4) \quad \text{א. המקדם } a \text{ תמיד חיובי ומתקבל: } \Delta = -47k^2 + 96k - 720 \text{ שתמיד שלילי.}$$

מכאן שמדובר בפרבולה מרחפת עבור כל  $k$ .  $\text{ג. } k = 0$   $\text{ד. } (0, 12)$

$$(5) \quad \text{א. } -3 \leq k < 1.8. \quad \text{ב. } \left( \frac{1}{2(3-k)}, \frac{9-5k}{4(k-3)} \right). \quad \text{ג. } 1.8 < k < 3.$$

ד. לא. מכיוון שלא קיים ערך של  $k$  עבורו שיעור ה- $x$  של קדקוד הפרבולה יהיה אפס.

$$(6) \quad \text{א. מתקבל: } \Delta = m^2 + 96 \text{ המעיד כי תמיד יש לפונקציה שני חיתוכים וכאשר } m = \pm 2$$

מתקבלים שני ישרים החותכים את ציר ה- $x$ .  $\text{ב. } m < -2, m > 2$

$$(7) \quad \text{א. } m \leq 2, m > 6\frac{4}{7}. \quad \text{ב. } 6\frac{4}{7} < m < 7. \quad \text{ג. לא.}$$

$$(8) \quad \text{א. i. } m = -1\frac{4}{9} \quad \text{ii. } m = -2 \quad \text{iii. במקרה i מדובר בפרבולות אשר}$$

יכולות להשיק ובמקרה ii מדובר בשני ישרים אשר רק נחתכים.  $\text{ב. } 3 < m < 4$

$$(9) \quad \text{א. } m < 3\frac{1}{16}, m \neq 3, -2. \quad \text{ב. i. } m = 3\frac{1}{16} \quad \text{ii. } m = 3, -2$$

iii. במקרה i מדובר במשוואה ריבועית ובנקודת השקה, ובמקרה ii מדובר במשוואה ליניארית ובנקודת חיתוך.

$$\text{ג. עבור } m = -2 \text{ מתקבלת: } \left( -\frac{2}{9}, 3\frac{16}{81} \right) \text{ עבור } m = 3 \text{ מתקבלת: } (2, 19).$$

$$\text{ד. } m < -3, -2.72 < m < 1.22, m > 3$$

# אלגברה א 4033624

פרק 6 - מבוא לתורת הקבוצות - העשרה

תוכן העניינים

1. כללי ..... 112

## כללי:

### סיכום כללי:

#### הגדרות יסודיות:

- גרירה חד כיוונית  $A \Rightarrow B$ : פירושו: אם  $A$  מתקיים אז גם  $B$  מתקיים.
- גרירה דו-כיוונית  $A \Leftrightarrow B$  (אם ורק אם): פירושו:  $A \Rightarrow B$  וגם  $B \Rightarrow A$ .
- הסימן 'או':  $\vee$ .
- הסימן 'וגם':  $\wedge$ .

#### קבוצה, איבר של קבוצה ושייכות לקבוצה:

- קבוצה היא אוסף של עצמים.
- כל עצם בקבוצה נקרא איבר של הקבוצה.
- שייכות לקבוצה:
  - על מנת לציין שהאיבר  $a$  שייך לקבוצה  $A$  נרשום  $a \in A$ .
  - על מנת לציין שהאיבר  $a$  אינו שייך לקבוצה  $A$  נרשום  $a \notin A$ .

#### שוויון בין קבוצות:

- שתי קבוצות הן שוות אם יש להן בדיוק את אותם איברים.
- פורמלית שוויון בין קבוצות מוגדר באופן הבא:  $A = B \Leftrightarrow (x \in A \Leftrightarrow x \in B)$ .

#### הקבוצה ריקה:

קבוצה שאין בה כלל איברים נקראת הקבוצה הריקה ומסומנת ב-  $\emptyset$ , כלומר  $\emptyset = \{ \}$ .

#### קבוצה סופית ואינסופית:

- קבוצה תקרא סופית אם מספר האיברים בה סופי.
- קבוצה תקרא אינסופית אם מספר האיברים בה אינסופי.

**עוצמה של קבוצה:**

מספר האיברים של קבוצה  $A$  נקרא גם העוצמה של הקבוצה ומסומן  $|A|$ .

**תת-קבוצה:**

אם קבוצה  $A$  מוכלת בקבוצה  $B$ , נסמן זאת:  $A \subseteq B$ .

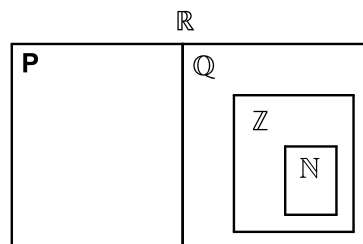
תמיד מתקיים:

- $A \subseteq A$
- $\emptyset \subseteq A$

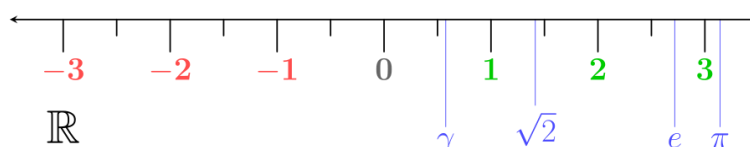
עבור שוויון קבוצות נדרוש:  $A = B \Leftrightarrow (x \in A \Leftrightarrow x \in B)$  או  $A = B \Leftrightarrow (A \subseteq B \wedge B \subseteq A)$ .

**קבוצות מספרים מיוחדות:**

- קבוצת המספרים הטבעיים:  $\mathbb{N} = \{1, 2, 3, 4, \dots\}$
- קבוצת המספרים השלמים:  $\mathbb{Z} = \{0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \dots\}$
- קבוצת המספרים הרציונאליים:  $\mathbb{Q} = \left\{ \frac{p}{q} \mid p, q \in \mathbb{Z}, q \neq 0 \right\}$
- קבוצת המספרים האי-רציונאליים (אין סימון ספציפי לקבוצה זו, למעט  $P$ ).
- קבוצת המספרים הממשיים:  $\mathbb{R}$  (כוללת את  $\mathbb{Q}$  ואת  $P$ ).

**ציר המספרים:**

את קבוצת כל המספרים הממשיים ניתן לתאר על ידי הישר הממשי שהוא הישר שנקודותיו הן המספרים הממשיים:



## קטעים על ציר המספרים:

| סימון קטעים    | סימון קבוצות                    | תיאור מילולי                                   |
|----------------|---------------------------------|------------------------------------------------|
| $(a, b)$       | $\{x \mid a < x < b\}$          | הקטע הפתוח מ- $a$ ל- $b$ לא כולל נקודות הקצה   |
| $[a, b]$       | $\{x \mid a \leq x \leq b\}$    | הקטע הסגור מ- $a$ ל- $b$ וכולל נקודות קצה      |
| $[a, b)$       | $\{x \mid a \leq x < b\}$       | קטע חצי סגור וחצי פתוח, מכיל את $a$ ולא את $b$ |
| $(a, b]$       | $\{x \mid a < x \leq b\}$       | קטע חצי סגור וחצי פתוח, מכיל את $b$ ולא את $a$ |
| $(a, \infty)$  | $\{x \mid a < x < \infty\}$     | הקרן הפתוחה מ- $a$ עד $\infty$ ללא $a$         |
| $[a, \infty)$  | $\{x \mid a \leq x < \infty\}$  | הקרן הסגורה מ- $a$ עד $\infty$ כולל $a$        |
| $(-\infty, b)$ | $\{x \mid -\infty < x < b\}$    | הקרן הפתוחה מ- $-\infty$ עד $b$ ללא $b$        |
| $(-\infty, b]$ | $\{x \mid -\infty < x \leq b\}$ | הקרן הסגורה מ- $-\infty$ עד $b$ כולל $b$       |

## קבוצת החזקה של קבוצה נתונה:

קבוצת כל התת-קבוצות של קבוצה נתונה נקראת קבוצת החזקה של  $A$  ומסומנת  $P(A)$ .

## איחוד וחיתוך קבוצות:

- איחוד קבוצות  $A$  ו- $B$  פירושו הגדרת קבוצה חדשה שמכילה את כל האיברים של הקבוצות עצמן ומסומנת:  $A \cup B$ .
- חיתוך קבוצות  $A$  ו- $B$  פירושו הגדרת קבוצה חדשה שמכילה את האיברים המשותפים של הקבוצות עצמן ומסומנת:  $A \cap B$ .

|            | תכונות האיחוד                           | תכונות החיתוך                           |
|------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
|            | $A \cup B = B \cup A$                   | $A \cap B = B \cap A$                   |
|            | $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$ | $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$ |
| $A \cup B$ | $A \cup A = A$                          | $A \cap A = A$                          |
|            | $A \cup \emptyset = A$                  | $A \cap \emptyset = \emptyset$          |
|            | $A \subseteq A \cup B$                  |                                         |

הדיסטריביוטיביות של החיתוך מעל האיחוד ושל האיחוד מעל החיתוך :

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$$

$$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$$

### הפרש קבוצות:

ההפרש של שתי קבוצות  $A$  ו- $B$  המסומן  $A - B$  הוא קבוצה שאיבריה הם כל איברי  $A$  שאינם איברי  $B$ , כלומר:  $A - B = \{x \mid x \in A \wedge x \notin B\}$ .

### משלים של קבוצה:

ההפרש  $U - A$  מסומן ב- $A^c$  או ב- $A'$  ונקרא **המשלים** של  $A$  כאשר  $U$  היא הקבוצה האוניברסלית.

### כללי דה-מורגן:

$$\bullet (A \cup B)^c = A^c \cap B^c$$

$$\bullet (A \cap B)^c = A^c \cup B^c$$

### דיאגרמת וון:

תיאור גרפי של קבוצות ויחסים ביניהם.

## שאלות:

(1) רשום את הטענות הבאות במילים ובדוק האם הן נכונות:

א.  $\forall x \forall y: (x+y)^2 > 0$

ב.  $\forall x \exists y: (x+y)^2 > 0$

ג.  $\forall x \forall y \exists z: xz = \frac{y}{4}$

ד.  $\forall x > 0, \forall y > 0, \sqrt{xy} \leq \frac{x+y}{2}$

ה.  $\forall n \exists k, n^3 - n = 6k$  ( $k$  ו- $n$  טבעיים).

הערה: בסעיף זה הטבעיים כוללים את 0.

(2) רשום כל אחת מהטענות הבאות בסימנים לוגיים:

א. פתרון אי-השוויון  $x^2 > 4$ , הוא  $x > 2$  או  $x < -2$ .

ב. אי השוויון  $x^2 + 4 > 0$ , מתקיים לכל  $x$ .

ג. לכל מספר טבעי  $n$ , המספר  $n^3 - n$  מתחלק ב-6.

ד. עבור כל מספר  $x$ ,  $|x| < 1$  אם ורק אם  $-1 < x < 1$ .

(3) רשמו במפורש את הקבוצות הבאות על ידי צומדיים או באמצעות קטעים,

ואת מספר איברי הקבוצה:

א.  $A = \{x \in \mathbb{R} \mid x^2 < 16\}$

ב.  $B = \{x \in \mathbb{Z} \mid x^2 < 16\}$

ג.  $C = \{x \in \mathbb{N} \mid x^2 < 16\}$

ד.  $D = \{x \in \mathbb{Z} \mid (x+4)(x-1) < 0\}$

ה.  $E = \{x \in \mathbb{N} \mid x^3 + x^2 - 2x = 0\}$

ו.  $F = \{x \in \mathbb{Z} \mid |x| < 4\}$

(4) הגדר את הקבוצות הבאות על ידי פירוט כל איבריהן או על ידי רישומן בצורה:

$A = \{x \mid x \text{ מקיים תכונה מסוימת}\}$

א. קבוצת המספרים השלמים החיוביים האי-זוגיים.

ב. קבוצת המספרים הראשוניים בין 10 ל-20.

ג. קבוצת הנקודות במישור הנמצאות על מעגל שמרכזו בראשית ורדיוסו 4.

ד. קבוצת ריבועי המספרים 1, 2, 3, 4.

(5) ציין אילו מן הקבוצות הבאות שוות זו לזו :

א.  $A = \{11, 13, 17, 19\}$

ב.  $B = \{x \mid 10 < x < 20, x \text{ מספר ראשוני}\}$

ג.  $C = \{11, 11, 17, 13, 19\}$

ד.  $D = \{x \mid x = 4k, k \in \mathbb{Z}\}$

ה.  $E = \{x \mid x = 2m, m \text{ שלם זוגי}\}$

(6) נתונה הקבוצה הבאה :  $A = \{1, 2, \{2\}, \{2, 5\}, 4, \{2, 4\}\}$

מי מבין הטענות הבאות נכונה :

ג.  $\{2\} \in A$

ב.  $2 \in A$

א.  $5 \in A$

ו.  $\emptyset \in A$

ה.  $\{\{2\}\} \subseteq A$

ד.  $\{2\} \subseteq A$

ט.  $\{2, 4\} \subseteq A$

ח.  $\{2, \{2\}\} \subseteq A$

ז.  $\emptyset \subseteq A$

יב.  $\{2, 5\} \subseteq A$

יא.  $\{\{2, 4\}\} \in A$

י.  $\{2, 4\} \in A$

יד.  $\{1, 4\} \in A$

יג.  $\{2, 5\} \in A$

(7) מצא שתי קבוצות,  $A$  ו- $B$ , המקיימות :

א.  $A \in B$

ב.  $A \subseteq B$

(8) נתונות הקבוצות הבאות :

$A = \{3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ ,  $B = \{4, 6, 8, 10\}$ ,  $C = \{3, 5, 7, 9\}$ ,  $D = \{6, 7, 8\}$ ,  $E = \{7, 8\}$

קבע איזה מבין הקבוצות לעיל יכולה להיות הקבוצה  $X$  :

א.  $X \subseteq A$  וגם  $X \not\subseteq D$

ב.  $X \subseteq D$  וגם  $X \not\subseteq C$

ג.  $X \subseteq E$  וגם  $X \not\subseteq A$

(9) הוכח :  $A \subseteq B \wedge B \subseteq C \Rightarrow A \subseteq C$

**10** נתונות הקבוצות הבאות :

$$A = \{3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}, B = \{4, 6, 8, 10\}, C = \{3, 5, 7, 9\}, D = \{6, 7, 8\}$$

רשום את :

א.  $A \cup B$       ב.  $A \cap B$       ג.  $(A \cup B) \cap C$

ד.  $(B \cup C) \cap (B \cup D)$       ה.  $(B \cap C) \cup (B \cap D)$

**11** נתונות הקבוצות הבאות :

$$A = [1, 4), B = (-2, 1), C = \{x \in \mathbb{R} \mid 0 \leq x \leq 4\}, D = \{x \mid 2^x = 0\}$$

רשום את :

א.  $A \cup B$       ב.  $A \cap B$       ג.  $(A \cup B) \cap C$

ד.  $(B \cup C) \cap (B \cup D)$       ה.  $(B \cap C) \cup (B \cap D)$

**12** נתונות 3 קבוצות :  $A = \{4, 5, 6, 7, 8\}, B = \{5, 6, 7, 8, 9\}, C = \{4, 5, 6, 10\}$

א. חשב את  $(A - B) - C$

ב. חשב את  $A - (B - C)$

**13** נתון :  $U = \{11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18\}, A = \{12, 15, 18\}, B = \{13, 15, 17\}$

הדגם את כלל דה מורגן  $(A \cup B)^c = A^c \cap B^c$ .

**14** הוכח את כלל דה מורגן הראשון  $(A \cup B)^c = A^c \cap B^c$ .

**15** מצא את הקבוצה המשלימה, ביחס ל- $\mathbb{R}$ , של הקבוצות הבאות :

א.  $A = [1, \infty)$

ב.  $B = (-\infty, 1) \cup (4, \infty)$

ג.  $C = \{x \in \mathbb{R} \mid x^2 - 5x + 4 > 0\}$

ד.  $D = \{x \in \mathbb{R} \mid |x - 1| < 2 \vee x > 4\}$

**16** הצג באמצעות דיאגרמת וון את הקבוצות הבאות :

ב.  $A \cup B$

א.  $A \cap B$

ד.  $A \cap B^c$

ג.  $A^c$

ו.  $A \cup B^c$

ה.  $A^c \cap B$

ח.  $A^c \cup B^c = (A \cap B)^c$

ז.  $A^c \cup B$

ט.  $A^c \cap B^c = (A \cup B)^c$

**17** נתונה הקבוצה :  $A = \{\emptyset, 4, \{4\}\}$

רשמו את  $P(A)$ .

**18** הוכיחו או הפריכו על ידי דוגמה נגדית :

א. לכל קבוצה  $A$  מתקיים  $A \subseteq P(A)$ .

ב. לכל קבוצה  $A$  מתקיים  $A \not\subseteq P(A)$ .

**19** הוכיחו כי :  $A \subseteq B \Rightarrow P(A) \subseteq P(B)$ .

## תשובות סופיות:

- 1 א. לכל  $x$  ולכל  $y$  מתקיים  $(x+y)^2 > 0$ . הטענה אינה נכונה.  
 ב. לכל  $x$  קיים  $y$ , כך ש-  $(x+y)^2 > 0$ . הטענה אינה נכונה.  
 ג. לכל  $x$  ולכל  $y$  קיים  $z$  כך ש-  $xz = \frac{y}{4}$ . הטענה אינה נכונה.  
 ד. לכל  $x$  חיובי ולכל  $y$  חיובי מתקיים  $\sqrt{xy} \leq \frac{x+y}{2}$ . הטענה נכונה.  
 ה. לכל  $n$  טבעי המספר  $n^3 - n$  מתחלק ב-6. הטענה נכונה.
- 2 א.  $x^2 > 4 \Rightarrow x > 2 \vee x < -2$  ב.  $\forall x: x^2 + 4 > 0$   
 ג.  $\forall n \exists k: n^3 - n = 6k$  ד.  $\forall x: |x| < 1 \Leftrightarrow -1 < x < 1$
- 3 א.  $A = (-4, 4)$ , בקבוצה אינסוף איברים.  
 ב.  $B = \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$ , בקבוצה 7 איברים.  
 ג.  $C = \{1, 2, 3\}$ , בקבוצה 3 איברים.  
 ד.  $D = \{-3, -2, -1, 0\}$ , בקבוצה 4 איברים.  
 ה.  $E = \{0, 1\}$ , בקבוצה 2 איברים.  
 ו.  $F = \{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4\}$ , בקבוצה 9 איברים.
- 4 א.  $A = \{x \mid x = 2n - 1, n \in \mathbb{N}\}$  ב.  $B = \{11, 13, 17, 19\}$   
 ג.  $C = \{(x, y) \mid x^2 + y^2 = 4^2, x \in \mathbb{R}, y \in \mathbb{R}\}$  ד.  $D = \{1, 4, 9, 16\}$
- 5 הקבוצות  $A, B$  ו- $C$  שוות זו לזו, והקבוצות  $D$  ו- $E$  שוות זו לזו.
- 6 א. לא נכון. ב. נכון. ג. נכון. ד. נכון. ה. נכון.  
 ו. לא נכון. ז. נכון. ח. נכון. ט. נכון. י. נכון.  
 יא. לא נכון. יב. לא נכון. יג. נכון. יד. לא נכון.
- 7  $A = \{1, 2\}$ ,  $B = \{\{1, 2\}, 1, 2\}$
- 8 א.  $A, C$  ב.  $E, D$  ג. לא קיימת קבוצה כזאת.
- 9 הוכחה.

$$\text{ב. } A \cap B = \{4, 6, 8\}$$

$$\text{ד. } (B \cup C) \cap (B \cup D) = \{4, 6, 7, 8, 10\}$$

$$\text{ב. } A \cap B = \emptyset$$

$$\text{ד. } (B \cup C) \cap (B \cup D) = (-2, 1)$$

$$\text{10 א. } A \cup B = \{3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$$

$$\text{ג. } (A \cup B) \cap C = \{3, 5, 7, 9\}$$

$$\text{ה. } (B \cap C) \cup (B \cap D) = \{6, 8\}$$

$$\text{11 א. } A \cup B = (-2, 4)$$

$$\text{ג. } (A \cup B) \cap C = (0, 4)$$

$$\text{ה. } (B \cap C) \cup (B \cap D) = [0, 1]$$

$$\text{12 א. } \emptyset \quad \text{ב. } \{4, 5, 6\}$$

13 ללא פתרון.

14 הוכחה.

$$\text{15 א. } A^c = (-\infty, 1) \quad \text{ב. } B^c = [1, 4] \quad \text{ג. } C^c = [1, 4] \quad \text{ד. } D^c = (-\infty, 1] \cup [3, 4]$$

16 ראו סרטון.

$$\text{17 } P(A) = \{\emptyset, \{\emptyset\}, \{4\}, \{\{4\}\}, \{\emptyset, 4\}, \{4, \{4\}\}, \{\emptyset, \{4\}\}, \{\emptyset, 4, \{4\}\}\}$$

18 הוכחה.

19 הוכחה.