

# מכינה במתמטיקה



## תוכן העניינים

1	מבוא לאלגברה	1
47	משוואות אלגבריות	47
64	אי שוויונים אלגבריים	64
73	חוקי החזקות והשורשים	73
(ללא ספר)	משוואות ואי-שוויונים מעריכיים	
(ללא ספר)	חוקי הלוגריתמים, משוואות ואי-שוויונים לוגריתמיים	
(ללא ספר)	סדרות	
83	טריגונומטריה במשולש ישר זווית	83
88	זהויות טריגונומטריות	88
109	משוואות טריגונומטריות	109
130	מספרים מרוכבים	130
146	חשבון דיפרנציאלי - גבול של פונקציה	146
(ללא ספר)	חשבון דיפרנציאלי - נגזרות ומשיקים	
(ללא ספר)	חשבון דיפרנציאלי - חקירת פונקציות	
158	חשבון דיפרנציאלי - חקירת פונקציות טריגונומטריות	158
(ללא ספר)	חשבון דיפרנציאלי של פונקציות מעריכיות	
(ללא ספר)	חשבון דיפרנציאלי של פונקציות לוגריתמיות	
(ללא ספר)	חשבון דיפרנציאלי - בעיות קיצון	
176	חשבון אינטגרלי - האינטגרל הכללי	176
183	חשבון אינטגרלי - האינטגרל המסוים וחישובי שטחים	183
211	חשבון אינטגרלי - פונקציה מעריכית, לוגריתמית וחזקה	211
229	חשבון אינטגרלי - אינטגרלים בשיטת ההצבה	229

# מכינה במתמטיקה

## פרק 1 - מבוא לאלגברה

### תוכן העניינים

1	1. מספרים מכוונים
5	2. חזקות ושורשים עם מספרים מכוונים
7	3. סדר פעולות חשבון עם מספרים מכוונים
8	4. אחוזים
14	5. כפל וחילוק שברים
16	6. חיבור וחסור שברים
20	7. בעיות יסודיות באחוזים
22	8. חזרה על תבניות מספר
24	9. כינוס איברים
26	10. פישוט ביטויים על ידי פתיחת סוגריים
29	11. פישוט ביטויים באמצעות נוסחאות הכפל המקוצר
31	12. פירוק לגורמים של ביטויים אלגברים
34	13. פירוק הטרינום
36	14. שברים אלגברים
40	15. כפל וחילוק של שברים אלגברים
42	16. חיבור וחסור של שברים אלגברים
46	17. שברים כפולים

## 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:



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

## 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 זוגי 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 וחסור.
- פעולות חזקה ושורש קודמות לפעולות כפל וחילוק.
- סוגריים קודמים לכל.

שאלות:

1) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

א. $\sqrt{81} + 3 \cdot 2^3 - 40 : 8$	ב. $(-3)^2 : 9 - 2 \cdot (-4^2)$
ג. $\sqrt{144} - 20 : 4 + 3 \cdot (-2)^2$	ד. $3 + 4 \cdot [-3 + 4 \cdot (-2)] + \sqrt{10 + 6}$
ה. $(-3)^4 : (-9) - 5 \cdot (-2)^3$	ו. $-\sqrt{9} + 5^2 : (-4 - 1) - 24 : 12 \cdot 3$
ז. $-2^5 : (-8) + 4^2 - 3 \cdot 5$	ח. $\sqrt[3]{-27} + 4 \cdot 3^2 - 2 \cdot 3^3$
ט. $[6 \cdot (-1)^4 - 10 \cdot (-1)^3] \cdot (-1)^5$	י. $(8 - \sqrt[3]{64}) \cdot (2 \cdot (-4) - \sqrt{243})$

יא.  $\frac{3^2 \cdot (8 - 2 \cdot 3)^3}{(5^2 \cdot 3 - 72) \cdot (-4)} + 2 \cdot \{15 - 20 : (4 + 3 \cdot 2)\}$

תשובות סופיות:

1) א. 28	ב. 33	ג. 19	ד. -37	ה. 31	ו. -14
ז. 5	ח. -21	ט. -16	י. -44	יא. 20	

## אחוזים:

### סיכום כללי:

#### הגדרה כללית - שבר:

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

$$\frac{\text{מונה}}{\text{מכנה}}$$

#### ישנם שלושה סוגים אפשריים של שברים:

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

#### שבר עשרוני:

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

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

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

#### הגדרה - אחוז:

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%.

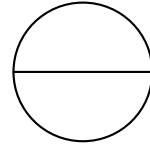
## שאלות:

12) צבע את החלקים המתאימים בכל עיגול:

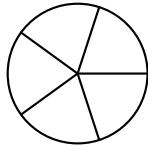
ב. צבע  $\frac{1}{6}$  מהעיגול



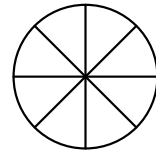
א. צבע  $\frac{1}{2}$  מהעיגול



ד. צבע  $\frac{2}{5}$  מהעיגול



ג. צבע  $\frac{3}{8}$  מהעיגול



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

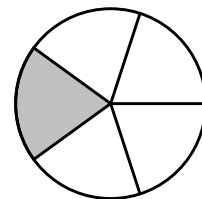
ב. שבר:



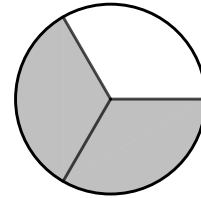
ד. שבר:



א. שבר:



ג. שבר:



14) הרחב את השברים הבאים :

א. השבר  $\frac{1}{2}$  לפי מכנה 4, לפי מכנה 18, לפי מכנה 40.

ב. השבר  $\frac{3}{5}$  לפי מכנה 10, לפי מכנה 25, לפי מכנה 60.

ג. השבר  $\frac{5}{8}$  לפי מכנה 16, לפי מכנה 32, לפי מכנה 88.

15) 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. $\frac{33}{121}$

16) 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. $\frac{60}{9}$

17) 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. $12\frac{7}{9}$

18) 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 $\frac{5}{18}$

**(19)** 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

**(20)** 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. $-4\frac{1}{16}$

**(21)** 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. $\frac{2}{11}$
------------------	------------------	------------------	-------------------

**(22)** המר מאחוזים לשברים פשוטים:

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

**(23)** 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:

(12) תשובה מודגמת בסרטון.

- (13) א.  $\frac{1}{5}$     ב.  $\frac{1}{6}$     ג.  $\frac{2}{3}$     ד.  $\frac{3}{4}$
- (14) א.  $\frac{4}{8}, \frac{18}{36}, \frac{40}{80}$     ב.  $\frac{30}{50}, \frac{75}{125}, \frac{180}{300}$     ג.  $\frac{80}{128}, \frac{160}{256}, \frac{440}{700}$
- (15) א.  $\frac{5}{6}$     ב.  $\frac{1}{3}$     ג.  $\frac{1}{4}$     ד.  $\frac{1}{5}$     ה.  $\frac{5}{8}$     ו.  $\frac{4}{7}$
- (16) א.  $-6\frac{2}{3}$     ב.  $4\frac{3}{4}$     ג.  $2\frac{2}{5}$     ד.  $4\frac{2}{5}$     ה.  $-5\frac{4}{6}$     ו.  $-7\frac{1}{7}$
- (17) א.  $\frac{5}{3}$     ב.  $\frac{23}{6}$     ג.  $\frac{9}{2}$     ד.  $\frac{25}{4}$     ה.  $\frac{47}{4}$     ו.  $-\frac{21}{8}$
- (18) א.  $\frac{4}{10}$     ב.  $\frac{7}{6}$     ג.  $\frac{5}{6}$     ד.  $\frac{7}{12}$
- (19) א.  $\frac{7}{10}$     ב.  $\frac{7}{100}$     ג.  $\frac{7}{1000}$     ד.  $\frac{17}{50}$     ה.  $\frac{38}{125}$     ו.  $\frac{13}{20}$
- (20) א. 0.3    ב. 0.03    ג. 0.003    ד. 0.023    ה. 0.5    ו. 0.75
- א. 0.4    ב. 0.16    ג. 0.14    ד. 0.15    ה. 0.875    ו. -4.0625
- א. 0.5625    ב. 9.1    ג. 3.2    ד. 4.875    ה. 0.18
- (21) א.  $\overline{0.6}$     ב.  $\overline{0.83}$     ג. 0.428    ד.  $\overline{0.18}$
- (22) א.  $\frac{1}{4}$     ב.  $\frac{8}{25}$     ג.  $\frac{16}{25}$     ד.  $\frac{4}{5}$     ה.  $1\frac{1}{5}$     ו.  $\frac{1}{20}$
- א. 3    ב.  $1\frac{1}{2}$

23 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:

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

(2) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

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

## תשובות סופיות:

- (1) 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.  $12\frac{4}{5}$
- (2) 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 וחסור 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 וחסור של שברים.

#### כללי החיבור והחסור של שברים:

- חיבור וחסור 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 וחסור 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.  
 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

$$\text{הנוסחה: } 48 = \frac{40}{100} \cdot 120, \text{ כלומר: תמורת האחוז 40 מהגודל 120 היא 48.}$$

### 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%. בפסח מועלה מחירו ב-7%. מה מחירו בסוף השנה?

6) מוצר מסויים מתייקר בסוכות ב-12%. בפורים מוזל המוצר ב-12%. מחירו בסוף השנה הוא 394.24 ₪. מה מחירו בתחילת השנה?

7) ענה על השאלות הבאות:

- א. באולם קולנוע 200 צופים, מתוכם 176 בניס. 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 בניס.  
 2) א. 40 תלמידים. ב. 12 בניס.  
 3) א. 240 ₪. ב. 60 ₪.  
 4) א. 540 ₪. ב. 40 ₪.  
 5) א. 4.9755 ₪.  
 6) א. 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.  $\frac{1}{2}$   
 ו. הצבה ראשונה: 4, הצבה שניה: 9  
 ז. -37

## 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:

#### (1) כנס איברים דומים:

- |  |   |
|--|---|
| א. $5x + 7x - 4x$  | ב. $9x^2 - 2x^2 - 3x^2 - 2x^2$                |
| ג. $-10xy + 15xy + xy - 2yx$   | ד. $x^2y - 3yx^2 + x^2y$                      |
| ה. $8a^2 + 10a - 5a^2 - 11a + a^2$   | ו. $2x^2 - 3m^2 - x^2 + 3m^2$                 |
| ז. $3xy + y - 30y + 6yx - 7y$  | ח. $mn^2 + 4m^2n + 6n^2m - 10nm^2 + mn^2$     |
| ט. $-6 + x^3 + 4 - 3x^3 + 17x^3 - 17$  | י. $y^2 + x^2 - 5x^2 + 5y^2 + 4x^2 - 6y^2$    |
| יא. $7x^2 - 3x - 4x + 2$   | יב. $5xy + 2x - 3yx - x + 1$                  |
| יג. $3 - x - x^2 + 4x + 5x^2 - 12$   | יד. $x + xy + y - 6yx - 6y - 6x$              |
| טו. $mn + n - 5m + 5nm - 14n + 3m$   | טז. $ab^2 + 6ba^2 - 6b + 16a^2b + 3b - 6b^2a$ |
| יז. $z^3 - 4z^2 + 7 - z^3 - 8 + 8z^2$  | יח. $4x^2z + 6xz^2 - 6 - xz^2 + 12 + 10zx^2$  |
| יט. $2 - x^3 - 3 - 4x^2 + 2x + x^3 + x^2 - 2$  | כ. $x^3 - 3x - 4x^2 + 2x + x^3 + x^2 - 2x^3$  |
| כא. $2a^2b + 3x^2y + 5a^2b + 10x^2y$   | כב. $12x^2y^3 + 13a^2 - 20x^2y^3 + 2a^2$      |
| כג. $2y^2 - 4x^3y^2 - 10y^2 - x^3y^2$  | כד. $-2x^3y + 5x^2 - 4yx^3 - 6x^2$            |
| כה. $2a^2b + 2b + 3a^2 + 5b$   | כו. $5a^2b - 8ab^2 + 20a^2b - 14ab^2$         |
| כז. $-12x^2 + 2y^2 + 3x^2y + 14xy^2 - 5xy^2 - 6y^2 + 2xy + 11x^2 + x^2y - 9xy$               |   |
| כח. $21x^3y^3 + x^2y^2 - 3xy^3 + x^3y - 15x^2y^2 - 7x^3y + 12x^3y^3 - 4xy^3 + 4xy^3 - 6x^3y$ |   |

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $8x$       ב.  $2x^2$       ג.  $4xy$
- ד.  $-x^2y$       ה.  $4a^2 - a$       ו.  $x^2$
- ז.  $9xy - 36y$       ח.  $8mn^2 - 6nm^2$       ט.  $15x^3 - 19$
- י.  $-13n - 2m + 6mn$       יא.  $7x^2 - 7x + 2$       יב.  $2xy + x + 1$
- יג.  $4x^2 + 3x - 9$       יד.  $-5x - 5y - 5xy$       יו.  $-5ab^2 + 22a^2b - 3b$
- יח.  $14x^2z + 5xz^2 + 6$       יז.  $4z^2 - 1$       יט.  $-3x^2 + 2x - 3$
- כא.  $7a^2b + 13x^2y$       כב.  $-8x^2y^3 + 15a^2$       כג.  $-8y^2 - 5x^3y^2$
- כד.  $-6x^3y - x^2$       כה.  $2a^2b + 3a^2 + 7b$       כו.  $25a^2b - 22ab^2$
- כז.  $-x^2 - 4y^2 + 4x^2y + 9xy^2 - 7xy$
- כח.  $33x^3y^3 - 14x^2y^2 - 3xy^3 - 12x^3y$

## 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.  $-6x - (-3x - 1) - (-7 - 4x) + 1$

ה.  $(3 - 2x^2 + 4)2 + 3(x - x^2) - 6(7 - 5x) + 4x^2$

ו.  $3y^2 - (y + 1 - 2y^2) + 6(5y - 6) - (-y - 4)3 + 5(y^2 + 1) - 7$

4 פשט את הביטויים הבאים :

א.  $(x - 1)(x + 2)$       ב.  $(x + 3)(x - 7)$

ג.  $(3 - x)(x + 4)$       ד.  $(3x + 4)(5x + 1)$

ה.  $3(4x + 1)(2x - 3)$       ו.  $-2(3x - 1)(5 - 2x)$

5 פשט את ערכי הביטויים הבאים :

א.  $(x - 1)(x + 3) + 2(3 - x)$

ב.  $(a + 4)(a - 2) - (a + 5)(a - 3)$

ג.  $(2m - 3)(4m + 3) + 5(2m^2 - 6)$

ד.  $-x^2y^2(x^3y + x^2) + 2xy(2x^3y - x^4y^2)$

## תשובות סופיות:

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

## 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:

א. $x^2+10x+25$	ב. $x^2+4x+4$	ג. $16x^2+40x+25$	(1)
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. $x^6+4x^4y^2+4y^4x^2$	
א. $x^2-12x+36$	ב. $x^2-4x+4$	ג. $25-10x+x^2$	(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. $x^4y^4-14x^2y^2+49$	
א. $x^2-25$	ב. $x^2-9$	ג. $9x^2-1$	(3)
ה. $\frac{1}{4}x^2-36$	ו. $25y^2-\frac{1}{16}x^2$	ז. $x^4-y^2$	
א. $x^2+2$	ב. $5x^2-24x+13$	ג. $-4x^2-x$	(4)
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:  $ax^2 + \underbrace{m_1x + m_2x} + c$ .

### 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:

$$(1) \quad \text{א. } (x+1)(x+4) \quad \text{ב. } (x-3)(x-5) \quad \text{ג. } (x-2)(x-31)$$

$$\text{ד. } (2x-3)(x+5) \quad \text{ה. } (3x-2)(x-3) \quad \text{ו. } (3x+1)(2x+1)$$

$$\text{ז. } (x+2)(2x-3) \quad \text{ח. } (x-9)^2 \quad \text{ט. אין פירוק.}$$

$$(2) \quad \text{א. } 6\left(x+\frac{1}{3}\right)\left(x+\frac{1}{2}\right) \quad \text{ב. } (x+1)(x+4) \quad \text{ג. } (2x+5)^2 \quad \text{ד. אין פירוק.}$$

## שברים אלגבריים:

### 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 אלגבריים:

ניתן לצמצם שברים אלגבריים 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $x \neq -3$     ב.  $x \neq 6$     ג.  $x \neq 4$     ד.  $x \neq 0, x \neq 4$   
 ה.  $x \neq -1$     ו.  $x \neq -2, x \neq 2$     ז.  $y \neq 0, y \neq -1, y \neq 1$   
 ח.  $x \neq 0, x \neq 1, x \neq 4$
- (2) א.  $x$     ב. לא ניתן לצמצם.    ג.  $1-x$   
 ד. לא ניתן לצמצם.    ה. לא ניתן לצמצם.    ו.  $\frac{x}{y}$     ז.  $\frac{x}{y}$   
 ח. לא ניתן לצמצם.    ט.  $4x$     י. לא ניתן לצמצם.
- (3) א.  $x \neq -4, 3$     ב.  $\frac{m}{4}, m \neq -4$     ג.  $\frac{2}{a}, a \neq 0, 6$   
 ד.  $-\frac{x}{3}, x \neq 5$     ה.  $-3, y \neq \pm \frac{1}{\sqrt{6}}$     ו.  $\frac{2x^2}{3}, x \neq \frac{1}{2}$   
 ז.  $\frac{3}{y(y-3)}, y \neq 0, 3$     ח.  $\frac{3z^2-12z+4}{z+5}, z \neq 0, -5$
- (4) א.  $\frac{x+5}{2}, x \neq -5$     ב.  $\frac{n}{8-n}, n \neq 8$     ג.  $\frac{z^2}{2(z-4)}, z \neq 4$   
 ד.  $\frac{2m+5}{2m}, m \neq 0, -\frac{5}{2}$     ה.  $\frac{2(2-3y)}{y}, y \neq 0, \frac{2}{3}$     ו.  $\frac{a(a+2b)}{3b}, b \neq 0, a \neq -2b$
- (5) א.  $\frac{1}{x-5}, x \neq 5, -2$     ב.  $m-8, m \neq 4$     ג.  $\frac{2}{y+3}, x \neq -3, \frac{5}{2}$   
 ד.  $z+8, z \neq -\frac{2}{3}$     ה.  $\frac{x-4}{x^2}, x \neq 0, -9$     ו.  $\frac{-3n}{2n+1}, n \neq -\frac{1}{2}, \frac{4}{3}$   
 ז.  $\frac{x+2}{x+3}, x \neq -2, -3$     ח.  $\frac{x-7}{x+8}, x \neq 7, -8$   
 ט.  $\frac{3a-b}{a(2b-3a)}, a \neq 0, b \neq 0, a \neq 3b, 2b \neq 3a$     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.

$$\bullet \text{ דוגמא לכפל שברים: } \frac{x+1}{x^2} \cdot \frac{x}{3x+3} = \frac{x+1}{x^2} \cdot \frac{x}{3(x+1)} = \frac{\cancel{x}(x+1)}{3x^{\cancel{2}}(x+1)} = \frac{1}{3x}$$

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

### 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:

(1) 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.  $\frac{10n(n+11)(n+2)}{n-11}$

(2) א.  $\frac{3}{4}$     ב.  $\frac{y^2}{125}$     ג.  $6a^3$     ד.  $\frac{5}{6a^3}$     ה.  $d^2$     ו.  $\frac{1}{3}$

ז.  $\frac{7(y+4)}{8(y-4)}$     ח.  $\frac{a-8}{a-6}$

## חיבור וחסור של שברים אלגברים:

### סיכום כללי:

ביצוע פעולת החיבור והחסור 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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

6 פשט את הביטויים הבאים :

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

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

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

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

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

## תשובות סופיות:

$$1. \quad \begin{array}{lll} \text{א.} & \frac{2a-5}{6} & (1) \\ \text{ב.} & \frac{4x+8}{x} & \\ \text{ג.} & \frac{5x+1}{x+1} & \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{א.} & \frac{c-5a}{abc} & (2) \\ \text{ב.} & \frac{z+5x+4y}{xyz} & \\ \text{ג.} & \frac{c^2d - a^2d^2 + 2ab^2}{abcd} & \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{ד.} & \frac{-5y^2+x+1}{xy^2} & \\ \text{ה.} & \frac{3y+4}{(y+1)^2} & \\ \text{ו.} & \frac{1}{(z-2)(z-3)} & \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{א.} & \frac{x-2}{x} & (3) \\ \text{ב.} & \frac{y^2+3}{y^2} & \\ \text{ג.} & \frac{2x+4}{x+1} & \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{ד.} & \frac{9x-2}{3x} & \\ \text{ה.} & \frac{-11a^2+a+4}{4a^2} & \\ \text{ו.} & \frac{4x^2y+12z^2+9y^2-3y^3-126xy^2z}{36xy^2z} & \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{א.} & \frac{4x+1}{x(x+1)} & (4) \\ \text{ב.} & \frac{y-6}{y(y+2)} & \\ \text{ג.} & \frac{a^2+4a+6}{a(a+2)} & \\ \text{ד.} & -\frac{4z+21}{3z(z+3)} & \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{א.} & \frac{4}{a-3} & (5) \\ \text{ב.} & \frac{5x+4}{(x-4)(x+4)^2} & \\ \text{ג.} & \frac{2y(4-y)}{(y-2)^2(y+2)} & \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{ד.} & \frac{(4z+3)(z-1)}{2(z+1)^2(z+3)} & \\ \text{ה.} & \frac{x^2-6x-13}{(x+8)(x-5)(x-3)} & \\ \text{ו.} & \frac{4(a^2+6a+6)}{(a+7)^2(2a+1)} & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{ז.} & \frac{x-3}{x-5} \\ \text{ח.} & \frac{3}{a+2b} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{א.} & \frac{x+1}{2} & (6) \\ \text{ב.} & \frac{x}{7} & \\ \text{ג.} & \frac{147y^2-594y+8}{126(y-4)} & \\ \text{ד.} & \frac{1}{2} & \end{array}$$

$$\text{ה.} \quad \frac{1}{3(10x+1)}$$

## שברים כפולים:

### סיכום כללי:

שבר כפול מורכב באופן הבא:  $\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}}$  כאשר מתקיים:  $\frac{a}{b} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{ad}{bc}$

נובע מכאן כי ניתן לצמצם ביטויים בין שני המכנים או שני המונים בלבד.

### שאלות:

(1) פשט את הביטויים הבאים:

$\frac{5}{30t^2}$ .ג	$\frac{y+1}{2y+2}$ .ב	$\frac{4x}{12}$ .א
$\frac{4x}{x+1}$ .ו	$\frac{3y^3 - y^2}{25}$ .ה	$\frac{t^2 - 81}{9t^2}$ .ד
$\frac{1}{x} - 4 + \frac{x}{x+1}$ .ט	$\frac{t^2 - t - 20}{16t + 8}$ .ח	$\frac{8c^2}{3c^3 - 9c^2 - 12c}$ .ז
$\frac{1-3x(x+1)}{5x+5}$	$\frac{25-t^2}{2t+1}$	$\frac{40}{15c+15}$

### תשובות סופיות:

$\frac{(3y-1)(3-y)}{25}$ .ה	$\frac{t-9}{54t^2}$ .ד	$\frac{1}{6t^3}$ .ג	2.5 .ב	$\frac{x^2}{3}$ .א (1)
$\frac{5}{x}$ .ט	$\frac{t+4}{-8(t+5)}$ .ח	$\frac{c}{c-4}$ .ז	$\frac{x(x+1)}{2}$ .ו	

# מכינה במתמטיקה

## פרק 2 - משוואות אלגבריות

### תוכן העניינים

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

## משוואה ממעלה ראשונה:

### סיכום כללי:

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

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

שלבי הפתרון הם:

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

### שאלות:

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{ll} \text{א. } \frac{1}{4} - \frac{2}{x} = 0 & \text{ב. } \frac{1}{2} - \frac{x}{x-1} = 0 \\ \text{ג. } \frac{3}{x} = \frac{1}{x+2} & \text{ד. } \frac{5}{2x-1} = \frac{4}{3x+2} \\ \text{ה. } \frac{x+5}{3x^2} - \frac{1}{6x} = \frac{1}{x} & \text{ו. } \frac{1}{4x} + \frac{3}{x} = \frac{13}{2} \end{array}$$

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

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

### תשובות סופיות:

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

## מערכת שתי משוואות בשני נעלמים ממעלה ראשונה:

סיכום כללי:

הגדרה:

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

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

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

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

פתרון של מערכת משוואות:

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

הצגה גרפית של מערכת משוואות:

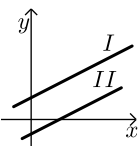
פתרון גרפי של מערכת משוואות הוא נקודת החיתוך של הישרים המייצגים כל משוואה.

יתכנו שלושה מצבים הדדיים בין שני ישרים:



- הישרים נחתכים:

במקרה זה נקודת החיתוך תהיה פתרון המערכת.



- הישרים מקבילים:

במקרה זה לא יהיה פתרון למערכת.



- הישרים מתלכדים:

במקרה זה יהיו אינסוף פתרונות למערכת המשוואות.

### פתרון אלגברי של מערכת משוואות:

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

### הערה:

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

### שאלות:

#### 1) פתור את המשוואות הבאות :

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

#### 2) פתור את המשוואות הבאות :

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

3 פתור את המשוואות הבאות :

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

4 פתור את המשוואות הבאות :

$$\begin{cases} 3y-x+2=4x+2-3y \\ 2x-3-y=5y-4x+3 \end{cases} \text{ א.} \quad \begin{cases} \frac{x-3}{8} - \frac{x+y}{16} = \frac{y-1}{4} \\ 3(2x-y)-4x-11=0 \end{cases} \text{ ב.}$$

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

5 פתור את המשוואות הבאות :

$$\begin{cases} \frac{3}{x} + \frac{3}{y} = 2 \\ \frac{9}{x} - \frac{4}{y} = -7 \end{cases} \text{ ב.} \quad \begin{cases} 4x - \frac{7}{y} = -3 \\ 5x + \frac{2}{y} = 7 \end{cases} \text{ ג.} \quad \begin{cases} \frac{3}{x} + \frac{1}{y} = 4 \\ \frac{5}{x} - \frac{1}{y} = 4 \end{cases} \text{ א.}$$

6 פתור את המשוואות הבאות :

$$\begin{cases} xy=20 \\ y(3x-4)=20 \end{cases} \text{ ב.} \quad \begin{cases} x(y+2)+y=xy-5 \\ x-y=2 \end{cases} \text{ א.}$$

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

**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  $0x = b$  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 חוץ 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

$$\text{כגון: } (x^2 - 1)^2 + 3(x^2 - 1) - 2 = 0 \text{ באמצעות פרמטר: } t = x^2 - 1$$

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:

$$x^4 - 3x^2 + 2 = 0 \quad (2) \qquad 5x^4 + 3x^2 - 8 = 0 \quad (1)$$

$$x^2(x^2 + 1) = 10(3x^2 - 10) \quad (4) \qquad 13x^2(3x^2 - 1) - 2 = 3(x^2 - 1)(x^2 + 1) \quad (3)$$

$$x^3 + 4 = \frac{32}{x^3} \quad (6) \qquad x^6 + x^3 = 56 \quad (5)$$

$$x^8 - 4x^4 - 50 = 31x^4 - 84 \quad (8) \qquad x - 9\sqrt{x} + 14 = 0 \quad (7)$$

$$(2x^2 - x)^2 - 4(2x^2 - x) + 3 = 0 \quad (10) \qquad 125x^6 - 1 = 124(x^6 + x^3 + 1) \quad (9)$$

$$\frac{21}{x^2 - 4x + 10} = 6 + x^2 - 4x \quad (12) \qquad (x^2 + 2x)^2 + 7x^2 + 14x = -6 \quad (11)$$

$$\frac{x^2 + 2x + 2}{x^2 + 2x + 3} = \frac{7}{6} - \frac{x^2 + 2x + 1}{x^2 + 2x + 2} \quad (14) \qquad \frac{12}{x^2 + 2x - 8} = 1 + \frac{7.5}{x^2 + 2x - 3} \quad (13)$$

$$\frac{x^2 - 1}{4x^2 - 28} + 2 = \frac{9}{x^4 - 8x^2 + 7} + \frac{x^2}{2x^2 - 2} \quad (16) \qquad \frac{3}{3x^2 - 15} + \frac{1}{x^2 + 5} = \frac{10}{x^4 - 25} \quad (15)$$

$$\frac{3x^4}{(x+2)^2} + \frac{3x^2}{x+2} = 6 \quad (18) \qquad \left(2x + \frac{3}{x}\right)^2 + 35 = 12\left(2x + \frac{3}{x}\right) \quad (17)$$

$$(x^2 - 5x + 6)(x^2 - 5x - 8) = -24 \quad (20) \qquad (2x - x^2 + 3)(2x - x^2 - 2) = 0 \quad (19)$$

**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) 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 הפרמטרים שבמשוואה.

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

אשר מבוטא באמצעות הפרמטר  $m$ .

בכתיבת פתרון של משוואה עם פרמטרים יש לציין את תחום ההגדרה של הפרמטר עבורו הפתרון הוא בעל משמעות.

בדוגמא הנ"ל תחום ההגדרה הוא:  $m \neq 0$ .

### שאלות:

(1) פתור את המשוואות הבאות:

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

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

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

(2) פתור את מערכות המשוואות הבאות:

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

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

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

3 פתור את המשוואות הריבועיות הבאות:

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

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

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

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

תשובות סופיות:

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

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

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

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

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

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

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

## 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:

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

**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:

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

## מכינה במתמטיקה

פרק 3 - אי שוויונים אלגבריים

תוכן העניינים

64	1. אי-שוויונים ממעלה ראשונה.
65	2. אי-שוויונים ממעלה שנייה.
66	3. אי-שוויונים ממעלה שלישית.
67	4. אי-שוויונים עם מנה.
68	5. אי-שוויונים כפולים מערכות או, וגם.
69	6. שאלות מסכמות – אי-שוויונים.
71	7. תחום הגדרה.

## אי-שוויונים ממעלה ראשונה:

### סיכום כללי:

#### מה מותר?

- 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.

#### מה אסור?

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

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

$$6x > 2(3x-1) \quad (2)$$

$$45x - 26 > 109 \quad (1)$$

$$(x-2)^2 + 4 < (x+2)^2 + 20 \quad (4)$$

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

$$4(6x-8) < 8(3x-4) \quad (6)$$

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

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

$$\frac{x-6}{3} - \frac{x-4}{4} \geq 12-x \quad (7)$$

### תשובות סופיות:

$$x \text{ אף } (3)$$

$$x \text{ כל } (2)$$

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

$$x \text{ אף } (6)$$

$$x < 5 \quad (5)$$

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

$$x > -13 \quad (8)$$

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

## אי-שוויונים ממעלה שנייה:

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

$$x^2 - 12x > -32 \quad (10)$$

$$x^2 < 144 \quad (9)$$

$$(x+2)(x+4) < 35 \quad (12)$$

$$(x+2)(x+5) < 0 \quad (11)$$

$$(x-3)(x-7) \geq 8x - 56 \quad (14)$$

$$-x^2 + 13x + 30 < 0 \quad (13)$$

$$(5x+6)^2 \leq 4(x-3)^2 \quad (16)$$

$$(x-5)^2 + x(x+2) < 89 \quad (15)$$

$$x^2 - 10x + 25 > 0 \quad (18)$$

$$-3x^2 + 12x > 0 \quad (17)$$

$$2x^2 + 2x + 24 \geq 0 \quad (20) \quad (x-3)^2 > (x-1)(x+6) - x^2 - 3x \quad (19)$$

### תשובות סופיות:

$$-5 < x < -2 \quad (11)$$

$$x < 4, x > 8 \quad (10)$$

$$-12 < x < 12 \quad (9)$$

$$x \leq 7, x \geq 11 \quad (14)$$

$$x < -2, x > 15 \quad (13)$$

$$-9 < x < 3 \quad (12)$$

$$0 < x < 4 \quad (17)$$

$$-4 \leq x \leq 0 \quad (16)$$

$$-4 < x < 8 \quad (15)$$

$$x \text{ כל} \quad (20)$$

$$x < 3, x > 5 \quad (19)$$

$$x > 5, x < 5 \quad (18)$$

## אי-שוויונים ממעלה שלישית:

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

$$x(x^2 + x + 1) > 0 \quad (22) \qquad (x-1)(x-2)(x-3) > 0 \quad (21)$$

$$x^3 - 25x \geq 0 \quad (24) \qquad (-2x^2 - 3x + 2)(x+1) \leq 0 \quad (23)$$

$$(x^2 + 8x + 20)(3x - 5) \leq 0 \quad (26) \qquad (x^2 + 3x + 5)(x - 2) > 0 \quad (25)$$

$$x^3 - 6x^2 + 9x \leq 0 \quad (28) \qquad (x^2 - x - 6)(x - 1) < 0 \quad (27)$$

$$(x-2)(x-4)(x-1) < 0 \quad (30) \qquad (x^2 + 6)(x+3) > 0 \quad (29)$$

### תשובות סופיות:

$$-2 \leq x \leq -1, x \geq \frac{1}{2} \quad (23) \qquad x > 0 \quad (22) \qquad 1 < x < 2, x > 3 \quad (21)$$

$$x \leq 1\frac{2}{3} \quad (26) \qquad x > 2 \quad (25) \qquad -5 \leq x \leq 0, x \geq 5 \quad (24)$$

$$x > -3 \quad (29) \qquad x \leq 0, x = 3 \quad (28) \qquad x < -2, 1 < x < 3 \quad (27)$$

$$x < 1, 2 < x < 4 \quad (30)$$

## אי-שוויונים עם מנה:

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

$$\frac{x-1}{3x+2} \geq -3 \quad (32)$$

$$\frac{x-1}{x^2-9} > 0 \quad (31)$$

$$\frac{x-3}{2x^2-10x+12} > 0 \quad (34)$$

$$\frac{1}{x^2-16} > 0 \quad (33)$$

$$\frac{1}{-3(x-1)} < 0 \quad (36)$$

$$\frac{2x-1}{x-5} \leq 0 \quad (35)$$

$$\frac{1}{x^2-5x+6} < 0 \quad (38)$$

$$\frac{x-1}{x+2} \leq 1 \quad (37)$$

$$\frac{1}{x^2-8x+12} \geq 0 \quad (40)$$

$$\frac{x^2-7x+6}{-x^2+3x-7} \geq 0 \quad (39)$$

### תשובות סופיות:

$$x < -4, x > 4 \quad (33)$$

$$x < -\frac{2}{3}, x \geq -\frac{1}{2} \quad (32)$$

$$-3 < x < 1, x > 3 \quad (31)$$

$$x > 1 \quad (36)$$

$$\frac{1}{2} \leq x < 5 \quad (35)$$

$$2 < x < 3, x > 3 \quad (34)$$

$$1 \leq x \leq 6 \quad (39)$$

$$2 < x < 3 \quad (38)$$

$$x > -2 \quad (37)$$

$$x < 2, x > 6 \quad (40)$$

## אי-שוויונים כפולים מערכות או, וגם:

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

$$0 < \frac{1}{x+4} < 2 \quad (42)$$

$$3 < x+1 < 5 \quad (41)$$

$$0 < \frac{8-3x}{5-2x} < 4 \quad (44)$$

$$-1 < \frac{x-1}{x+1} < 1 \quad (43)$$

$$6 < \frac{2x+10}{3} \leq \frac{7x-20}{5} \quad (46)$$

$$6x-38 \leq x-3 \leq 5x+7 \quad (45)$$

$$\frac{4x+5}{15} > \frac{3x-8}{5} + \frac{9-x}{3} > 11 \quad (48)$$

$$-1 \leq \frac{2x-6}{4} < \frac{x+2}{3} \quad (47)$$

### תשובות סופיות:

$$x > 0 \quad (43)$$

$$x > -3\frac{1}{2} \quad (42)$$

$$2 < x < 4 \quad (41)$$

$$x \geq 10 \quad (46)$$

$$-2.5 \leq x \leq 7 \quad (45)$$

$$x < 2\frac{2}{5}, x > 2\frac{2}{3} \quad (44)$$

$$\emptyset \quad (48)$$

$$1 \leq x < 13 \quad (47)$$

## שאלות מסכמות – אי-שוויונים:

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## תשובות סופיות:

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| $x \leq -4$ (2)                           | $-2 < x \leq -\frac{3}{4}$ (1)       |
| $x < -7, -\frac{1}{3} < x < 2, x > 5$ (4) | $-4 \leq x < 2, x \geq 3$ (3)        |
| $x < -3, 0 < x < 2.5$ (6)                 | $-1 < x \leq 1.5, 4 < x \leq 12$ (5) |
| $2.5 \leq x < 8, x > 8$ (8)               | $x < -1, 2 < x < 6, x > 6$ (7)       |
| $x < -3, 0 < x < 1, x > 4$ (10)           | $x > 3$ (9)                          |
| $x > 7$ (12)                              | $-1 < x < 0, 1 < x < 3, x > 3$ (11)  |
| $x \leq 0, 1 \leq x < 2, x > 4$ (14)      | $x < -2, 2 < x < 4$ (13)             |
| $x \neq 1$ (16)                           | $x \neq 7$ (15)                      |
| $-3 < x < -\frac{3}{5}, x > 3$ (18)       | $x \geq 7$ (17)                      |

## תחום הגדרה:

### שאלות:

(1) מצא את תחום ההגדרה של הפונקציות הבאות:

א. $f(x) = \sqrt{3x-4}$	ב. $f(x) = \sqrt{x^2 - 5x - 6}$
ג. $f(x) = \sqrt{12x - x^2 - x^3}$	ד. $f(x) = \sqrt{\frac{x+5}{x^2-4}}$
ה. $f(x) = \frac{1}{\sqrt{x+2}-x}$	ו. $f(x) = \frac{\sqrt{3x^2-2x-1}}{2x-3}$

(2) מצא את תחום ההגדרה של הפונקציות הבאות:

א. $f(x) = \sqrt{\sqrt{x+2}-3}$	ב. $f(x) = \frac{1}{x+\sqrt{x+6}}$
ג. $f(x) = \sqrt{\frac{2x^2+x-3}{x^2+5x+9}}$	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  $x > 2, x \leq -2$ . 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.  $0 < a \leq 1$

# מכינה במתמטיקה

פרק 4 - חוקי החזקות והשורשים

תוכן העניינים

73	.....	1. חוקי החזקות
78	.....	2. חוקי השורשים
82	.....	3. כתיבה מדעית של מספרים

## חוקי החזקות:

סיכום כללי:

סיכום חוקי החזקות:

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

שאלות:

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

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

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

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

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

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

(4) חשב ללא מחשבון את ערכי הביטויים הבאים:

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

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

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

(6) לפניך הביטויים הבאים:  $\left((3^2)^3\right)^4$  ו-  $\left((3^6)^n\right)^2$ .

מצא  $n$  כך שיתקיים שוויון בין שני הביטויים.

(7) חשב ללא מחשבון את הביטויים הבאים:

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

(8) פשט את הביטויים הבאים:

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

9 פשט את הביטויים הבאים :

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

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

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

11 חשב ללא מחשבון את הביטויים הבאים :

$\left(\frac{7^3 \cdot 16 \cdot 128 \cdot 49}{(2^27)^5}\right)^3 \quad \text{ג.}$	$\left(\frac{(5^4)^2 3^6}{3^5 5^7}\right)^2 \quad \text{ב.}$	$\left(\frac{3^9 2^6 2^2}{3^6 2^5 3^2}\right)^2 \quad \text{א.}$
---	--	--

12 בטא את הביטויים הבאים מחדש בעזרת שימוש בחזקה שלילית :

$\frac{1}{2^{10}} \quad \text{ג.}$ $\frac{1}{125} \quad \text{ו.}$	$\frac{1}{5^3} \quad \text{ב.}$ $\frac{1}{81} \quad \text{ה.}$	$\frac{1}{4^6} \quad \text{א.}$ $\frac{1}{8} \quad \text{ד.}$
--	--	---

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

$\frac{1}{5^{-3}} \quad \text{ג.}$	$\frac{1}{3^{-2}} \quad \text{ב.}$	$\frac{1}{4^{-3}} \quad \text{א.}$
------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

14) חשב את הביטויים הבאים :

ג.  $5^6 \cdot 5^{-3} \cdot 5^{-2}$

ב.  $2^{-8} \cdot 512 \cdot 2^2$

א.  $3^2 \cdot 3^{-5} \cdot 3^7$

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

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

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

15) פשט את הביטויים הבאים לצורה ללא חזקות שליליות.

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

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

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

16) פשט את הביטויים הבאים :

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

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

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

## תשובות סופיות:

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

## חוקי השורשים:

סיכום כללי:

סיכום חוקי השורשים:

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

שאלות:

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

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

18) חשב ללא מחשבון את ערכם של הביטויים הבאים:

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

19) חשב ללא מחשבון את ערכם של הביטויים הבאים :

ג.  $128^{-\frac{2}{7}}$

ב.  $32^{\frac{3}{5}}$

א.  $8^{\frac{2}{3}}$

ו.  $\left(\frac{64}{343}\right)^{-\frac{2}{3}}$

ה.  $\left(2\frac{1}{4}\right)^{-2.5}$

ד.  $\left(\frac{1}{25}\right)^{-1.5}$

ט.  $16^{\frac{1}{4}} \cdot 8^{\frac{1}{3}} \cdot 4^{-\frac{1}{2}}$

ח.  $343^{\frac{2}{3}} \cdot 100^{\frac{1}{2}}$

ז.  $81^{\frac{3}{4}} \cdot 64^{-\frac{1}{3}}$

20) חשב ללא מחשבון את ערך הביטוי הבא :  $\frac{\sqrt[5]{2^2} \cdot \sqrt{8}}{\sqrt[3]{128}}$

21) פשט את הביטויים הבאים :

ג.  $\sqrt{4} \cdot \sqrt{5} \cdot \sqrt{20}$

ב.  $\sqrt{3} \cdot \sqrt{27}$

א.  $\sqrt{2} \cdot \sqrt{8}$

ו.  $\frac{\sqrt[5]{96}}{\sqrt[5]{3}}$

ה.  $\frac{\sqrt[3]{81}}{\sqrt[3]{3}}$

ד.  $\frac{\sqrt{72}}{\sqrt{2}}$

ט.  $\frac{\sqrt[3]{8^2} \sqrt[4]{25}}{\sqrt[4]{400} \sqrt{2}}$

ח.  $\frac{\sqrt[3]{500} \cdot \sqrt{5}}{\sqrt[4]{25^2} \cdot \sqrt[3]{4}}$

ז.  $\frac{\sqrt[5]{2^2} \cdot \sqrt{8}}{\sqrt[5]{128}}$

22) הכנס לתוך שורש את המספרים החופשיים :

ג.  $\frac{\sqrt{36}}{2}$

ב.  $5\sqrt{3}$

א.  $3\sqrt{2}$

ה.  $x\sqrt{x}$

ד.  $2\sqrt[3]{3}$

23) הכנס את כל המקדמים בביטויים הבאים לתוך השורש :

ג.  $2\sqrt[5]{3}$

ב.  $4\sqrt[3]{2}$

א.  $2\sqrt{5}$

ו.  $\frac{3\sqrt[4]{5000}}{10}$

ה.  $\frac{\sqrt[3]{24}}{2}$

ד.  $\frac{\sqrt{24}}{2}$

ט.  $-5\sqrt{-2}$

ח.  $-5\sqrt[4]{2}$

ז.  $-5\sqrt[3]{2}$

24) הוצא מהשורש את הכופל הגדול ביותר :

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

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

- א.  $\sqrt{40}$       ב.  $\sqrt{50}$       ג.  $\sqrt{320}$
- ד.  $\sqrt[3]{108}$       ה.  $\sqrt[3]{56}$       ו.  $\sqrt[3]{160}$
- ז.  $\sqrt[4]{162}$       ח.  $\sqrt[5]{972}$       ט.  $\sqrt[9]{192}$

26) פשט את הביטויים הבאים :

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

27) פשט את הביטויים הבאים :

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

## תשובות סופיות:

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

## כתיבה מדעית של מספרים:

### שאלות:

28) בטא את המספרים הבאים בכתיב מדעי:

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

29) בטא את המספרים הבאים בכתיב מדעי:

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

### תשובות סופיות:

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

# מכינה במתמטיקה

## פרק 5 - משוואות ואי-שוויונים מעריכיים

### תוכן העניינים

1. משוואות מעריכיות יסודיות ..... (ללא ספר)
2. משוואות עם חיבור וחסור איברים ..... (ללא ספר)
3. משוואות מסכמות שונות ..... (ללא ספר)
4. משוואות עם קבוע אוילר ..... (ללא ספר)
5. מערכת משוואות מעריכיות ..... (ללא ספר)
6. אי-שוויונים מעריכיים ..... (ללא ספר)

## מכינה במתמטיקה

פרק 6 - חוקי הלוגריתמים, משוואות ואי-שוויונים לוגריתמיים

תוכן העניינים

1. הגדרת הלוגריתם ומשוואות יסודיות ..... (ללא ספר)
2. חוקי הלוגריתמים ..... (ללא ספר)
3. חישובים עם חזקה לוגריתמית ..... (ללא ספר)
4. מעבר בין בסיסים ..... (ללא ספר)
5. הלוגריתם הטבעי ..... (ללא ספר)
6. משוואות עם בסיסים שונים ..... (ללא ספר)
7. מערכת משוואות לוגריתמיות ..... (ללא ספר)
8. מערכת משוואות לוגריתמיות ומעריכיות ..... (ללא ספר)
9. אי-שוויונים לוגריתמים ..... (ללא ספר)

# מכינה במתמטיקה

פרק 7 - סדרות

תוכן העניינים

1. סדרה חשבונית ..... (ללא ספר)
2. סדרה הנדסית ..... (ללא ספר)
3. סדרות מעורבות ..... (ללא ספר)
4. סדרה הנדסית אינסופית מתכנסת ..... (ללא ספר)
5. סדרות כלליות וסדרות נסיגה ..... (ללא ספר)

# מכינה במתמטיקה

פרק 8 - טריגונומטריה במשולש ישר זווית

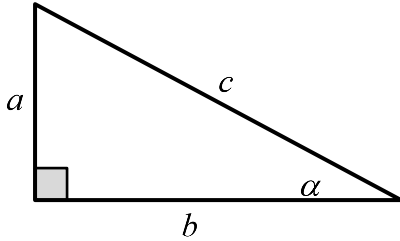
תוכן העניינים

83 ..... 1. משולש ישר זווית

## משולש ישר זווית:

### סיכום כללי:

#### הגדרות הפונקציות הטריגונומטריות:



$$\sin \alpha = \frac{\text{הניצב שמול הזווית}}{\text{היתר}} = \frac{a}{c}$$

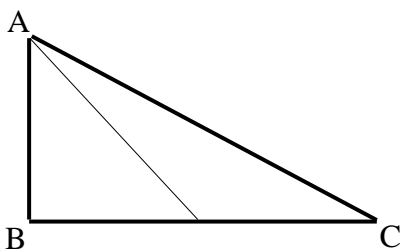
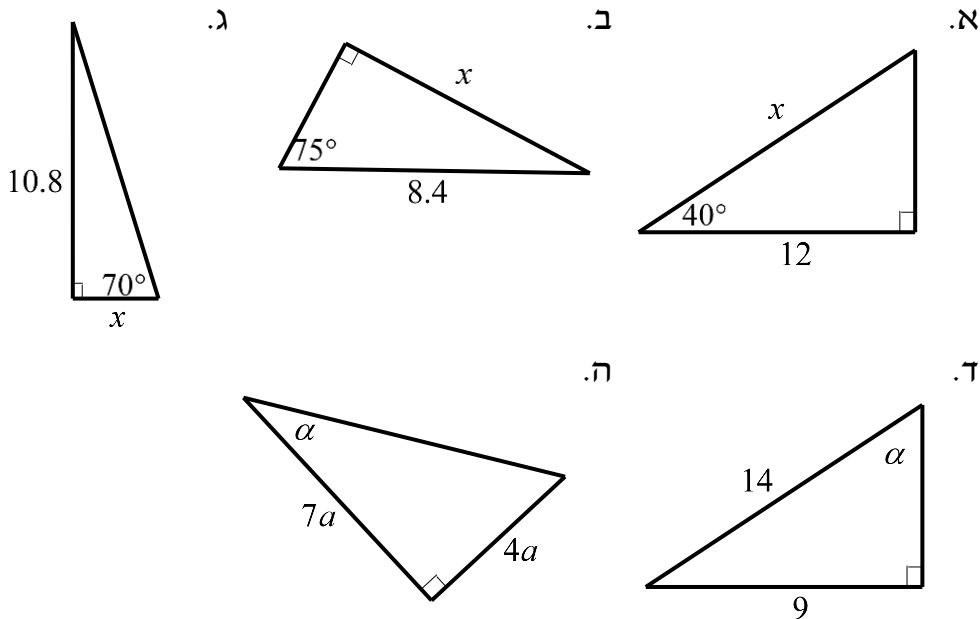
$$\cos \alpha = \frac{\text{הניצב שליד הזווית}}{\text{היתר}} = \frac{b}{c}$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{הניצב שמול הזווית}}{\text{הניצב שליד הזווית}} = \frac{a}{b}$$

$$a^2 + b^2 = c^2: \text{משפט פיתגורס}$$

### שאלות:

1) מצא את ערכו של  $\alpha/x$  במשולשים ישרי הזווית הבאים:



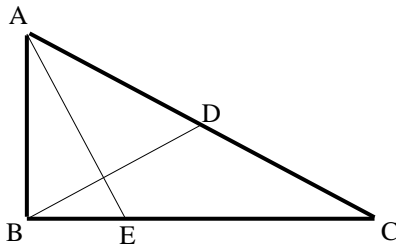
2) המשולש ABC שבציור הוא משולש

ישר זווית ( $\sphericalangle B = 90^\circ$ ).

AD הוא התיכון לניצב BC.

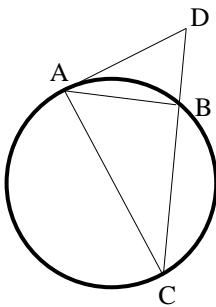
נתון:  $\sphericalangle C = 28^\circ$ ,  $AB = 6$  ס"מ.

מצא את AD ואת  $\sphericalangle BAD$ .



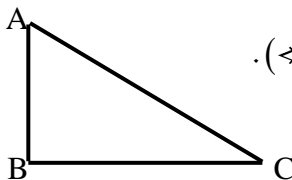
- (3) המשולש ABC שבציור הוא משולש ישר זווית ( $\angle B = 90^\circ$ ). BD הוא התיכון ליתר ו-AE הוא חוצה הזווית  $\angle A$ . נתון:  $BC = 8$  ס"מ,  $BD = 5.6$  ס"מ. מצא את BE ואת  $\angle BAE$ .

- (4) מצא את זוויותיו של מעוין שאורכי אלכסונו 24 ס"מ ו-18 ס"מ.

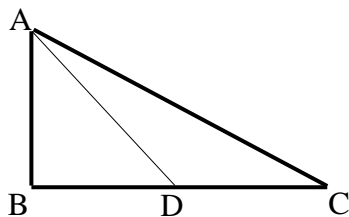


- (5) המשולש ABC חסום במעגל כך שהצלע AC היא קוטר המעגל. המשיק למעגל בנקודה A והמשך הצלע CB נפגשים בנקודה D. נתון:  $\angle DAB = 32^\circ$ ,  $BD = 4$  ס"מ. מצא את אורכו של רדיוס המעגל.

- (6) במשולש שווה שוקיים שבו השוק ארוכה ב-4 ס"מ מהבסיס נתון כי זווית הראש היא  $34.92^\circ$ . מצא את שטח המשולש.

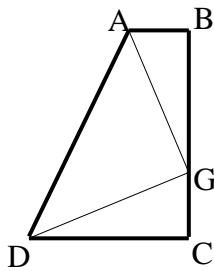


- (7) המשולש ABC שבציור הוא משולש ישר זווית ( $\angle B = 90^\circ$ ). נתון:  $AB = a$ ,  $\angle A = \alpha$ . הבע באמצעות  $\alpha$  ו- $a$  את היקף המשולש.

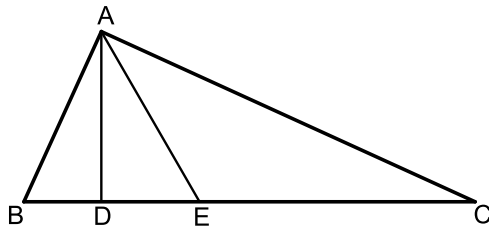


- (8) המשולש ABC שבציור הוא משולש ישר זווית ( $\angle B = 90^\circ$ ). AD הוא התיכון לניצב BC. נתון:  $AB = b$ ,  $\angle C = \alpha$ . הבע באמצעות  $\alpha$  ו- $b$  את אורכי הקטעים AD ו-BD.

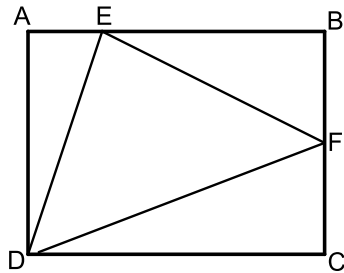
- (9) במשולש ישר זווית אחת הזוויות החדות היא  $\alpha$  ואורך חוצה הזווית זו הוא  $k$ . הבע באמצעות  $\alpha$  ו- $k$  את שטח המשולש ואת אורך היתר.



- 10** טרפז ABCD הוא טרפז ישר זווית ( $\angle B = \angle C = 90^\circ$ ). הנקודה G נמצאת על השוק BC כך ש-  $AG \perp DG$ . נתון:  $\angle BAG = \beta$ ,  $AG = DG = m$ . הבע באמצעות  $\beta$  ו-  $m$  את שטח הטרפז.



- 11** המשולש ABC הוא ישר זווית ( $\angle A = 90^\circ$ ). הקטעים AD ו- AE הם בהתאמה גובה ליתר וחוצה זווית. מסמנים:  $\angle DAE = \alpha$ ,  $DE = k$ .  
א. הבע באמצעות  $k$  ו-  $\alpha$  את שטח המשולש ABC.  
ב. חשב את שטח המשולש ABC אם ידוע כי:  $\alpha = 30^\circ$  ו-  $k = 2$ .

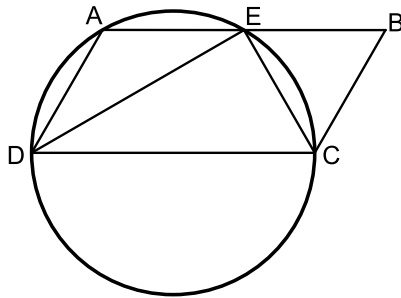


- 12** במלבן ABCD מסמנים את הנקודות E ו- F הנמצאות על הצלעות AB ו- BC בהתאמה כך ש-  $3AE = BE$ . מקיימת:  $AD$  שווה לאורך הקטע BE. מעבירים את הקטעים EF, DF ו- DE כך שנוצר במשולש DEF.  
א. סמן ב-  $t$  את אורך הקטע AE והבע באמצעות  $t$  את אורכי צלעות המשולש DEF.  
ב. חשב את זוויות המשולש EDF.

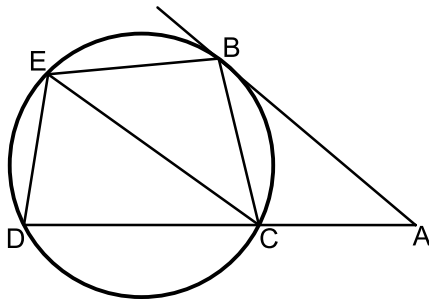
- 13** משולש שווה שוקיים שאורך שוקו  $k$  וזווית הבסיס שלו היא  $\beta$  חוסם מעגל. הבע באמצעות  $\beta$  ו-  $k$  את רדיוס המעגל.

- 14** בטרפז ישר זווית חסום מעגל. אורך השוק הארוכה בטרפז היא  $b$  והזווית שהיא יוצרת עם הבסיס הגדול היא  $\alpha$ . הבע באמצעות  $\alpha$  ו-  $b$  את אורכו של הבסיס הגדול בטרפז ואת שטחו.

הערה: השאלות הבאות משלבות ידע בגיאומטריה ובטריגונומטריה יחד:



- 15) דרך הקודקודים A, C ו-D של המקבילית ABCD מעבירים מעגל. היקף המעגל חוצה את הצלע AB בנקודה E,  $(AE = BE)$ . נתון כי DC הוא קוטר במעגל וכי המיתר DE חוצה את זווית D.
- הוכח כי המיתר CE חוצה את זווית C.
  - רדיוס המעגל יסומן ב-R. הבע באמצעות R את היקף המקבילית.
  - מצא את רדיוס המעגל אם ידוע כי שטח המקבילית הוא  $16\sqrt{3}$  סמ"ר.



- 16) מהנקודה A שמחוץ למעגל מעבירים משיק AB וישר חותך ACD. מעבירים את המיתרים BC ו-BE אשר זהים באורכם. כמו כן מעבירים את המיתר DE. אורך המיתר CE שונה מאורך המשיק AB.
- הוכח כי המרובע ABEC הוא טרפז.
  - הוכח כי:  $\angle BEC = 2 \cdot \angle EDC$ .
  - נתונים:  $\angle A = 40^\circ$ ,  $AC = 6$  ס"מ,  $AB = 9$  ס"מ,  $CE = 8$  ס"מ. חשב את שטח המרובע ABEC.

## תשובות סופיות:

$$(1) \quad \text{א. } x = 15.665 \quad \text{ב. } x = 8.114 \quad \text{ג. } x = 3.931 \quad \text{ד. } \alpha = 40.005^\circ \quad \text{ה. } \alpha = 29.745^\circ$$

$$(2) \quad AD = 8.236 \text{ ס"מ}, \quad \sphericalangle BAD = 43.24^\circ$$

$$(3) \quad BE = 3.294 \text{ ס"מ}, \quad \sphericalangle BAE = 22.792^\circ$$

$$(4) \quad 73.74^\circ, 73.74^\circ, 106.26^\circ, 106.26^\circ$$

$$(5) \quad R = 6.04 \text{ ס"מ}$$

$$(6) \quad S = 28.618 \text{ סמ"ר}$$

$$(7) \quad P = a \left( 1 + \tan \alpha + \frac{1}{\cos \alpha} \right)$$

$$(8) \quad AD = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4 \tan^2 \alpha}}, \quad BD = \frac{b}{2 \tan \alpha}$$

$$(9) \quad AC = \frac{k \cos \frac{\alpha}{2}}{\cos \alpha}, \quad S = \frac{k^2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} \tan \alpha}{2}$$

$$(10) \quad \frac{(m \sin \beta + m \cos \beta)^2}{2}$$

$$(11) \quad \text{א. } S = \frac{k^2}{\cos 2\alpha \tan^2 \alpha} \quad \text{ב. } 24 \text{ סמ"ר}$$

$$(12) \quad \text{א. } DE = t\sqrt{10}, EF = t\sqrt{11.25}, DF = t\sqrt{18.25} \quad \text{ב. } 81.86^\circ, 51^\circ, 47.14^\circ$$

$$(13) \quad R = k \cos \beta \tan \frac{\beta}{2}$$

$$(14) \quad \frac{1}{2} b \sin \alpha + \frac{\frac{1}{2} b \sin \alpha}{\tan \frac{\alpha}{2}}, \quad S = \frac{1}{2} b^2 \sin \alpha (1 + \sin \alpha)$$

$$(15) \quad \text{א. שאלת הוכחה.} \quad \text{ב. } 6R \quad \text{ג. } 4 \text{ ס"מ}$$

$$(16) \quad \text{א. שאלת הוכחה.} \quad \text{ב. שאלת הוכחה.} \quad \text{ג. } 32.78 \text{ סמ"ר}$$

# מכינה במתמטיקה

## פרק 9 - זהויות טריגונומטריות

### תוכן העניינים

88	1. זהויות יסוד
92	2. ערכי הפונקציות הטריגונומטריות עבור זוויות מיוחדות
94	3. מעגל היחידה
97	4. סכום והפרש זוויות
101	5. זווית כפולה
104	6. סכום והפרש פונקציות
107	7. מכפלת פונקציות

## זהויות יסוד:

### סיכום כללי:

$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ $\tan \alpha \cdot \cot \alpha = 1$	$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ , $\cot \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$	קשרים בין פונקציות
$\sin \alpha = \cos(90^\circ - \alpha)$	$\cos \alpha = \sin(90^\circ - \alpha)$	זוויות משלימות ל- $90^\circ$
$\tan \alpha = \cot(90^\circ - \alpha)$	$\cot \alpha = \tan(90^\circ - \alpha)$	
$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$	$\cot^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$	קשרים בין פונקציות

### שאלות:

#### הוכחת זהויות יסודיות:

הוכח את הזהויות הבאות תוך שימוש בזהויות היסוד:

$$\frac{1 - \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = 1 \quad (2)$$

$$\sin^2 \alpha + 2 \cos^2 \alpha = 1 + \cos^2 \alpha \quad (4)$$

$$(\sin \alpha + \cos \alpha)^2 + (\sin \alpha - \cos \alpha)^2 = 2 \quad (6)$$

$$\sin^2(\alpha + 45^\circ) + \sin^2(45^\circ - \alpha) = 1 \quad (8)$$

$$\frac{\sin \alpha (1 - \cos^2 \alpha)}{\cos^3 \alpha} = \tan^3 \alpha \quad (10)$$

$$\cos^2 \alpha (1 + \tan^2 \alpha) = 1 \quad (12)$$

$$\frac{\sin^3 \alpha}{\sin(90^\circ - \alpha) - \cos^3 \alpha} = \tan \alpha \quad (14)$$

$$\frac{1 - 2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + \cot^2 \alpha \quad (16)$$

$$\tan \alpha \cdot \cos \alpha = \sin \alpha \quad (1)$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \tan \alpha \quad (3)$$

$$\frac{\sin^2 \alpha}{1 + \cos \alpha} + \frac{\sin^2 \alpha}{1 - \cos \alpha} = 2 \quad (5)$$

$$\frac{\cos(90^\circ - \alpha)}{\cos \alpha} = \tan \alpha \quad (7)$$

$$\sqrt{1 + \tan^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \tan \alpha \quad (9)$$

$$\frac{\sin(90^\circ - \alpha) - \cos^3 \alpha}{\sin^3 \alpha} = \cot \alpha \quad (11)$$

$$\frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{1 - \cos^2 \alpha} = \cot \alpha \quad (13)$$

$$\tan^2 \alpha - \sin^2 \alpha = \tan^2 \alpha \sin^2 \alpha \quad (15)$$

## הוכחות מתקדמות:

$$(17) \quad \frac{1 + \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} + \frac{1 - \cos \alpha}{1 + \cos \alpha} = 2 + 4 \cot^2 \alpha \quad \text{הוכח את הזהות הבאה:}$$

$$(18) \quad \frac{1 + \tan \alpha}{1 - \tan \alpha} + \frac{1 - \tan \alpha}{1 + \tan \alpha} = \frac{2}{\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha} \quad \text{הוכח את הזהות הבאה:}$$

$$(19) \quad (\cot \alpha - \tan \alpha)(\cot \alpha + \tan \alpha) = (1 + \cot^2 \alpha)(1 + \tan^2 \alpha) \quad \text{הוכח את הזהות הבאה:}$$

$$(20) \quad \frac{\sin^4 \alpha + \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha}{\cos^4 \alpha + \sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha} = \cot^4 \alpha \quad \text{הוכח את הזהות הבאה:}$$

$$(21) \quad 1 - \sin^2 \alpha (1 + \cos^2 \alpha) = \cos^4 \alpha \quad \text{הוכח את הזהות הבאה:}$$

$$(22) \quad \left( \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}} + \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{1 + \cos \alpha}} \right)^2 = 4 + 4 \cot^2 \alpha \quad \text{הוכח את הזהות הבאה:}$$

$$(23) \quad \sin^2 \alpha \cos^2 \beta - \sin^2 \beta \cos^2 \alpha = \sin^2 \alpha - \sin^2 \beta \quad \text{הוכח את הזהות הבאה:}$$

$$(24) \quad \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{\cot \alpha + \cot \beta} = \tan \alpha \tan \beta \quad \text{הוכח את הזהות הבאה:}$$

## הבעת ביטויים וחישובים באמצעות זהויות יסוד:

$$(25) \quad \text{נתון כי: } \sin \alpha + \cos \alpha = k$$

הבע באמצעות  $k$  את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $\sin \alpha \cdot \cos \alpha$

ב.  $\sin \alpha - \cos \alpha$

ג.  $\tan \alpha + \cot \alpha$

ד.  $\sin^3 \alpha + \cos^3 \alpha$

$$(26) \quad \text{נתון כי: } \sin \alpha = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

מבלי למצוא את  $\alpha$  חשב את:  $\tan^2 \alpha - 2 \cot^2 \alpha$

(27) נתון כי:  $\tan \alpha = \sqrt{7}$ .

מבלי למצוא את  $\alpha$  חשב את:  $\frac{\sqrt{7} \sin \alpha + 6 \cos \alpha}{\sqrt{28} \sin \alpha - \cos \alpha}$ .

(28) חשב את ערך המכפלה הבאה:  $\tan 1^\circ \cdot \tan 2^\circ \cdot \tan 3^\circ \cdot \dots \cdot \tan 88^\circ \cdot \tan 89^\circ$ .

**תשובות סופיות:**

- (1) שאלת הוכחה.
- (2) שאלת הוכחה.
- (3) שאלת הוכחה.
- (4) שאלת הוכחה.
- (5) שאלת הוכחה.
- (6) שאלת הוכחה.
- (7) שאלת הוכחה.
- (8) שאלת הוכחה.
- (9) שאלת הוכחה.
- (10) שאלת הוכחה.
- (11) שאלת הוכחה.
- (12) שאלת הוכחה.
- (13) שאלת הוכחה.
- (14) שאלת הוכחה.
- (15) שאלת הוכחה.
- (16) שאלת הוכחה.
- (17) שאלת הוכחה.
- (18) שאלת הוכחה.
- (19) שאלת הוכחה.
- (20) שאלת הוכחה.
- (21) שאלת הוכחה.
- (22) שאלת הוכחה.
- (23) שאלת הוכחה.
- (24) שאלת הוכחה.

$$(25) \quad \text{א. } \frac{k^2 - 1}{2} \quad \text{ב. } \pm\sqrt{2 - k^2} \quad \text{ג. } \frac{2}{k^2 - 1} \quad \text{ד. } \frac{k}{2}(3 - k^2)$$

$$(26) \quad -7.75$$

$$(27) \quad 1$$

$$(28) \quad 1$$

## ערכי הפונקציות הטריגונומטריות עבור זוויות מיוחדות:

**סיכום כללי:**

$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	
1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$\sin \alpha$
0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\cos \alpha$
$\phi$	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	$\tan \alpha$
0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	$\phi$	$\cot \alpha$

**הערות:**

- ערכי הפונקציות הטריגונומטריות עבור זוויות של  $0^\circ$  ו- $90^\circ$  תלמדנה בהמשך אך ניתנו כעת כדי להשלים את תמונת ערכי הזוויות.
- ניתן לזכור את הטבלה ע"י כתיבה של שורת הסינוס לפי:  $\frac{\sqrt{4}}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{1}}{2}, \frac{\sqrt{0}}{2}$  אשר נותנים את הערכים של השורה הראשונה לאחר פישוט קל. עבור שורת ה- $\cos \alpha$  יש להפוך את הערכים ולבסוף יש לחלק כל זוג ביטויים כדי לכתוב את ערכי  $\tan \alpha$  ולסובב עבור ערכי  $\cot \alpha$ .

**שאלות:**

חשב ללא מחשבון את ערכי הביטויים הבאים תוך שימוש בערכי הפונקציות הטריגונומטריות של זוויות מיוחדות:

$$1) \sin 30^\circ + \cos 30^\circ$$

$$2) \frac{\sin 30^\circ \cdot \cos 30^\circ}{\sin 60^\circ}$$

$$3) \tan 45^\circ + \frac{\sin 45^\circ}{\cos 45^\circ}$$

$$\cdot \frac{1 + \cos 60^\circ}{2 \sin 60^\circ} \quad (4)$$

$$\cdot \cos^2 45^\circ + \sin^2 30^\circ \quad (5)$$

$$\cdot \frac{\tan^2 60^\circ \cdot \cos^2 30^\circ}{\cos^2 60^\circ} \quad (6)$$

$$\cdot \frac{\tan 30^\circ \cdot \cot 60^\circ - \cot 45^\circ \cdot \tan 45^\circ}{4 \left( \sin^2 60^\circ - \frac{1}{4} \right)} \quad (7)$$

$$\cdot \frac{27 \cot^4 60^\circ}{\sin 30^\circ \cdot \cos 45^\circ \cdot \tan 60^\circ} \quad (8)$$

### תשובות סופיות:

$$\frac{1 + \sqrt{3}}{2} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \quad (2)$$

$$2 \quad (3)$$

$$\frac{3}{2\sqrt{3}} \quad (4)$$

$$\frac{3}{4} \quad (5)$$

$$9 \quad (6)$$

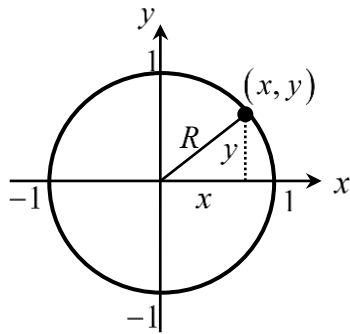
$$-\frac{1}{3} \quad (7)$$

$$2\sqrt{6} \quad (8)$$

## מעגל היחידה – הגדרה וזהויות:

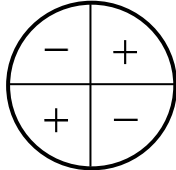
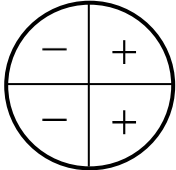
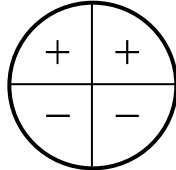
### סיכום כללי:

#### הגדרת מעגל היחידה:



- מעגל קנוני שרדיוסו 1 מוגדר להיות המעגל הטריגונומטרי.
- הנקודות  $(0, -1)$ ,  $(-1, 0)$ ,  $(0, 1)$ ,  $(1, 0)$  מתאימות לזוויות של  $270^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $0^\circ$ .

#### הזהויות של המעגל הטריגונומטרי:

טנגנס	קוסינוס	סינוס	רביע
$\tan(180^\circ - \alpha) = -\tan \alpha$	$\cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$	$\sin(180^\circ - \alpha) = \sin \alpha$	II
$\tan(180^\circ + \alpha) = \tan \alpha$	$\cos(180^\circ + \alpha) = -\cos \alpha$	$\sin(180^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$	III
$\tan(-\alpha) = -\tan \alpha$	$\cos(-\alpha) = \cos \alpha$	$\sin(-\alpha) = -\sin \alpha$	VI
			סימנים

#### זהויות עבור זווית הגדולות מ-360 מעלות:

ניתן להוסיף או להוריד 'סיבובים' שלמים לזווית לפי:

$$\boxed{\sin(\alpha + 360^\circ k) = \sin \alpha} \quad \boxed{\tan(\alpha + 180^\circ k) = \tan \alpha}$$

$$\boxed{\cos(\alpha + 360^\circ k) = \cos \alpha} \quad \boxed{\cot(\alpha + 180^\circ k) = \cot \alpha}$$

כאשר  $k$  הוא מספר שלם מציין את מספר הסיבובים.

**שאלות:**

(1) העבר את הביטויים הבאים לביטויים עם זווית ברביע הראשון. אין צורך לחשב את ערך הביטוי:

א. $\sin 120^\circ$	ב. $\cos 150^\circ$
ג. $\tan 160^\circ$	ד. $\cot 130^\circ$
ה. $\sin 215^\circ$	ו. $\cos 245^\circ$
ז. $\tan 230^\circ$	ח. $\cot 200^\circ$
ט. $\sin 300^\circ$	י. $\cos 310^\circ$

(2) חשב את ערכי הביטויים הבאים ע"י שימוש בזהויות המעגל הטריגונומטרי:

א. $\sin 150^\circ$	ב. $\cos 210^\circ$	ג. $\tan 120^\circ$
ד. $\sin 330^\circ$	ה. $\tan 225^\circ$	ו. $\sin 315^\circ$
ז. $\cos 120^\circ$	ח. $\tan(-30^\circ)$	ט. $\cos(-45^\circ)$
י. $\sin 510^\circ$	יא. $\cos 930^\circ$	יב. $\tan(-225^\circ)$

(3) חשב את ערכי הביטויים הבאים ללא שימוש במחשבון:

$$\begin{aligned} \text{א. } & (\sin 240^\circ \cdot \tan 150^\circ + \cos(-60^\circ))^2 \\ \text{ב. } & 8\sin^2 150^\circ \cdot \tan 135^\circ - 2 \cdot \sin 135^\circ \cdot \cos(-135^\circ) \\ \text{ג. } & \frac{\cot 225^\circ}{\sin(-225^\circ) - \cos 135^\circ} + \tan^2 210^\circ \end{aligned}$$

(4) הוכח כי אם  $\alpha, \beta$  ו- $\gamma$  הן זוויות במשולש, אז מתקיים:

$$\begin{aligned} \text{א. } & \sin(\alpha + \beta) = \sin \gamma \\ \text{ב. } & \sin\left(\frac{\gamma + \beta}{2}\right) = \cos \frac{\alpha}{2} \end{aligned}$$

**תשובות סופיות:**

- |                          |                                       |                          |                         |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| $-\cot 50^\circ$ .ד      | $-\tan 20^\circ$ .ג                   | $-\cos 30^\circ$ .ב      | $\sin 60^\circ$ .א (1   |
| $\cot 20^\circ$ .ח       | $\tan 50^\circ$ .ז                    | $-\cos 65^\circ$ .ו      | $-\sin 35^\circ$ .ה     |
|                          |                                       | $\cos 50^\circ$ .י       | $-\sin 60^\circ$ .ט     |
| $-\frac{1}{2}$ .ד        | $-\sqrt{3}$ .ג                        | $-\frac{\sqrt{3}}{2}$ .ב | $\frac{1}{2}$ .א (2     |
| $-\frac{\sqrt{3}}{3}$ .ח | $-\frac{1}{2}$ .ז                     | $-\frac{\sqrt{2}}{2}$ .ו | 1 .ה                    |
| $-1$ .ב                  | $-\frac{\sqrt{3}}{2}$ .יא             | $\frac{1}{2}$ .י         | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ .ט |
|                          | $\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{3}$ .ג | $-1$ .ב                  | 1 .א (3                 |
- (4) שאלת הוכחה.

## סכום והפרש זוויות:

### סיכום כללי:

סכום והפרש עבור  $\sin(\alpha \pm \beta)$  ו- $\cos(\alpha \pm \beta)$  יחושב לפי:

$$\begin{aligned} \sin(\alpha \pm \beta) &= \sin \alpha \cos \beta \pm \sin \beta \cos \alpha \\ \cos(\alpha \pm \beta) &= \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta \end{aligned}$$

סכום והפרש עבור  $\tan(\alpha \pm \beta)$  ו- $\cot(\alpha \pm \beta)$

$$\begin{aligned} \tan(\alpha \pm \beta) &= \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta} \\ \cot(\alpha \pm \beta) &= \frac{\cot \alpha \cot \beta \mp 1}{\cot \beta \pm \cot \alpha} \end{aligned}$$

### הערה:

בסרטון התיאוריה אין התייחסות מיוחדת לזהויות עבור  $\tan(\alpha \pm \beta)$  ו- $\cot(\alpha \pm \beta)$ .

### שאלות:

1) חשב את ערכי הביטויים הבאים תוך שימוש בזהויות של סכום והפרש זוויות וללא שימוש במחשבון:

א. $\sin 75^\circ$	ב. $\sin 15^\circ$	ג. $\sin 105^\circ$
ד. $\sin(-15^\circ)$	ה. $\cos 75^\circ$	ו. $\cos 15^\circ$
ז. $\cos(-105^\circ)$	ח. $\cos 165^\circ$	ט. $\cos(-195^\circ)$

2) חשב ללא שימוש במחשבון את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $\sin 65^\circ \cos 25^\circ + \sin 25^\circ \cos 65^\circ$   
 ב.  $5 \cos 50^\circ \cos 20^\circ + 5 \sin 50^\circ \sin 20^\circ$

(3) הוכח את הזהויות הבאות :

א.  $\sin(60^\circ + \alpha) + \sin(60^\circ - \alpha) = \sqrt{3} \cos \alpha$

ב.  $\cos(45^\circ - \alpha) - \cos(45^\circ + \alpha) = \sqrt{2} \sin \alpha$

ג.  $\sin(\alpha + \beta) \cdot \sin(\alpha - \beta) = \sin^2 \alpha - \sin^2 \beta$

ד.  $\tan \alpha - \tan \beta = \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \alpha \cos \beta}$

(4) נתון:  $\cos \alpha = \frac{4}{5}$ ,  $\cos \beta = \frac{8}{17}$  ו- $\alpha, \beta$  זוויות חדות.

מבלי למצוא את הערכים של  $\alpha$  ו- $\beta$  חשב :

א.  $\sin(\alpha + \beta)$

ב.  $\cos(\alpha + \beta)$

ג.  $\tan(\alpha + \beta)$

(5) הוכח את הזהות:  $\sin(\alpha + \beta) - \sin(\alpha - \beta) = 2 \sin \beta \cos \alpha$

(6) הוכח את הזהות:  $(\sin \alpha + \cos \alpha)(\sin 2\alpha + \cos 2\alpha) = \sin 3\alpha + \cos \alpha$

(7) הוכח את הזהות:  $\tan 7\alpha - \tan 5\alpha - \tan 2\alpha = \tan 7\alpha \tan 5\alpha \tan 2\alpha$

(8) הוכח את הזהות:  $\frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha + \beta)} = \frac{\tan \alpha - \tan \beta}{1 - \tan \alpha \tan \beta}$

(9) הוכח את הזהות:  $\cot \alpha - \cot \beta = \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\sin \alpha \sin \beta}$

(10) הוכח את הזהות הבאה :

$\sin \alpha \cos \beta \cos \gamma + \cos \alpha \sin \beta \cos \gamma + \cos \alpha \cos \beta \sin \gamma - \sin \alpha \sin \beta \sin \gamma = \sin(\alpha + \beta + \gamma)$

(11) הוכח כי מתקיים :  $\sin 65^\circ \cos 25^\circ + \sin 25^\circ \cos 65^\circ = 1$

(12) הוכח כי מתקיים :  $\tan 18^\circ \tan 27^\circ + \tan 18^\circ + \tan 27^\circ = 1$

(13) נתון כי :  $\sin 76^\circ = m$  . הבע את  $\sin 31^\circ$  באמצעות  $m$  .

(14) הזוויות  $\alpha$  ו- $\beta$  הן זוויות חדות.

נתון כי :  $\tan \beta = \frac{(2k-1)\sqrt{3}}{3}$  ו-  $\tan \alpha = \frac{(2-k)\sqrt{3}}{3k}$

הראה כי מתקיים :  $\alpha + \beta = 60^\circ$  .

(15) היעזר בנוסחה :  $\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta}$  ומצא את  $\tan x$  ו-  $\tan y$

אם ידוע כי :  $\tan(x+y) = -3$  ו-  $\tan(x-y) = \frac{1}{3}$  . הבחן בין שני מקרים.

## תשובות סופיות:

$$(1) \quad \begin{array}{llll} \text{א. } \frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{4} & \text{ב. } \frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4} & \text{ג. } \frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{4} & \text{ד. } \frac{\sqrt{2}-\sqrt{6}}{4} \\ \text{ו. } \frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{4} & \text{ז. } \frac{\sqrt{2}-\sqrt{6}}{4} & \text{ח. } -\frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{4} & \text{ט. } -\frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{4} \\ \text{י. } \frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4} & \text{יא. } \frac{\sqrt{2}-\sqrt{6}}{4} & \text{יב. } \frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{4} & \text{יג. } \frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4} \end{array}$$

$$(2) \quad \begin{array}{ll} \text{א. } 1 & \text{ב. } \frac{5\sqrt{3}}{2} \end{array}$$

(3) שאלת הוכחה.

$$(4) \quad \begin{array}{ll} \text{א. } \frac{84}{85} & \text{ב. } -\frac{13}{85} \\ \text{ג. } -6\frac{6}{13} & \end{array}$$

(5) שאלת הוכחה.

(6) שאלת הוכחה.

(7) שאלת הוכחה.

(8) שאלת הוכחה.

(9) שאלת הוכחה.

(10) שאלת הוכחה.

(11) שאלת הוכחה.

(12) שאלת הוכחה.

(13) שאלת הוכחה.

$$(14) \quad \frac{\sqrt{2}}{2} (m - \sqrt{1-m^2})$$

(15) שאלת הוכחה.

$$(16) \quad 1 \text{ ו- } 2 \text{ או } -\frac{1}{2} \text{ ו- } -1$$

## זווית כפולה:

### סיכום כללי:

נפתח זווית כפולה לפי הצורות הבאות:

$$\begin{aligned} \sin 2\alpha &= 2\sin \alpha \cos \alpha \\ \cos 2\alpha &= \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2\cos^2 \alpha - 1 = 1 - 2\sin^2 \alpha \end{aligned}$$

### שאלות:

(1) הוכח את הזהויות הבאות:

- א.  $4\sin \alpha \cos \alpha \cos 2\alpha = \sin 4\alpha$   
 ב.  $(\sin \alpha - \cos \alpha)^2 = 1 - \sin 2\alpha$   
 ג.  $(\sin 3\alpha - \cos 3\alpha)^2 = 1 - \sin 6\alpha$   
 ד.  $\cos^4 \alpha - \sin^4 \alpha = \cos 2\alpha$   
 ה.  $\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = 2 \cot 2\alpha$   
 ו.  $\frac{\cos 2\alpha - 2\sin^2 \alpha \cos 2\alpha}{\sin 4\alpha} = \frac{1}{2} \cot 2\alpha$   
 ז.  $\cos^2 2\alpha = 4\sin^4 \alpha - 4\sin^2 \alpha + 1$   
 ח.  $\cos 4\alpha = 8\cos^4 \alpha - 8\cos^2 \alpha + 1$

(2) הוכח את הזהות:  $\sin^3 \alpha = \frac{3\sin \alpha - \sin 3\alpha}{4}$  ע"י כתיבה של  $\sin 3\alpha$

לפי:  $\sin(\alpha + 2\alpha)$  ושימוש בזהויות שנלמדו.

(3) הוכח את הזהות:  $\cos^3 \alpha = \frac{3\cos \alpha + \cos 3\alpha}{4}$  ע"י כתיבה של  $\cos 3\alpha$

לפי:  $\cos(\alpha + 2\alpha)$  ושימוש בזהויות שנלמדו.

(4) נתונה זווית חדה  $\alpha$  המקיימת:  $\sin \alpha = \frac{40}{41}$ . מבלי להיעזר במחשבון חשב:

- א.  $\cos \alpha$   
 ב.  $\tan \alpha$   
 ג.  $\sin 2\alpha$   
 ד.  $\cos 2\alpha$   
 ה.  $\tan 2\alpha$

(5) נתונה זווית חדה  $\alpha$  המקיימת:  $\tan \alpha = \frac{5}{12}$ . מבלי להיעזר במחשבון חשב:

א.  $\sin \alpha$ .

ב.  $\cos \alpha$ .

ג.  $\sin 2\alpha$ .

ד.  $\cos 2\alpha$ .

(6) נתונה זווית  $\alpha$  ברביע הראשון וזווית  $\beta$  ברביע השני המקיימות:  $\sin \alpha = \frac{5}{13}$

ו- $\cos \beta = -0.8$ . מבלי למצוא את  $\alpha$  ו- $\beta$  חשב את הביטויים הבאים:

א.  $\sin(\alpha + \beta)$ .

ב.  $\cos(\alpha + \beta)$ .

ג.  $\sin(2\alpha + \beta)$ .

(7) נתון כי  $\sin \alpha + \cos \alpha = 1.2$  עבור  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ . חשב את  $\sin 2\alpha$ .

(8) פשט את הביטוי הבא:  $\sqrt{\frac{1 + \cos 8\alpha}{2}}$

(9) ללא שימוש במחשבון, חשב את ערך הביטוי הבא:  $\frac{\sin 16^\circ \cos 16^\circ}{3 - 6 \sin^2 29^\circ}$

(10) ללא שימוש במחשבון, חשב את ערך הביטוי הבא:  $\frac{\sin^2 78^\circ - \cos^2 78^\circ}{\sin 66^\circ}$

(11) ללא שימוש במחשבון, חשב את ערך הביטוי הבא:  $\frac{5 \tan 15^\circ (1 - 2 \cos^2 15^\circ)}{1 - \tan^2 15^\circ}$

## תשובות סופיות:

(1) שאלת הוכחה.

(2) שאלת הוכחה.

(3) שאלת הוכחה.

$$(4) \quad \begin{array}{ll} \text{א. } \frac{9}{41} & \text{ב. } 4\frac{4}{9} \\ \text{ג. } \frac{720}{1681} & \text{ד. } -\frac{1519}{1681} \end{array}$$

$$\text{ה. } -\frac{720}{1519}$$

$$(5) \quad \begin{array}{ll} \text{א. } \frac{5}{13} & \text{ב. } \frac{12}{13} \\ \text{ג. } \frac{120}{169} & \text{ד. } \frac{119}{169} \end{array}$$

$$(6) \quad \begin{array}{ll} \text{א. } \frac{16}{65} & \text{ב. } -\frac{63}{65} \\ \text{ג. } -\frac{123}{845} & \end{array}$$

(7) .0.44

(8)  $\cos 4\alpha$ .

$$(9) \quad \frac{1}{6}$$

(10) .1

(11) .-1.25

## סכום והפרש פונקציות טריגונומטריות:

### סיכום כללי:

להלן נוסחאות הסכום וההפרש של פונקציות טריגונומטריות:

$$\begin{aligned} \sin \alpha + \sin \beta &= 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \\ \sin \alpha - \sin \beta &= 2 \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \\ \cos \alpha + \cos \beta &= 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \\ \cos \alpha - \cos \beta &= -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \end{aligned}$$

### הערה:

בסרטון התיאוריה אין התייחסות לזהויות הסכום וההפרש של טנגנס ושל קוטנגנס עקב חוסר השימוש בהן בפתרון שאלות.

### שאלות:

- (1) הוכח את הזהות הבאה:  $\sin 5\alpha + \sin 3\alpha = 2 \sin 4\alpha \cos \alpha$
- (2) הוכח את הזהות הבאה:  $\sin 7\alpha - \sin 2\alpha = 2 \sin 2.5\alpha \cos 4.5\alpha$
- (3) הוכח את הזהות הבאה:  $\cos \alpha + \cos 5\alpha = 2 \sin 2\alpha \cos 3\alpha$
- (4) הוכח את הזהות הבאה:  $\cos 5\alpha - \cos 2\alpha = -2 \sin 3.5\alpha \cos 1.5\alpha$
- (5) הוכח את הזהות הבאה:  $\sin 3\alpha = 2 \sin 2\alpha \cos \alpha - \sin \alpha$
- (6) הוכח את הזהות הבאה:  $\sin^2 \alpha - \sin^2 \beta = \sin(\alpha + \beta) \sin(\alpha - \beta)$
- (7) הוכח את הזהות הבאה:  $\sin(2\alpha + \beta) - 2 \cos(\alpha + \beta) \sin \alpha = \sin \beta$
- (8) הוכח את הזהות הבאה:  $\frac{\sin 5\alpha - \sin \alpha}{\sin 4\alpha - \sin 2\alpha} = 2 \cos \alpha$

$$(9) \quad \frac{\sin 7\alpha - \sin 3\alpha}{\cos 4\alpha + \cos 6\alpha} = 2 \sin \alpha \quad \text{הוכח את הזהות הבאה:}$$

$$(10) \quad \frac{\sin \alpha + \sin 2\alpha + \sin 3\alpha}{\cos \alpha + \cos 2\alpha + \cos 3\alpha} = \tan 2\alpha \quad \text{הוכח את הזהות הבאה:}$$

$$(11) \quad \tan \alpha + \tan 3\alpha = \frac{2 \sin 4\alpha}{\cos 4\alpha + \cos 2\alpha} \quad \text{הוכח את הזהות הבאה:}$$

$$(12) \quad \text{פשט את הביטוי: } \frac{1 + \cos \alpha + \cos 2\alpha + \cos 3\alpha}{\cos \alpha + 2 \cos^2 \alpha - 1} \quad \text{ומצא את ערכו מבלי להיעזר}$$

$$\text{במחשבון אם ידוע כי } \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{5}{6}$$

$$(13) \quad \text{נתון כי } \alpha \text{ ו-} \beta \text{ הן זוויות חדות המקיימות: } \sin \alpha = \frac{2mn}{m^2 + n^2} \text{ ו-} \sin \beta = \frac{n^2 - m^2}{m^2 + n^2}$$

$$\text{הראה כי: } \alpha + \beta = 90^\circ$$

$$(14) \quad \text{היעזר במעבר מכפל לסכום או הפרש}$$

$$\text{והוכח כי: } \cos 6\alpha \cos 2\alpha - \cos 5\alpha \cos \alpha = -\sin 7\alpha \sin \alpha$$

$$(15) \quad \text{היעזר במעבר מכפל לסכום או הפרש}$$

$$\text{והוכח כי: } \sin 4\alpha \sin 2\alpha - \sin 5\alpha \sin \alpha + \cos 3\alpha \cos \alpha = \cos 2\alpha$$

$$(16) \quad \text{חשב ללא מחשבון את ערך הביטוי הבא: } \sin 52.5^\circ \cdot \sin 7.5^\circ$$

$$(17) \quad \text{חשב ללא מחשבון את ערך הביטוי הבא: } \frac{\sin 35^\circ \sin 55^\circ}{\cos 40^\circ \cos 20^\circ} - 0.25$$

$$(18) \quad \text{חשב ללא מחשבון את ערך הביטוי הבא: } \cos 20^\circ \cos 40^\circ \cos 80^\circ$$

$$(19) \quad \text{חשב ללא מחשבון את ערך הביטוי הבא: } \sin 5^\circ \cdot \sin 25^\circ \cdot \sin 35^\circ \cdot \sin 55^\circ \cdot \sin 65^\circ \cdot \sin 85^\circ$$

**תשובות סופיות:**

(1) שאלת הוכחה.

(2) שאלת הוכחה.

(3) שאלת הוכחה.

(4) שאלת הוכחה.

(5) שאלת הוכחה.

(6) שאלת הוכחה.

(7) שאלת הוכחה.

(8) שאלת הוכחה.

(9) שאלת הוכחה.

(10) שאלת הוכחה.

(11) שאלת הוכחה.

(12)  $-\frac{7}{9}$ .

(13) שאלת הוכחה.

(14) שאלת הוכחה.

(15) שאלת הוכחה.

(16)  $\frac{\sqrt{2}-1}{4}$ .

(17) .1

(18)  $\frac{1}{8}$ .(19)  $\frac{1}{64}$ .

## מכפלת פונקציות:

### סיכום כללי:

להלן נוסחאות המעבר מסכום למכפלה וממכפלה לסכום:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \\ \sin \alpha - \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \\ \cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \\ \cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \sin \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} [\sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta)] \\ \cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)] \\ \sin \alpha \sin \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)] \end{array} \right.$$

### שאלות:

- (1) הוכח את הזהות הבאה:  $\sin 7\alpha \cos \alpha = \frac{1}{2}(\sin 8\alpha + \sin 6\alpha)$
- (2) הוכח את הזהות הבאה:  $\cos 11\alpha \sin 3\alpha = \frac{1}{2}(\sin 14\alpha - \sin 8\alpha)$
- (3) הוכח את הזהות הבאה:  $\cos 4\alpha \cos 10\alpha = \frac{1}{2}(\cos 6\alpha + \cos 14\alpha)$
- (4) הוכח את הזהות הבאה:  $\sin 3\alpha \sin 7\alpha = \frac{1}{2}(\cos 4\alpha - \cos 10\alpha)$
- (5) הוכח את הזהות הבאה:  $2 \sin 7\alpha \sin 2\alpha + \cos 9\alpha = \cos 5\alpha$
- (6) הוכח את הזהות הבאה:  $\sin 7\alpha \cos 4\alpha - \sin 4\alpha \cos \alpha = \sin 3\alpha \cos 8\alpha$
- (7) הוכח את הזהות הבאה:  $\sin \alpha \sin 3\alpha = \cos 2\alpha - \cos 3\alpha \cos \alpha$
- (8) הוכח את הזהות הבאה:  $2(\sin^2 \beta - \sin^2 \alpha) = \cos 2\alpha - \cos 2\beta$
- (9) הוכח את הזהות הבאה:  $\frac{2}{\cot \beta - \tan \alpha} = \tan(\alpha + \beta) - \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha + \beta)}$

**תשובות סופיות:**

- 1) הוכחה.
- 2) הוכחה.
- 3) הוכחה.
- 4) הוכחה.
- 5) הוכחה.
- 6) הוכחה.
- 7) הוכחה.
- 8) הוכחה.
- 9) הוכחה.

# מכינה במתמטיקה

## פרק 10 - משוואות טריגונומטריות

### תוכן העניינים

109	1. משוואות טריגונומטריות כלליות
112	2. משוואות הנפתרות עי טכניקה אלגברית
114	3. משוואות הנפתרות על ידי זהויות יסוד
116	4. משוואות הנפתרות על ידי זהויות של מעגל היחידה
117	5. משוואות הנפתרות על ידי חלוקה בקוסינוס
118	6. משוואות הנפתרות על ידי זהויות של סכום והפרש זוויות
119	7. משוואות הנפתרות על ידי זהויות של זווית כפולה
120	8. משוואות מהצורה $a \sin(x) + b \cos(x) = c$
121	9. משוואות הנפתרות על ידי זהויות של סכום והפרש פונקציות
123	10. משוואות עם תחום נתון
124	11. משוואות עם זוויות ברדיאנים
128	12. אי שוויונים טריגונומטריים

## משוואות טריגונומטריות כלליות:

### סיכום כללי:

פתרון כללי של משוואות טריגונומטריות (במעלות):

להלן נוסחאות הפתרון של המשוואות הטריגונומטריות היסודיות כאשר  $x$  הוא משתנה ו- $\alpha$  היא זווית נתונה/ידועה:

המשוואה	הפתרון
$\sin x = \sin \alpha$	$x_1 = \alpha + 360^\circ k$ , $x_2 = 180^\circ - \alpha + 360^\circ k$
$\cos x = \cos \alpha$	$x_{1,2} = \pm \alpha + 360^\circ k$
$\tan x = \tan \alpha$	$x = \alpha + 180^\circ k$
$\cot x = \cot \alpha$	$x = \alpha + 180^\circ k$

כאשר  $k$  מספר שלם.

### שאלות:

(1) כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות (פונקציית הסינוס):

$$\text{א. } \sin x = \frac{1}{2} \quad \text{ב. } \sin x = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \text{ג. } \sin x = -\frac{\sqrt{3}}{2} \quad \text{ד. } \sin x = -\frac{1}{2}$$

(2) כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות (פונקציית הקוסינוס):

$$\text{א. } \cos x = \frac{1}{2} \quad \text{ב. } \cos x = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

(3) כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות (פונקציית הטנגנס):

$$\text{א. } \tan x = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \text{ב. } \tan x = -1$$

(4) כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות (זווית כללית):

א.  $\sin x = 0.7$     ב.  $\cos x = -0.6$     ג.  $\tan x = 5$

(5) כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות (משוואות לא מסודרות):

א.  $\sin 3x = \frac{1}{2}$     ב.  $2 \cos 2x = -\sqrt{3}$

ג.  $\tan 5x = -1$     ד.  $3 \sin 2x = 2$

ה.  $3 \cos 3x = 1$     ו.  $2 \tan 4x = 1$

(6) כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות (ארגומנט מורכב):

א.  $\sin(2x + 30^\circ) = -\frac{\sqrt{3}}{2}$     ב.  $\cos(75^\circ - 3x) = \frac{\sqrt{2}}{2}$     ג.  $\tan(50^\circ - x) = 1.3$

(7) כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות (פונקציות עם ארגומנטים שונים):

א.  $\sin x = \sin 3x$     ב.  $\sin 2x = \sin(x + 30^\circ)$

ג.  $\sin x = \sin(120^\circ - x)$     ד.  $\cos x = \cos 3x$

ה.  $\cos x = \cos(40^\circ - x)$     ו.  $\tan x = \tan 3x$

ז.  $\tan 2x = \tan(60^\circ - x)$

(8) כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות (משוואות מיוחדות):

א.  $\sin x = 0$     ב.  $\sin x = 1$

ג.  $\sin x = -1$     ד.  $\cos x = 0$

ה.  $\cos x = 1$     ו.  $\cos x = -1$

ז.  $\tan x = 0$     ח.  $\tan x = 1$

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $x_1 = 30^\circ + 360^\circ k$ ,  $x_2 = 150^\circ + 360^\circ k$     ב.  $x_1 = 45^\circ + 360^\circ k$ ,  $x_2 = 135^\circ + 360^\circ k$
- ג.  $x_1 = -60^\circ + 360^\circ k$ ,  $x_2 = 240^\circ + 360^\circ k$     ד.  $x_1 = -30^\circ + 360^\circ k$ ,  $x_2 = 210^\circ + 360^\circ k$
- (2) א.  $x_{1,2} = \pm 60^\circ + 360^\circ k$     ב.  $x_{1,2} = \pm 150^\circ + 360^\circ k$
- (3) א.  $x = 30^\circ + 180^\circ k$     ב.  $x = 135^\circ + 180^\circ k$
- (4) א.  $x_1 = 44.427^\circ + 360^\circ k$ ,  $x_2 = 135.573^\circ + 360^\circ k$     ב.  $x_{1,2} = 126.87^\circ + 360^\circ k$
- ג.  $x = 78.69^\circ + 180^\circ k$
- (5) א.  $x_1 = 10^\circ + 120^\circ k$ ,  $x_2 = 50^\circ + 120^\circ k$     ב.  $x_1 = 75^\circ + 180^\circ k$ ,  $x_2 = -75^\circ + 180^\circ k$
- ג.  $x = -9^\circ + 36^\circ k$     ד.  $x_1 = 20.9^\circ + 180^\circ k$ ,  $x_2 = 69.09^\circ + 180^\circ k$
- ה.  $x_{1,2} = \pm 23.5^\circ + 120^\circ k$     ו.  $x = 6.64^\circ + 45^\circ k$
- (6) א.  $x_1 = 105^\circ + 180^\circ k$ ,  $x_2 = -45^\circ + 180^\circ k$     ב.  $x_1 = 10^\circ + 120^\circ k$ ,  $x_2 = 40^\circ + 120^\circ k$
- ג.  $x = -2.431^\circ + 180^\circ k$     ד.  $x_1 = 180^\circ k$ ,  $x_2 = 45^\circ + 90^\circ k$
- (7) א.  $x = 60^\circ + 180^\circ k$     ב.  $x = 90^\circ k$     ג.  $x = 20^\circ + 180^\circ k$
- ד.  $x = 20^\circ + 60^\circ k$     ה.  $x = 180^\circ k$     ו.  $x = 20^\circ + 180^\circ k$
- (8) א.  $x = 180^\circ k$     ב.  $x = 90^\circ + 360^\circ k$     ג.  $x = 180^\circ + 360^\circ k$
- ד.  $x = 90^\circ + 180^\circ k$     ה.  $x = 360^\circ k$     ו.  $x = 180^\circ + 360^\circ k$
- ז.  $x = 180^\circ k$     ח.  $x = 45^\circ + 180^\circ k$

## משוואות הנפתרות ע"י טכניקה אלגברית:

### סיכום כללי:

נעזר בטכניקה אלגברית בכדי להביא משוואה מורכבת לצורה של משוואה יסודית.

### טכניקות שכיחות:

- הוצאת שורש ריבועי.
- פירוק לגורמים (ע"י הוצאת גורם משותף, ע"י נוסחאות הכפל המקוצר וע"י פירוק טרינום).
- פתרון משוואה ריבועית.

### שאלות:

כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות (טכניקה אלגברית):

$$\sin^2 x = \frac{1}{4} \quad (2) \qquad \cos^2 x = \frac{3}{4} \quad (1)$$

$$\sin x \cos 3x = 0 \quad (4) \qquad \tan^2 2x = 3 \quad (3)$$

$$2 \cos^2 x + \sqrt{3} \cos x = 0 \quad (6) \qquad \sin 2x - 2 \sin^2 2x = 0 \quad (5)$$

$$3 \sin^2 x - \sin x = 2 \quad (8) \qquad 2 \sin^2 x - \sin x - 1 = 0 \quad (7)$$

$$\cos^2 x + 2 \cos x = 3 \quad (10) \qquad 6 \sin^2 x - \sin x - 1 = 0 \quad (9)$$

$$\tan^2 x = 4 \tan x - 1 \quad (12) \qquad \tan^2 x - 3 \tan x - 4 = 0 \quad (11)$$

$$\frac{\sin x}{\cos x - 1} = 0 \quad (14) \qquad \cos x - \frac{2}{\cos x} + 1 = 0 \quad (13)$$

$$\frac{\cos 2x}{\tan x + 1} = 0 \quad (15)$$

## תשובות סופיות:

$$\cdot x_{1,2} = \pm 30^\circ + 360^\circ k, x_{3,4} = \pm 150^\circ + 360^\circ k \quad (1)$$

$$\cdot x_1 = 30^\circ + 360^\circ k, x_2 = 150^\circ + 360^\circ k, x_3 = 330^\circ + 360^\circ k, x_4 = 210^\circ + 360^\circ k \quad (2)$$

$$\cdot x_1 = 30^\circ + 90^\circ k, x_2 = -30^\circ + 90^\circ k \quad (3)$$

$$\cdot x_1 = 180^\circ k, x_2 = 30^\circ + 60^\circ k \quad (4)$$

$$\cdot x_1 = 90^\circ k, x_2 = 15^\circ + 180^\circ k, x_3 = 75^\circ + 180^\circ k \quad (5)$$

$$\cdot x_1 = 90^\circ + 180^\circ k, x_{2,3} = \pm 150^\circ + 360^\circ k \quad (6)$$

$$\cdot x_1 = 90^\circ + 360^\circ k, x_2 = 210^\circ + 360^\circ k, x_3 = -30^\circ + 360^\circ k \quad (7)$$

$$\cdot x_1 = 90^\circ + 360^\circ k, x_2 = -41.8^\circ + 360^\circ k, x_3 = 221.8^\circ + 360^\circ k \quad (8)$$

$$\cdot x_1 = 30^\circ + 360^\circ k, x_2 = 150^\circ + 360^\circ k, x_3 = -19.4^\circ + 360^\circ k, x_4 = 199.4^\circ + 360^\circ k \quad (9)$$

$$\cdot x = 360^\circ k \quad (10)$$

$$\cdot x_1 = -45^\circ + 180^\circ k, x_2 = 75.964^\circ + 180^\circ k \quad (11)$$

$$\cdot x_1 = 75^\circ + 180^\circ k, x_2 = 15^\circ + 180^\circ k \quad (12)$$

$$\cdot x = 360^\circ k \quad (13)$$

$$\cdot x = 180^\circ + 360^\circ k \quad (14)$$

$$\cdot x = 45^\circ + 90^\circ k, x \neq -45^\circ + 180^\circ k \quad (15)$$

## משוואות הנפתרות ע"י זהויות יסוד:

### סיכום כללי:

כאשר משוואה מכילה יותר מפונקציה טריגונומטרית אחת, יש תחילה להעביר אותה למשוואה שקולה המכילה פונקציה טריגונומטרית אחת. לאחר מכן ניתן לבצע פעולות אלגבריות בכדי לקבל משוואות יסודיות ולכתוב את הפתרון עבור כל אחת. לשם כך נעזר בזהויות טריגונומטריות.

### תזכורת – זהויות היסוד הטריגונומטריות:

$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ $\tan \alpha \cdot \cot \alpha = 1$	$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ , $\cot \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$	קשרים בין פונקציות
$\sin \alpha = \cos(90^\circ - \alpha)$	$\cos \alpha = \sin(90^\circ - \alpha)$	זוויות משלימות ל- $90^\circ$
$\tan \alpha = \cot(90^\circ - \alpha)$	$\cot \alpha = \tan(90^\circ - \alpha)$	
$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$	$\cot^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$	קשרים בין פונקציות

### שאלות:

כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות:

$$\sin x = \cos(x + 45^\circ) \quad (2)$$

$$\sin x = \cos x \quad (1)$$

$$2 \cos^2 x = 3 \sin x \quad (4)$$

$$\cos x = \frac{2}{3} \sin^2 x \quad (3)$$

$$\cos^2 x - \sin^2 x = \sin x \quad (6)$$

$$\sin^2 x - \cos x = \frac{1}{4} \quad (5)$$

$$\sin x - \tan x = 0 \quad (8)$$

$$\sin^2 x + 2 \cos^2 x = 1.5 \quad (7)$$

**תשובות סופיות:**

$$\cdot x = 45^\circ + 180^\circ k \quad \mathbf{(1)}$$

$$\cdot x = 22.5^\circ + 180^\circ k \quad \mathbf{(2)}$$

$$\cdot x_{1,2} = \pm 60^\circ + 360^\circ k \quad \mathbf{(3)}$$

$$\cdot x_1 = 30^\circ + 360^\circ k, x_2 = 150^\circ + 360^\circ k \quad \mathbf{(4)}$$

$$\cdot x_{1,2} = \pm 60^\circ + 360^\circ k \quad \mathbf{(5)}$$

$$x_1 = 30^\circ + 120^\circ k, x_2 = -90^\circ + 360^\circ k \quad \mathbf{(6)}$$

$$\cdot x_{1,2} = \pm 45^\circ + 360^\circ k, x_{3,4} = \pm 135^\circ + 360^\circ k \quad \mathbf{(7)}$$

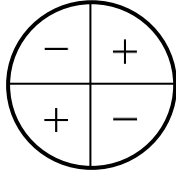
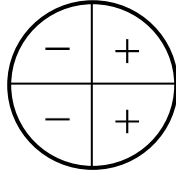
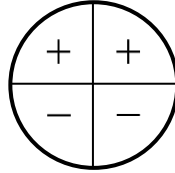
$$\cdot x = 180^\circ k \quad \mathbf{(8)}$$

## משוואות הנפתרות ע"י זהויות של מעגל היחידה:

### סיכום כללי:

כאשר משוואה מכילה יותר מפונקציה טריגונומטרית אחת, יש תחילה להעביר אותה למשוואה שקולה המכילה פונקציה טריגונומטרית אחת. לאחר מכן ניתן לבצע פעולות אלגבריות בכדי לקבל משוואות יסודיות ולכתוב את הפתרון עבור כל אחת. לשם כך נעזר בזהויות טריגונומטריות.

### תזכורת – זהויות של מעגל היחידה:

טנגנס	קוסינוס	סינוס	רביע
$\tan(180^\circ - \alpha) = -\tan \alpha$ $\tan(180^\circ + \alpha) = \tan \alpha$ $\tan(-\alpha) = -\tan \alpha$	$\cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$ $\cos(180^\circ + \alpha) = -\cos \alpha$ $\cos(-\alpha) = \cos \alpha$	$\sin(180^\circ - \alpha) = \sin \alpha$ $\sin(180^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$	I II III
			סימנים

### זהויות עבור זויות הגדולות מ-360 מעלות:

$$\boxed{\begin{matrix} \sin(\alpha + 360^\circ k) = \sin \alpha \\ \cos(\alpha + 360^\circ k) = \cos \alpha \end{matrix}}, \quad \boxed{\begin{matrix} \tan(\alpha + 180^\circ k) = \tan \alpha \\ \cot(\alpha + 180^\circ k) = \cot \alpha \end{matrix}}$$

### שאלות:

כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות:

$$\begin{array}{ll} \cos 2x = -\cos 3x & \text{(2)} \\ \sin 3x = -\cos(180^\circ - x) & \text{(4)} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \sin x = -\sin 3x & \text{(1)} \\ \sin(x + 30^\circ) = -\cos x & \text{(3)} \end{array}$$

### תשובות סופיות:

$$\begin{array}{ll} x_1 = 180^\circ + 360^\circ k, x_2 = 36^\circ + 72^\circ k & \text{(2)} \\ x_1 = 22.5^\circ + 90^\circ k, x_2 = 45^\circ + 180^\circ k & \text{(4)} \end{array} \quad \begin{array}{ll} x_1 = 90^\circ k, x_2 = -90^\circ + 180^\circ k & \text{(1)} \\ x = 120^\circ + 180^\circ k & \text{(3)} \end{array}$$

## משוואות הנפתרות על ידי חלוקה בקוסינוס:

### סיכום כללי:

טכניקה יעילה כדי להעביר משוואה מהצורה:  $\sin x = a \cos x$  לפונקציה טריגונומטרית אחת היא ע"י חלוקה ב- $\cos x$  (בתנאי ש- $\cos x \neq 0$ ). כך מתקבלת המשוואה:

$$\sin x = a \cos x \quad / : \cos x \neq 0$$

$$\frac{\sin x}{\cos x} = a \frac{\cos x}{\cos x}$$

$$\tan x = a$$

$$x = \tan^{-1}(a) + 180^\circ k$$

### הערה:

יש לבדוק האם ערכי  $x$  שמקיימים  $\cos x = 0$  מהווים פתרון למשוואה. אם כן אז יש להוסיף אותם לפתרון הסופי.

### שאלות:

כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות:

$$3 \sin x = \cos x \quad (2)$$

$$\sin x = 2 \cos x \quad (1)$$

$$2 \sin x = -5 \cos x \quad (4)$$

$$4 \sin x = 7 \cos x \quad (3)$$

$$3 \sin^2 x = \cos^2 x \quad (6)$$

$$\sin^2 x = 8 \cos^2 x \quad (5)$$

### תשובות סופיות:

$$. x = 63.43^\circ + 180^\circ k \quad (1)$$

$$. x = 18.43^\circ + 180^\circ k \quad (2)$$

$$. x = 60.25^\circ + 180^\circ k \quad (3)$$

$$. x = -68.19^\circ + 180^\circ k \quad (4)$$

$$. x_1 = 70.52^\circ + 180^\circ k, x_2 = -70.52^\circ + 180^\circ k \quad (5)$$

$$. x_1 = 30^\circ + 180^\circ k, x_2 = -30^\circ + 180^\circ k \quad (6)$$

## משוואות הנפתרות על ידי זהויות של סכום והפרש זוויות:

### סיכום כללי:

כאשר משוואה מכילה יותר מפונקציה טריגונומטרית אחת, יש תחילה להעביר אותה למשוואה שקולה המכילה פונקציה טריגונומטרית אחת. לאחר מכן ניתן לבצע פעולות אלגבריות בכדי לקבל משוואות יסודיות ולכתוב את הפתרון עבור כל אחת. לשם כך נעזר בזהויות טריגונומטריות.

### תזכורת – זהויות של סכום והפרש זוויות:

$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \sin \beta \cos \alpha$ $\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$	סכום והפרש עבור סינוס וקוסינוס
$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta}$ $\cot(\alpha \pm \beta) = \frac{\cot \alpha \cot \beta \mp 1}{\cot \beta \pm \cot \alpha}$	סכום והפרש עבור טנגנס וקוטנגנס

### שאלות:

כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות:

$$\sin(x + 45^\circ) \sin(x - 45^\circ) = \frac{1}{2} \quad (2)$$

$$3 \cos^2 x - \sin^2 x = \sin 3x \quad (4)$$

$$2 \sin x = \sin(60^\circ - x) \quad (1)$$

$$\frac{\cos 3x}{\sin x} - \frac{\sin 3x}{\cos x} = 2 \quad (3)$$

### תשובות סופיות:

$$. x = 19.11^\circ + 180^\circ k \quad (1)$$

$$. x = 90^\circ + 180^\circ k \quad (2)$$

$$. x = 15^\circ + 60^\circ k \quad (3)$$

$$. x_{1,2} = \pm 60^\circ + 180^\circ k, x_3 = 90^\circ + 360^\circ k \quad (4)$$

## משוואות הנפתרות ע"י זהויות של זווית כפולה:

### סיכום כללי:

כאשר משוואה מכילה יותר מפונקציה טריגונומטרית אחת, יש תחילה להעביר אותה למשוואה שקולה המכילה פונקציה טריגונומטרית אחת. לאחר מכן ניתן לבצע פעולות אלגבריות בכדי לקבל משוואות יסודיות ולכתוב את הפתרון עבור כל אחת. לשם כך נעזר בזהויות טריגונומטריות.

### תזכורת – זהויות של זווית כפולה:

$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$	סינוס זווית כפולה
$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1 = 1 - 2 \sin^2 \alpha$	קוסינוס זווית כפולה

### שאלות:

כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות:

$$\begin{array}{ll} \sqrt{2} \sin x + \sin 2x = 0 & \text{(2)} & \sin x - \sin 2x = 0 & \text{(1)} \\ 2 \cos 2x + \sin 4x = 0 & \text{(4)} & 4 \cos x = \sin 2x & \text{(3)} \\ \cos 2x = 2 \sin x & \text{(6)} & 3 \cos x - \cos 2x = 0 & \text{(5)} \\ 2 \sin^2 x = \cos 2x + 2 & \text{(8)} & \sin x + \cos 2x = 1 & \text{(7)} \end{array}$$

### תשובות סופיות:

$$\begin{array}{ll} x_1 = 180^\circ k, x_{2,3} = \pm 135^\circ + 360^\circ k & \text{(2)} & x_1 = 360^\circ k, x_2 = 60^\circ + 120^\circ k & \text{(1)} \\ x_1 = 45^\circ + 90^\circ k, x_2 = 135^\circ + 180^\circ k & \text{(4)} & x = 90^\circ + 180^\circ k & \text{(3)} \\ x_1 = 21.1^\circ + 360^\circ k, x_2 = 158.9^\circ + 360^\circ k & \text{(6)} & x_{1,2} = \pm 106.307^\circ + 360^\circ k & \text{(5)} \\ x_1 = 180^\circ k, x_2 = 30^\circ + 360^\circ k, x_3 = 150^\circ + 360^\circ k & \text{(7)} & & \\ x_1 = -60^\circ + 360^\circ k, x_2 = 60^\circ + 360^\circ k, x_3 = 120^\circ + 360^\circ k, x_4 = 240^\circ + 360^\circ k & \text{(8)} & & \end{array}$$

## משוואות מהצורה: $a \sin(x) + b \cos(x) = c$

### סיכום כללי:

ניתן להביא משוואה מהצורה:  $a \sin x + b \cos x = c$  לצורה:  $\sin x + \frac{b}{a} \cos x = \frac{c}{a}$ .

מציאת זווית  $\alpha$  המקיימת:  $\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right)$  תאפשר לכתוב:  $\sin x + \tan \alpha \cdot \cos x = \frac{c}{a}$ .

שימוש בזהות:  $\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$  וזהות:  $\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha$  יובילו:

$$\sin x + \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \cos x = \frac{c}{a} \quad / \cdot \cos \alpha$$

$$\sin x \cos \alpha + \sin \alpha \cos x = \frac{c}{a} \cos \alpha$$

$$\sin(x + \alpha) = \frac{c}{a} \cos \alpha$$

אם נסמן:  $\frac{c}{a} \cos \alpha = k$  נקבל את המשוואה:  $\sin(x + \alpha) = k$  כאשר  $\alpha$  ו- $k$  ידועים. מכאן הפתרון הוא ישיר לפי משוואת סינוס.

### שאלות:

פתור את המשוואות הבאות:

$$5 \cos x - 6 \sin x = 1 \quad (2)$$

$$10 \sin x + 3 \cos x = 5 \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \sin x + \sqrt{3} \cos^2 \frac{x}{2} = \cos \frac{x}{2} \quad (4)$$

$$\sqrt{3} \sin 2x + 3 \cos 2x = \sqrt{12} \quad (3)$$

$$\cos x + \cos(60^\circ + x) = \sqrt{2} + \cos(60^\circ - x) \quad (5)$$

### תשובות סופיות:

$$x_1 = 11.91^\circ + 360^\circ k, x_2 = 134.69^\circ + 360^\circ k \quad (1)$$

$$x = 15^\circ + 180^\circ k \quad (3) \quad x_1 = 227.156^\circ + 360^\circ k, x_2 = 32.44^\circ + 360^\circ k \quad (2)$$

$$x_1 = -60^\circ + 720^\circ k, x_2 = 180^\circ + 360^\circ k \quad (4)$$

$$x_1 = -105^\circ + 360^\circ k, x_2 = 15^\circ + 360^\circ k \quad (5)$$

## משוואות הנפתרות ע"י זהויות של סכום והפרש פונקציות:

### סיכום כללי:

כאשר משוואה מכילה יותר מפונקציה טריגונומטרית אחת, יש תחילה להעביר אותה למשוואה שקולה המכילה פונקציה טריגונומטרית אחת. לאחר מכן ניתן לבצע פעולות אלגבריות בכדי לקבל משוואות יסודיות ולכתוב את הפתרון עבור כל אחת. לשם כך נעזר בזהויות טריגונומטריות.

### תזכורת – זהויות של סכום והפרש פונקציות:

$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$ $\sin \alpha - \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \cos \frac{\alpha + \beta}{2}$	סכום והפרש פונקציות עבור סינוס
$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$ $\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$	סכום והפרש פונקציות עבור קוסינוס

### שאלות:

כתוב את הפתרון הכללי של המשוואות הבאות:

$$\sin x + \sin 3x = \sin 2x \quad (1)$$

$$\cos 2x - \cos 6x = \sin 2x \quad (2)$$

$$\sin x + \sin 3x = 4 \sin^3 x \quad (3)$$

$$\sin 6x - \sin 4x = 1 - \cos 2x \quad (4)$$

$$(\sin 5x + \sin 7x)^2 = (\cos 5x + \cos 7x)^2 \quad (5)$$

$$2 \cos^2 \frac{x}{2} + \cos 3x + \cos 5x = 1 \quad (6)$$

$$1 + \sin x + \sin 7x = \cos 8x \quad (7)$$

$$2 \sin 3x (\cos 2x + \cos x) = \sin x + \sin 2x \quad (8)$$

$$\sin(x + 60^\circ) - \sin x = \sin(2x + 60^\circ) - \sin 2x \quad (9)$$

$$\cos^2 3x - \cos^2 x = \sin x \cos x \quad (10)$$

$$\sin 8x \sin 2x + \cos 10x = 0 \quad (11)$$

$$\cos x + 3 \sin x = 1 + 2 \cos \frac{3x}{2} \cos \frac{x}{2} \quad (12)$$

$$4 \sin 2x \sin 5x \sin 7x - \sin 4x = 0 \quad (13)$$

$$4 \cos x \cos 2x \cos 3x = 1 \quad (14)$$

### תשובות סופיות:

$$x_{1,2} = \pm 60^\circ + 360^\circ k, x_3 = 90^\circ k \quad (1)$$

$$x_1 = 45^\circ + 90^\circ k, x_2 = 180^\circ k \quad (2)$$

$$x_1 = 37.5^\circ + 90^\circ k, x_2 = 7.5^\circ + 90^\circ k, x_3 = 90^\circ k \quad (3)$$

$$x_1 = 15^\circ + 60^\circ k, x_2 = 180^\circ k, x_3 = -22.5^\circ + 90^\circ k \quad (4)$$

$$x_1 = 36^\circ k, x_2 = \left(\frac{180}{7}\right)^\circ + \left(\frac{180}{7}\right)^\circ k \quad (5)$$

$$x_{1,2} = \pm 30^\circ + 90^\circ k, x_3 = 90^\circ + 180^\circ k \quad (6)$$

$$x_1 = -\left(12\frac{6}{7}\right)^\circ k + \left(51\frac{3}{7}\right)^\circ k, x_2 = 45^\circ k \quad (7)$$

$$x_1 = 40^\circ k, x_2 = 180^\circ + 360^\circ k \quad (8)$$

$$x_1 = -20^\circ + 120^\circ k, x_2 = 360^\circ k \quad (9)$$

$$x_1 = 52.5^\circ + 90^\circ k, x_2 = -7.5^\circ + 90^\circ k, x_3 = 90^\circ k \quad (10)$$

$$x_1 = 45^\circ + 90^\circ k, x_2 = 11.25^\circ + 22.5^\circ k \quad (11)$$

$$x_1 = 30^\circ + 360^\circ k, x_2 = 150^\circ + 360^\circ k \quad (12)$$

$$x_1 = 7.5^\circ + 15^\circ k, x_2 = 90^\circ k \quad (13)$$

$$x_1 = 60^\circ + 180^\circ k, x_2 = 22.5^\circ + 45^\circ k \quad (14)$$

## משוואות עם תחום נתון:

### סיכום כללי:

כדי למצוא את הפתרונות של משוואה טריגונומטרית בתחום נתון, נמצא תחילה את הפתרון הכללי שלה ולאחר מכן נציב ערכים ב- $k$  ונבחר את הערכים שנמצאים בתחום הנתון.

### שאלות:

מצא את כל הפתרונות של המשוואות הבאות בתחום הנתון לידן:

$$[0^\circ : 180^\circ], 8 \sin x - 4 = 0 \quad (1)$$

$$[-90^\circ : 90^\circ], \sin 2x = \sin(x + 60^\circ) \quad (2)$$

$$[-90^\circ : 90^\circ], 3 \cos(2x + 30^\circ) + 1 = 0 \quad (3)$$

$$[0^\circ : 360^\circ], \cos(50^\circ - x) = -\cos x \quad (4)$$

$$[-30^\circ : 30^\circ], 2 \sin 3x - 5 \cos 3x = 0 \quad (5)$$

$$[0^\circ : 180^\circ], 2 \cos^2 3x = \sin 6x + 1 \quad (6)$$

$$[-180^\circ : 180^\circ], \cos 4x + 1 = 3 \sin 2x \quad (7)$$

$$[-180^\circ : 180^\circ], \cos 2x + \cos^2 x + \sin x = 0 \quad (8)$$

### תשובות סופיות:

$$x = 30^\circ, 150^\circ \quad (1)$$

$$x = -80^\circ, 40^\circ, 60^\circ \quad (2)$$

$$x = 39.736^\circ, -69.736^\circ \quad (3)$$

$$x = 115^\circ, 295^\circ \quad (4)$$

$$x = 22.733^\circ \quad (5)$$

$$x = 7.5^\circ, 37.5^\circ, 67.5^\circ, 97.5^\circ, 127.5^\circ, 157.5^\circ \quad (6)$$

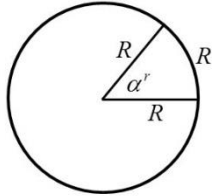
$$x = -165^\circ, -105^\circ, 15^\circ, 75^\circ \quad (7)$$

$$x = -138.19^\circ, -41.81^\circ, 90^\circ \quad (8)$$

## משוואות עם זוויות ברדיאנים:

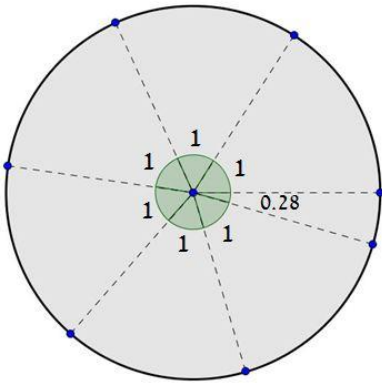
**סיכום כללי:**

**הגדרת הרדיאן:**



זווית של רדיאן אחד מוגדרת להיות הזווית המרכזית המתאימה לקשת שאורכה שווה לרדיוס המעגל.

עבור מעגל שרדיוסו  $R$ , תימצאנה  $2\pi$  רדיאנים על היקפו, שכן היקף מעגל הוא  $P = 2\pi \cdot R$ .



באיור שלפניך ניתן לראות חלוקה של מעגל ל- $2\pi = 6.28$  קשתות אשר שוות לרדיוס המעגל. הזווית של כל קשת כזאת שווה לרדיאן אחד, כאשר הזווית האחרונה שווה ל- $0.28$  מרדיאן. מקבלים  $2\pi$  רדיאנים.

**קשר בין רדיאנים למעלות:**

- נוסחת מעבר מזווית  $\alpha^\circ$  (במעלות) לזווית  $\alpha^r$  (ברדיאנים):  $\alpha^r = \frac{\pi}{180} \alpha^\circ$
- נוסחת מעבר מזווית  $\alpha^r$  (ברדיאנים) לזווית  $\alpha^\circ$  (במעלות):  $\alpha^\circ = \frac{180}{\pi} \alpha^r$

**פתרונות משוואות טריגונומטריות ברדיאנים:**

להלן נוסחאות הפתרון של המשוואות הטריונומטריות היסודיות כאשר  $x$  הוא משתנה ו- $\alpha$  היא זווית ידועה הנתונה ברדיאנים:

המשוואה	הפתרון
$\sin x = \sin \alpha$	$x_1 = \alpha + 2\pi k$ , $x_2 = \pi - \alpha + 2\pi k$
$\cos x = \cos \alpha$	$x_{1,2} = \pm \alpha + 2\pi k$
$\tan x = \tan \alpha$	$x = \alpha + \pi k$
$\cot x = \cot \alpha$	$x = \alpha + \pi k$

כאשר  $k$  מספר שלם.

**שאלות:**

**(1)** המר את הזוויות הבאות ממעלות לרדיאנים:

- |                |                |                 |                  |
|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| א. $30^\circ$  | ב. $90^\circ$  | ג. $75^\circ$   | ד. $120^\circ$   |
| ה. $210^\circ$ | ו. $315^\circ$ | ז. $18^\circ$   | ח. $285^\circ$   |
| ט. $-15^\circ$ | י. $-80^\circ$ | יא. $510^\circ$ | יב. $-390^\circ$ |

**(2)** המר את הזוויות הבאות מרדיאנים למעלות:

- |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| א. $\pi$              | ב. $2\pi$             | ג. $4\pi$             | ד. $1.5\pi$           |
| ה. $\frac{1}{2}\pi$   | ו. $\frac{\pi}{4}$    | ז. $\frac{\pi}{6}$    | ח. $\frac{1}{18}\pi$  |
| ט. $\frac{13}{18}\pi$ | י. $\frac{19}{12}\pi$ | יא. $1\frac{1}{6}\pi$ | יב. $2\frac{1}{4}\pi$ |

**(3)** פתור את המשוואות הבאות בתחום שלידן (משוואות יסודיות שונות):

- |   |   |
|---|---|
| א. $\left[0:\frac{1}{3}\pi\right], 2\sin 3x=1$                            | ב. $[0:\pi], \sqrt{3}+2\cos x=0$  |
| ג. $[0:2\pi], 3-3\tan\frac{x}{2}=0$                                       | ד. $[0:\pi], \sin\left(2x-\frac{\pi}{4}\right)=\frac{\sqrt{2}}{2}$                            |
| ה. $\left[0:\frac{1}{2}\pi\right], 4\cos\left(x+\frac{\pi}{3}\right)-2=0$ | ו. $\left[-\frac{5\pi}{18}:\frac{5\pi}{18}\right], \sin x=\sin\left(\frac{2}{3}\pi-2x\right)$ |
| ז. $\left[0:\frac{\pi}{3}\right], 5-5\tan(4x-0.1\pi)=0$                   | ח. $\left[-\frac{\pi}{4}:\frac{\pi}{4}\right], \sin\left(2x-\frac{\pi}{5}\right)=0.7$         |

**(4)** פתור את המשוואות הבאות בתחום שלידן (טכניקה אלגברית):

- |  |   |
|--|---|
| א. $\left[0:\frac{\pi}{2}\right], \sin^2 x=\frac{3}{4}$                  | ב. $\left[-\frac{\pi}{8}:\frac{\pi}{8}\right], 16\cos^2 2x-1=0$         |
| ג. $[0:\pi], 2\tan^2 x-18=0$   | ד. $\left[-\frac{\pi}{3}:\frac{\pi}{3}\right], 3\sin x\cos x+3\cos x=0$ |
| ה. $\left[-\frac{\pi}{2}:\frac{\pi}{2}\right], \sin^2 x-5\sin x\cos x=0$ | ו. $[-\pi:\pi], 2\sin^2 x-5\sin x+2=0$                                  |
| ז. $[-\pi:0], 4\cos^2 x-\sqrt{2}\cos x-1=0$                              | ח. $[0:2\pi], \tan^2 x-7\tan x+10=0$                                    |

(5) פתור את המשוואות הבאות בתחום שלידן (שימוש בזהויות יסוד):

א.  $0 \leq x \leq \pi$ ,  $\sin x = \cos\left(x + \frac{\pi}{4}\right)$

ב.  $0 \leq x \leq \pi$ ,  $\tan x = 4 \sin x$

ג.  $0 \leq x \leq 2\pi$ ,  $2 \sin^2 x = 3 \cos x$

(6) פתור את המשוואות הבאות בתחום שלידן (שימוש בזהויות ממעגל היחידה):

א.  $[-\pi : \pi]$ ,  $\sin\left(x - \frac{\pi}{6}\right) = -\sin x$

ב.  $[0 : \pi]$ ,  $\sin\left(2x + \frac{2}{9}\pi\right) = -\cos 2x$

ג.  $[0 : \pi]$ ,  $\sin 4x = -\cos(\pi - x)$

ד.  $\left[-\frac{\pi}{2} : \frac{\pi}{2}\right]$ ,  $\tan x = -\tan 2x$

(7) פתור את המשוואות הבאות בתחום שלידן (זהויות של זווית כפולה):

א.  $-\pi \leq x \leq \pi$ ,  $\sin 2x + \cos^2 x = 0$

ב.  $[-\pi : \pi]$ ,  $\cos 4x + 1 = 3 \sin 2x$

ג.  $-\frac{\pi}{2} \leq x \leq \frac{\pi}{2}$ ,  $2 \sin^2 x = \cos 2x + 2$

ד.  $0 \leq x \leq \pi$ ,  $\cos 4x + \sin^2 x = 1$

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $\frac{\pi}{6}$     ב.  $\frac{\pi}{2}$     ג.  $\frac{5\pi}{12}$     ד.  $\frac{2\pi}{3}$     ה.  $\frac{7\pi}{6}$   
 ו.  $\frac{7\pi}{4}$     ז.  $\frac{\pi}{10}$     ח.  $\frac{19\pi}{12}$     ט.  $-\frac{\pi}{12}$     י.  $-\frac{4\pi}{9}$   
 יא.  $\frac{17\pi}{6}$     יב.  $-\frac{13\pi}{6}$
- (2) א.  $180^\circ$     ב.  $360^\circ$     ג.  $720^\circ$     ד.  $270^\circ$     ה.  $90^\circ$   
 ו.  $45^\circ$     ז.  $30^\circ$     ח.  $10^\circ$     ט.  $130^\circ$     י.  $285^\circ$   
 יא.  $210^\circ$     יב.  $405^\circ$
- (3) א.  $\frac{\pi}{18}, \frac{5\pi}{18}$     ב.  $x = \frac{5\pi}{6}$     ג.  $x = \frac{\pi}{2}$     ד.  $x = \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}$   
 ה.  $x = 0$     ו.  $x = \frac{2\pi}{9}$     ז.  $x = 0.0875\pi$     ח.  $x = 0.224\pi$
- (4) א.  $x = \frac{\pi}{3}$     ב.  $\phi$     ג.  $x = 0.398\pi, 0.602\pi$     ד.  $\phi$   
 ה.  $x = 0, 0.437\pi$     ו.  $x = \frac{\pi}{6}, \frac{5\pi}{6}$
- ז.  $x = -\frac{\pi}{4}, -0.615\pi$     ח.  $x = 0.352\pi, 0.437\pi, 1.352\pi, 1.437\pi$
- (5) א.  $x = \frac{\pi}{8}$     ב.  $x = 0, 0.42\pi, \pi$     ג.  $x = \frac{\pi}{3}, \frac{5\pi}{3}$
- (6) א.  $x = \frac{\pi}{12}, -\frac{11\pi}{12}$     ב.  $x = \frac{23\pi}{72}, \frac{59\pi}{72}$
- ג.  $x = \frac{\pi}{10}, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{2}, \frac{5\pi}{6}, \frac{9\pi}{10}$     ד.  $x = \pm \frac{\pi}{3}, 0$
- (7) א.  $x = \pm \frac{\pi}{2}, -0.148\pi, 0.852\pi$     ב.  $x = -\frac{7\pi}{12}, \frac{\pi}{12}, \frac{5\pi}{12}, \frac{11\pi}{12}$   
 ג.  $x = \pm \frac{\pi}{3}$     ד.  $x = 0, 0.38\pi, 0.61\pi, \pi$

## אי שוויונים טריגונומטריים:

### סיכום כללי:

- כדי לפתור אי-שוויון טריגונומטרי בתחום מסוים נבצע את השלבים הבאים:
1. נהפוך את סימן אי השוויון לסימן שוויון ונפתור את המשוואה המתקבלת.
  2. נסדר את כל הפתרונות על ציר מספרים ונבחר ערך בכל תחום.
  3. נציב את הערכים באי השוויון המקורי ונאמר כי:
    - אם מתקבל פסוק אמת אז תחום זה מהווה פתרון של אי השוויון.
    - אם מתקבל פסוק שקר אז תחום זה אינו פתרון של אי השוויון.
  4. נרכז את כל התחומים ונכתוב את הפתרון המלא.

### הערה:

במידה והמשוואה אינה מוגדרת עבור ערך מסוים הערך הזה מוכנס גם לציר המספרים.

### שאלות:

פתור את אי השוויונים הבאים בתחום הרשום לידם:

$$[0, 1.5\pi] \quad 2 \cos x - \sqrt{3} \geq 0 \quad \text{(2)} \qquad [0, 180^\circ] \quad \sin x < \frac{1}{2} \quad \text{(1)}$$

$$[0, \pi] \quad \sin x + \sin 2x + \sin 3x < 0 \quad \text{(4)} \qquad (-90^\circ, 90^\circ) \quad 2 \cos^2 x + \sin x \geq 1 \quad \text{(3)}$$

$$(0 < x < \pi) \quad \sin x + \sqrt{3} \cos x \geq 1 \quad \text{(6)} \qquad [0^\circ, 180^\circ] \quad 1 < 2 \sin(x + 10^\circ) < \sqrt{3} \quad \text{(5)}$$

$$(-\pi < x < \pi) \quad |\tan(x)| > \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \text{(8)} \qquad [0, 2\pi] \quad \tan x + \cot x > 0 \quad \text{(7)}$$

**תשובות סופיות:**

$$. 0^\circ \leq x < 30^\circ, 150^\circ \leq x \leq 180^\circ \quad (1)$$

$$. 0 \leq x \leq \frac{\pi}{6} \quad (2)$$

$$. -30^\circ \leq x < 90^\circ \quad (3)$$

$$. \frac{\pi}{2} < x < \frac{2\pi}{3} \quad (4)$$

$$. 20^\circ < x < 50^\circ, 110^\circ < x < 140^\circ \quad (5)$$

$$. 0 < x \leq \frac{\pi}{2} \quad (6)$$

$$. 0 < x < \frac{\pi}{2}, \pi < x < \frac{3}{2}\pi \quad (7)$$

$$. -\frac{5\pi}{6} < x < -\frac{\pi}{6}, x \neq -\frac{\pi}{2} : \text{או} \frac{\pi}{6} < x < \frac{5\pi}{6}, x \neq \frac{\pi}{2} \quad (8)$$

# מכינה במתמטיקה

## פרק 11 - מספרים מרוכבים

### תוכן העניינים

130	1. הגדרת המספר המרוכב
133	2. המספר הצמוד
136	3. חקירת משוואה ריבועית מרוכבת
137	4. מישור גאוס והצגה קוטבית של מספר מרוכב
141	5. נוסחת דה-מואבר למציאת שורשים של מספר מרוכב
143	6. שאלות בסדרות עם מספרים מרוכבים
144	7. שאלות שונות עם מספרים מרוכבים

## הגדרת המספר המרוכב:

**סיכום כללי:**

**הגדרות כלליות:**

ע"י הסימון:  $i = \sqrt{-1}$  מגדירים את המספר מהצורה:  $z = a + bi$  כמספר מרוכב בעל חלק ממשי  $a$  וחלק מדומה  $b$ . המספרים  $a$  ו- $b$  הם ממשיים.  
 $a$  נקרא הרכיב הממשי של  $z$  ומסומן גם  $\text{Re}(z)$  (מלשון: Real).  
 $b$  נקרא הרכיב המדומה של  $z$  ומסומן גם  $\text{Im}(z)$  (מלשון: Imaginary).

**שאלות:**

(1) רשום עם  $i$ :

א. $\sqrt{-1} =$	ב. $\sqrt{-4} =$	ג. $\sqrt{-25} =$
ד. $\sqrt{-3} =$	ה. $\sqrt{-5} =$	

(2) חשב:

א. $i =$	ב. $i^2 =$	ג. $i^3 =$
ד. $i^4 =$	ה. $i^5 =$	ו. $i^{17} =$

(3) רשום את ערכם של  $a$  ו- $b$  בעבור המספרים המרוכבים הבאים:

א. $2 + 5i$	ב. $3 - i$	ג. $\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}i$
ד. $7i$	ה. $-4$	ו. $0$

(4) כתוב מספר מרוכב  $z$  לפי הדרישות הבאות:

א.  $\text{Re}(z) = -3, \text{Im}(z) = 2$ .

ב.  $\text{Re}(z) = \text{Im}(z) = \frac{\sqrt{2}}{2}$ .

(5) מספר מרוכב מסוים  $z$  מקיים:  $\operatorname{Re}(z) + \operatorname{Im}(z) = 4$  ו-  $\operatorname{Re}(z) - \operatorname{Im}(z) = -1$ . מצא את  $z$ .

(6) פתור את המשוואות הבאות:

א.  $x^2 = -1$       ב.  $x^2 + 36 = 0$       ג.  $x^2 - 2x + 5 = 0$

(7) פתור את המשוואה הבאה:  $x^2 + x + 1 = 0$ .

(8) פתור את המשוואה הבאה:  $z^2 + iz + 6 = 0$ .

(9) נתון:  $z_1 = 2 + 3i$ ,  $z_2 = 5 - 2i$ . חשב את ערכי הביטויים המרוכבים הבאים:

א.  $z_1 + z_2 =$       ב.  $z_1 - z_2 =$       ג.  $z_1 \cdot z_2 =$

(10) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $(-2 + 6i) + (1 - i)$       ב.  $(4 + 4i) - \left(3 + \frac{1}{2}i\right)$   
 ג.  $\left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i\right) - \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i\right)$       ד.  $5 - (3 - 2i)$   
 ה.  $(i - 3) + 6i$       ו.  $(i + 2) - (3i - 2) + (7 - 5i)$

(11) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $(1 + 4i) \cdot (8 - 2i)$       ב.  $\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}i\right) \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i\right)$   
 ג.  $(4i - 3) \cdot (4i + 3)$       ד.  $i \cdot (i - 1)$   
 ה.  $(2i + 3) \cdot i$       ו.  $(5i - 1)^2$

12 נתונים שני מספרים מרוכבים  $z_1 = a_1 + b_1i$  ו-  $z_2 = a_2 + b_2i$ .

ידוע כי  $z_1 + z_2$  הוא ממשי וכי  $z_1 - z_2$  הוא מדומה.

א. מצא קשר בין  $a_1$  ל-  $a_2$  וקשר בין  $b_1$  ו-  $b_2$ .

ב. הראה כי המכפלה  $z_1 \cdot z_2$  היא ממשית.

### תשובות סופיות:

1. א.  $i$     ב.  $2i$     ג.  $5i$     ד.  $\sqrt{3}i$     ה.  $\sqrt{5}i$
2. א.  $i$     ב.  $-1$     ג.  $-i$     ד.  $1$     ה.  $i$     ו.  $i$
3. א.  $a=2, b=5$     ב.  $a=3, b=-1$     ג.  $a=\frac{\sqrt{3}}{2}, b=-\frac{1}{2}$     ד.  $a=0, b=7$     ה.  $a=-4, b=0$     ו.  $a=0, b=0$
4. א.  $z=-3+2i$     ב.  $z=\frac{\sqrt{2}}{2}+\frac{\sqrt{2}}{2}i$
5.  $z=1.5+2.5i$
6. א.  $x=\pm i$     ב.  $x=\pm 6i$     ג.  $x=1+2i, 1-2i$
7.  $z=-\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}i, -\frac{1}{2}-\frac{\sqrt{3}}{2}i$
8.  $z=2i, -3i$
9. א.  $7+i$     ב.  $-3+5i$     ג.  $16+11i$
10. א.  $-1+5i$     ב.  $1+3\frac{1}{2}i$     ג.  $-\sqrt{3}i$     ד.  $2+2i$     ה.  $-3+7i$     ו.  $11-7i$
11. א.  $16+30i$     ב.  $\frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{4}+i\left(\frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4}\right)$     ג.  $-25$     ד.  $-1-i$
12. א.  $a_1=a_2, b_1=-b_2$     ב. הוכחה.    ג.  $-2+3i$     ו.  $-24-10i$

## המספר הצמוד:

סיכום כללי:

צמוד קומפלקסי (מרוכב):

לכל מספר מרוכב  $z = a + bi$  קיים מספר צמוד המסומן ב-  $\bar{z}$  וערכו:  $\bar{z} = a - bi$ .

שאלות:

(13) רשום את המספר הצמוד של המספרים המרוכבים הבאים:

א. $2 + 5i$	ב. $3 - i$	ג. $\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}i$
ד. $7i$	ה. $-4$	ו. $0$

(14) חשב:

א. $\frac{11+2i}{2-i}$	ב. $\frac{3+7i}{2-5i}$	ג. $\frac{19-9i}{2-3i}$
------------------------	------------------------	-------------------------

(15) נתון מספר  $z = 5 - 2i$ . חשב את ערכי הביטויים הבאים:

א. $\frac{1}{z}$	ב. $\frac{z}{z+3}$	ג. $\frac{z+i}{z-i}$
------------------	--------------------	----------------------

(16) המספר  $\frac{3+4i}{a-i}$  הוא ממשי טהור. מצא את  $a$ .

(17) נתונים שני מספרים מרוכבים  $z_1 = a_1 + b_1i$  ו-  $z_2 = a_2 + b_2i$ .

הראה כי כדי שתוצאת החילוק  $\frac{z_1}{z_2}$  תהיה ממשית טהורה, צריך להתקיים:  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2}$ .

(18) פתור את המשוואה הבאה:  $3z - 11 = iz - 7i$ .

(19) פתור את המשוואה הבאה :  $iz + 5 = 4i$ .

(20) פתור את מערכת המשוואות הבאה ( $z$  ו- $w$  משתנים מרוכבים) :

$$\begin{cases} 3z + iw = 5 - 4i \\ 5iz - 2w = 5 + 8i \end{cases}$$

(21) פתור את המשוואות הבאות שבהן  $a$  ו- $b$  ממשיים :

א.  $2a - 3i = 10 + bi$       ב.  $3a - 8 + 5bi = 2b - ai - 3i$

(22) פתור את המשוואה הבאה :  $2z + 7i = iz + \bar{z} - 3$ .

(23) חשב את ערכי המספרים המרוכבים הבאים :

א.  $\sqrt{5 - 12i}$       ב.  $\sqrt{8 + 6i}$

(24) פתור את המשוואות הריבועיות הבאות :

א.  $(1 - i)z^2 - 2z + i + 1 = 0$

ב.  $(-2 + i)z^2 - (6 + 12i)z + 10 - 25i = 0$

(25) פתור את המשוואה הבאה :  $iz^2 - 2(1 - i)z + 6 + 15i = 0$ .

(26) פתור את המשוואה הבאה :  $z^2 - i\bar{z} + 6 = 0$ .

## תשובות סופיות:

- א.  $2-5i$     ב.  $3+i$     ג.  $\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i$     ד.  $-7i$     ה.  $-4$     ו.  $0$     (13)
- א.  $4+3i$     ב.  $-1+i$     ג.  $.5+3i$     (14)
- א.  $\frac{5}{29} + \frac{2}{29}i$     ב.  $\frac{11}{17} - \frac{3}{34}i$     ג.  $\frac{14}{17} + \frac{5}{17}i$     (15)
- א.  $a = -\frac{3}{4}$     (16)
- שאלת הוכחה.    (17)
- א.  $z = 4 - i$     (18)
- א.  $z = 4 + 5i$     (19)
- א.  $z = 2 - 3i, w = 5 + i$     (20)
- א.  $a = 5, b = -3$     ב.  $a = 2, b = -1$     (21)
- א.  $z = -\frac{1}{2} - 2\frac{1}{2}i$     (22)
- א.  $z = \pm(3 - 2i)$     ב.  $z = \pm(3 + i)$     (23)
- א.  $z_{1,2} = i, 1$     ב.  $z_{1,2} = -2 - i, 2 - 5i$     (24)
- א.  $z_1 = -2 - 5i, z_2 = 3i$     (25)
- א.  $z_1 = -3i, z_2 = 2i$     (26)

## חקירת משוואה ריבועית מרוכבת:

שאלות:

(27) נתונה המשוואה הבאה:  $(mi-2)z^2 - 2(m+2i)z + 1 = 0$

מצא לאלו ערכים של הפרמטר המרוכב  $m$  למשוואה:

א. יש פתרון יחיד.

ב. אין פתרון.

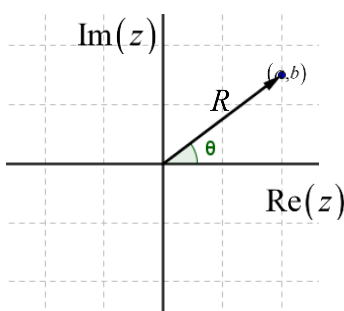
תשובות סופיות:

(27) א.  $m = -i$  ב.  $m = -2i$ .

## מישור גאוס והצגה קוטבית של מספר מרוכב:

### סיכום כללי:

ניתן לאפיין מספר מרוכב  $z$  ע"י הצגתו במישור שבו ציר ה- $x$  מייצג את  $a$ , גודל הערך הממשי של  $z$ , וציר ה- $y$  מייצג את  $b$ , גודל הערך המדומה של  $z$ . מישור זה נקרא מישור גאוס ומופיע באיור הסמוך.



במישור גאוס ניתן לאפיין כל נקודה ע"י הזוג  $(a, b)$  או ע"י הערך המוחלט של המספר (מרחקו מ- $(0, 0)$ ) והזווית שלו בין הקרן החיובית של הציר הממשי לרדיוס. הצמד הנ"ל מוגדר כהצגה קוטבית של מספר מרוכב ויסומן:  $(R, \theta)$ . מספר מרוכב בהצגה קוטבית:

$$z = R \cos \theta + i \cdot R \sin \theta = R(\cos \theta + i \sin \theta) = R \operatorname{cis} \theta$$

### נוסחאות ומעברים:

- מעבר מהצגה קוטבית לקרטזית (אלגברית):  $R = \sqrt{a^2 + b^2}$ ,  $\tan \theta = \frac{b}{a}$ .
- מעבר מהצגה קרטזית לקוטבית:  $a = R \cos \theta$ ,  $b = R \sin \theta$ .
- גודל של מספר מרוכב  $z$  יסומן  $|z|$  ויחושב:  $|z| = R = \sqrt{a^2 + b^2}$ .

### פעולות חשבון בהצגה קוטבית:

- כפל מספרים מרוכבים:  $z_1 \cdot z_2 = (R_1 \operatorname{cis} \theta_1) \cdot (R_2 \operatorname{cis} \theta_2) = R_1 R_2 \operatorname{cis}(\theta_1 + \theta_2)$ .
- חילוק מספרים מרוכבים:  $\frac{z_1}{z_2} = \frac{R_1 \operatorname{cis} \theta_1}{R_2 \operatorname{cis} \theta_2} = \frac{R_1}{R_2} \operatorname{cis}(\theta_1 - \theta_2)$ .

## שאלות:

(28) כתוב את המספרים המרוכבים הבאים בהצגה אלגברית:

א. $2\text{cis}60^\circ$	ב. $6\text{cis}135^\circ$	ג. $4\text{cis}330^\circ$
ד. $4\text{cis}(-30^\circ)$	ה. $4\text{cis}690^\circ$	ו. $8\text{cis}90^\circ$
ז. $3\text{cis}270^\circ$	ח. $\text{cis}180^\circ$	ט. $\text{cis}0^\circ$

(29) הפוך להצגה קוטבית:

א. $1+i$	ב. $\sqrt{3}-i$	ג. $-\frac{1}{2}-\frac{\sqrt{3}}{2}i$
ד. $3+4i$	ה. $6i$	ו. $-i$
ז. $4$	ח. $-1$	ט. $1$
י. $0$		

(30) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

א. $2\text{cis}120^\circ \cdot 3\text{cis}60^\circ$	ב. $\text{cis}210^\circ \cdot 5\text{cis}(-40^\circ)$
ג. $\frac{12\text{cis}315^\circ}{3\text{cis}90^\circ}$	ד. $\frac{1}{2\text{cis}40^\circ}$
ה. $6\text{cis}30^\circ + 2\text{cis}210^\circ$	

(31) נתון המספר המרוכב  $z = R\text{cis}\theta$ . הבע באמצעות  $R$  ו- $\theta$  את המספרים:

א. $\bar{z}$	ב. $1/z$	ג. $-z$
ד. $-\frac{1}{z}$	ה. $iz$	ו. $z \cdot \bar{z}$

(32) הראה כי המספרים הבאים הם ממשיים טהורים:

א. $z + \bar{z}$	ב. $z \cdot \bar{z}$	ג. $\frac{z}{\bar{z}} + \frac{\bar{z}}{z}$
------------------	----------------------	--

(33) הראה כי המספרים הבאים הם מדומים טהורים:

א. $z^2 - \bar{z}^2$	ב. $\frac{1}{\bar{z}} - \frac{1}{z}$
----------------------	--------------------------------------

(34) הוכח את הטענות הבאות:

א.  $z - i\bar{z} = \overline{\bar{z} + iz}$       ב.  $z \cdot \bar{z} = |z|^2$

(35) מצא את קדקודיו של ריבוע החסום במעגל קנוני שרדיוסו  $\sqrt{2}$  במישור גאוס אם ידוע שצלעותיו מקבילות לצירים.

(36) ריבוע חסום במעגל קנוני במישור גאוס. אחד מקודקודי הריבוע הוא  $1 + \sqrt{3}i$ . מצא את קדקודיו האחרים.

(37) משולש שווה צלעות חסום במעגל קנוני במישור גאוס. אחד מקודקודי המשולש הוא  $1 + \sqrt{3}i$ . מצא את קדקודיו האחרים.

(38) משולש שווה שוקיים, שזווית הבסיס שלו היא  $30^\circ$  חסום במעגל קנוני במישור גאוס. קדקוד הראש של המשולש הוא  $1 + \sqrt{3}i$ . מצא את קדקודיו האחרים.

(39)  $z$  הוא מספר מרוכב במישור גאוס הנמצא מחוץ למעגל היחידה. קבע אם המספרים הבאים נמצאים בתוך מעגל היחידה, עליו או מחוץ לו:

א.  $\bar{z}$       ב.  $\frac{1}{z}$       ג.  $\frac{z}{\bar{z}}$       ד.  $z \cdot \bar{z}$

## תשובות סופיות:

- (28) א.  $1 + \sqrt{3}i$     ב.  $-3\sqrt{2} + 3\sqrt{2}i$     ג.  $2\sqrt{3} - 2i$     ד.  $2\sqrt{3} - 2i$
- ה.  $2\sqrt{3} - 2i$     ו.  $8i$     ז.  $-3i$     ח.  $-1$     ט.  $1$
- (29) א.  $\sqrt{2}\text{cis}45^\circ$     ב.  $2\text{cis}330^\circ$     ג.  $\text{cis}240^\circ$     ד.  $5\text{cis}53.13^\circ$
- ה.  $6\text{cis}90^\circ$     ו.  $\text{cis}270^\circ$     ז.  $4\text{cis}0^\circ$     ח.  $\text{cis}180^\circ$     ט.  $\text{cis}0^\circ$
- (30) א.  $-6$     ב.  $5\text{cis}170^\circ$     ג.  $4\text{cis}225^\circ$     ד.  $\frac{1}{2}\text{cis}(-40^\circ)$
- ה.  $4\text{cis}30^\circ$
- (31) א.  $R\text{cis}(-\theta)$     ב.  $\frac{1}{R}\text{cis}(-\theta)$     ג.  $R\text{cis}(180^\circ + \theta)$
- ד.  $\frac{1}{R}\text{cis}(180^\circ + \theta)$     ה.  $R\text{cis}(90^\circ + \theta)$     ו.  $R^2$
- (32) שאלת הוכחה.
- (33) שאלת הוכחה.
- (34) שאלת הוכחה.
- (35)  $1+i, -1+i, -1-i, 1-i$
- (36)  $-\sqrt{3}+i, -1-\sqrt{3}i, \sqrt{3}-i$
- (37)  $1+\sqrt{3}i, 1-\sqrt{3}i, -2$
- (38)  $1+\sqrt{3}i, -1+\sqrt{3}i, 2$
- (39) א. מחוץ למעגל.    ב. בתוך המעגל.    ג. על המעגל.    ד. מחוץ למעגל.

## נוסחת דה-מואבר למציאת שורשים של מספר מרוכב:

סיכום כללי:

משפט דה-מואבר:

כדי להעלות מספר מרוכב  $z$  בחזקת  $n$  נעזר בקשר:  $(R\text{cis}\theta)^n = R^n\text{cis}(n\theta)$ .

שורשים של מספר מרוכב:

כדי להוציא שורש  $n$ -י של מספר מרוכב  $z$  השווה למספר מרוכב אחר  $z_0 = R_0\text{cis}\theta_0$

$$\cdot z^n = z_0 = R_0\text{cis}\theta_0 / \sqrt[n]{\phantom{x}} \Rightarrow z_k = \sqrt[n]{R_0} \cdot \text{cis}\left(\frac{\theta_0}{n} + \frac{2\pi k}{n}\right) : 1 \leq k \leq n$$

שאלות:

40 חשב את ערכי הביטויים הבאים תוך שימוש בנוסחת דה-מואבר:

א. $(2\text{cis}30^\circ)^3$	ב. $(2\text{cis}14^\circ)^5$	ג. $(1+i)^4$
ד. $(\sqrt{3}-i)^3$	ה. $\left(-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i\right)^{12}$	

41 פתור את המשוואות הבאות:

א. $z^2 = 36\text{cis}120^\circ$	ב. $z^4 = (9\text{cis}80^\circ)^2$	ג. $z^5 = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i$
----------------------------------	------------------------------------	--

42 מצא את סכום ומכפלת שורשי היחידה מסדר 4.

43 נתון המספר המרוכב  $z = x+iy$ .

מצא את המקום הגאומטרי במישור גאוס המתקבל בעבור המשוואה:  $|z|=2$ .

(44) נתון המספר המרוכב  $z = x + iy$ .

מצא את המקום הגאומטרי במישור גאוס המתקבל בעבור המשוואה:  $|z - 3i| = 5$ .

(45) נתון המספר המרוכב  $z = x + iy$ . מצא את המקום הגאומטרי במישור גאוס

המתקבל בעבור המשוואה:  $|z + i| + |\bar{z} + i| = |1 + 3i|$ .

### תשובות סופיות:

(40) א.  $8i$       ב.  $32\text{cis}70^\circ$       ג.  $-4$       ד.  $-8i$       ה.  $1$ .

(41) א.  $z_0 = 6\text{cis}60^\circ$ ,  $z_1 = 6\text{cis}240^\circ$ .

ב.  $z_0 = 3\text{cis}40^\circ$ ,  $z_1 = 3\text{cis}130^\circ$ ,  $z_2 = 3\text{cis}220^\circ$ ,  $z_3 = 3\text{cis}310^\circ$ .

ג.  $z_0 = \text{cis}12^\circ$ ,  $z_1 = \text{cis}84^\circ$ ,  $z_2 = \text{cis}156^\circ$ ,  $z_3 = \text{cis}228^\circ$ ,  $z_4 = \text{cis}300^\circ$ .

(42) סכום:  $0$ , מכפלה:  $-1$ .

(43)  $x^2 + y^2 = 4$ .

(44)  $x^2 + (y - 3)^2 = 25$ .

(45)  $\frac{2x^2}{3} + \frac{2y^2}{5} = 1$ .

## שאלות בסדרות עם מספרים מרוכבים:

### שאלות:

(46) בסדרה חשבונית האיבר השביעי הוא  $a_7 = 13 + 3i$  והאיבר השלישי הוא  $a_3 = 5 - 9i$ . מצא את סכום עשרת האיברים הראשונים בסדרה.

(47) בסדרה הנדסית האיבר החמישי הוא  $a_5 = 32 + 16i$  והאיבר השני הוא  $a_2 = 2 - 4i$ .  
 א. מצא את האיבר הראשון בסדרה ואת מנת הסדרה, אם נתון שמנת הסדרה היא מספר מרוכב הנמצא על הציר המדומה במישור גאוס.  
 ב. מצא את סכום חמשת האיברים הראשונים בסדרה.

(48) נתונים שלושה איברים סמוכים בסדרה הנדסית. האיבר הראשון ביניהם הוא 2. נתון כי אם מוסיפים לאיבר השלישי  $4i$  מתקבלים שלושה איברים סמוכים בסדרה חשבונית. מצא את שלושת איברי הסדרה ההנדסית (שתי אפשרויות).

### תשובות סופיות:

$$S_{10} = 100 - 15i \quad (46)$$

$$S_5 = 20 + 25i \quad \text{ב.} \quad a_1 = 2 + i, q = -2i \quad \text{א.} \quad (47)$$

$$2, 4 - 2i, 6 - 8i \quad \text{או} \quad 2, 2i, -2 \quad (48)$$

## שאלות שונות עם מספרים מרוכבים:

### שאלות:

(49) פתור את המשוואה:  $z - \bar{z} + |z| = |2 - i|^2 - 4i + \text{Im}(z)$ .

(50) פתור את המשוואה:  $|2 - 3^{x^2 - x - 1}i| = \sqrt{13}$ .

(51) פתור את המשוואה:  $z^3 = \bar{z}$ .

(52) הוכח: אם מקדמי משוואה ריבועית הם מספרים ממשיים ואין למשוואה פתרונות ממשיים אז פתרונות המשוואה הם שני מספרים צמודים.

(53) נתונים שני מספרים מרוכבים שאינם ממשיים טהורים. הוכח: אם סכום המספרים ממשי ומכפלתם ממשית אז המספרים צמודים.

(54) נתון מספר מרוכב  $z$ , שאינו ממשי טהור ואינו מדומה טהור.

הוכח כי אם  $z - \frac{1}{\bar{z}}$  ממשי אז  $z$  על מעגל היחידה.

(55) הוכח את הנוסחה הבאה:  $R_1 \text{cis} \theta_1 \cdot R_2 \text{cis} \theta_2 = R_1 R_2 \text{cis}(\theta_1 + \theta_2)$ .

(56) הוא מספר מרוכב על מעגל היחידה ברביע הראשון.

נתון:  $|z^4 - z^3| = \sqrt{2 - \sqrt{3}}$ . מצא את  $\arg(z)$ .

(57) הוא מספר מרוכב על מעגל היחידה.

מצא את ערך הביטוי  $z + iz$ , אם ידוע שהוא ממשי.

(58)  $z_1$  ו-  $z_2$  הם פתרונות המשוואה הבאה:  $z^2 - 2\cos\theta \cdot z + 1 = 0$ .  
 הבע באמצעות  $\theta$  את גודל הזווית  $\angle z_1 O z_2$  (O ראשית הצירים).

### תשובות סופיות:

(49)  $z_1 = 3 - 4i$ ,  $z_2 = -3 - 4i$

(50)  $x = 2$ ,  $-1$

(51)  $z_1 = 0$ ,  $z_2 = i$ ,  $z_3 = -i$ ,  $z_4 = 1$ ,  $z_5 = -1$

(52) שאלת הוכחה.

(53) שאלת הוכחה.

(54) שאלת הוכחה.

(55) שאלת הוכחה.

(56)  $\arg(z) = 30^\circ$

(57)  $z + iz = \sqrt{2}$ ,  $-\sqrt{2}$

(58)  $2\theta$

# מכינה במתמטיקה

פרק 12 - חשבון דיפרנציאלי - גבול של פונקציה

תוכן העניינים

146	1. הסבר כללי
147	2. הצבה
148	3. צמצום
149	4. הכפלה בצמוד
150	5. פונקציה שואפת לאינסוף
152	6. איקס שואף לאינסוף
153	7. הגבול של אוילר
155	8. כלל הסנדויץ
	9. גבול לפי הגדרה

## הצבה

### שאלה

חשבו את הגבולות הבאים :

א.  $\lim_{x \rightarrow 4} x^2 + x + 1$

ב.  $\lim_{x \rightarrow 10} \frac{x+1}{x+2}$

ג.  $\lim_{x \rightarrow 1^+} \sqrt{x+3}$

ד.  $\lim_{x \rightarrow 100} 20$

### תשובה

א. 21      ב.  $\frac{11}{12}$       ג. 2      ד. 20

## צמצום

---

### שאלות

חשבו את הגבולות הבאים :

$$\lim_{x \rightarrow -5} \frac{2x^2 - 50}{2x^2 + 3x - 35} \quad (2)$$

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 - x - 6}{x^2 - 9} \quad (1)$$

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^n - x}{x - 1} \quad (4)$$

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^7 - x}{x - 1} \quad (3)$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^4 - 16}{x - 2} \quad (6)$$

$$\lim_{x \rightarrow \frac{1}{2}} \frac{2x^2 - 5x + 2}{6x^2 - 5x + 1} \quad (5)$$

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^3 - 27}{x - 3} \quad (8)$$

$$\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^3 + 1}{x + 1} \quad (7)$$

$$\lim_{x \rightarrow -1} \frac{\sqrt[5]{x} + 1}{x + 1} \quad (10)$$

$$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{x^2 - 16}{x^3 - 4x^2 + x - 4} \quad (9)$$

### תשובות סופיות

-3 (5)	$n-1$ (4)	6 (3)	$\frac{10}{8.5}$ (2)	$\frac{5}{6}$ (1)
$\frac{1}{5}$ (10)	$\frac{8}{17}$ (9)	27 (8)	3 (7)	32 (6)

## הכפלה בצמוד

### שאלות

חשבו את הגבולות הבאים :

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x-3}{\sqrt{x+1}-2} \quad (2)$$

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{1-\sqrt{x}}{1-x} \quad (1)$$

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x^2+x+2}-2}{x^2-1} \quad (4)$$

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{3-\sqrt{x+6}}{2x-6} \quad (3)$$

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2-\sqrt{3x+1}}{1-\sqrt{2x-1}} \quad (6)$$

$$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{\sqrt{2x+1}-\sqrt{x+5}}{x-4} \quad (5)$$

$$\lim_{x \rightarrow -2} \frac{\sqrt{x^2+5}-3}{\sqrt{x^2+x+2}+x} \quad (8)$$

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{1-\sqrt[3]{x}}{1-x} \quad (7)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{1+\sqrt[3]{x}+x}-1}{\sqrt[3]{x}} \quad (9)$$

### תשובות סופיות

$$\frac{3}{8} \quad (4) \qquad -\frac{1}{12} \quad (3) \qquad 4 \quad (2) \qquad \frac{1}{2} \quad (1)$$

$$-\frac{8}{3} \quad (8) \qquad \frac{1}{3} \quad (7) \qquad \frac{3}{4} \quad (6) \qquad \frac{1}{6} \quad (5)$$

$$\qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \frac{1}{2} \quad (9)$$

## פונקציה שואפת לאינסוף

### שאלות

חשבו את הגבולות הבאים:

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x-1)^2}{x-2} \quad (2)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 + 4}{x} \quad (1)$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 1}{(x-2)(x-5)} \quad (4)$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{-x^2}{(2-x)^2} \quad (3)$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} -\frac{1}{2} \ln(2-x) \quad (6)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\ln x}{x} \quad (5)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} e^{\frac{1}{x}} \quad (8)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \left( (\ln x)^2 + 2 \ln x - 3 \right) \quad (7)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{1 + 2^{\frac{1}{x}}} \quad (10)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{1 + 2^{\frac{1}{x}}} \quad (9)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \ln x \cdot \cot x \quad (12)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{1 + 2^{\frac{1}{x}}} \quad (11)$$

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt[3]{x-1} - \sqrt[4]{x-1}}{\sqrt{x-1}} \quad (13)$$

### תשובות סופיות

$\phi$ (4)	$-\infty$ (3)	$\phi$ (2)	$\phi$ (1)
$\phi$ (8)	$\infty$ (7)	$\infty$ (6)	$-\infty$ (5)
$-\infty$ (12)	$\phi$ (11)	1 (10)	0 (9)
			$-\infty$ (13)

## x שואף לאינסוף

### שאלות

חשבו את הגבולות הבאים :

- |  |   |
|--|---|
| $\lim_{x \rightarrow -\infty} \arctan x + e^x \quad (2)$   | $\lim_{x \rightarrow \infty} (e^{-x})^{\ln x} \quad (1)$  |
| $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{x^4 + 2x^2 + 6}{3x^3 + 10x} \quad (4)$                                 | $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4x^2 + 2}{x^2 + 1000x} \quad (3)$                                |
| $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{x^2 - 5x + 6}{2x + 10} - \frac{x}{2} \right) \quad (6)$          | $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^4 + 2x^2 + 6}{3x^5 + 10x} \quad (5)$                           |
| $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\sqrt{x^2 + 1}}{x} \quad (8)$  | $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{x^2 + 1}}{x} \quad (7)$                                    |
| $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[3]{x^4 + 2x^2 + 6 + 27x^6}}{\sqrt{3x^3 + 10x + 4x^4}} \quad (10)$ | $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\sqrt{9x^6 - 5x}}{x^3 - 2x^2 + 1} \quad (9)$                    |
| $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{16^x + 4^{x+1}}{2^{4x+2} + 2^{x+3}} \quad (12)$                         | $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{x+2} - \sqrt{3x-3}}{\sqrt{4x+1} - \sqrt{5x-1}} \quad (11)$ |
| $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4 \cdot 9^x + 3^{x+1}}{81^{0.5x} + 3^{x+3}} \quad (14)$                 | $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{16^x + 4^{\frac{x+1}{2}}}{2^{4x+2} + 2^{x+3}} \quad (13)$       |
| $\lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{4x^2 + 2}{x^2 + 1000x}} \quad (16)$                               | $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{4 \cdot 9^x + 3^{x+1}}{81^{0.5x} + 3^{x+3}} \quad (15)$         |
| $\lim_{x \rightarrow \infty} e^{\frac{x^4 + 2x^2 + 6}{3x^4 + 10x}} \quad (18)$                             | $\lim_{x \rightarrow \infty} \ln \left( \frac{3x^3 - 5x - 1}{x^3 - 2x^2 + 1} \right) \quad (17)$    |
| $\lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt[5]{\frac{ax+1}{bx+2}} \quad (20)$                                       | $\lim_{x \rightarrow -\infty} \sin \left( \frac{x^4 + 2x^2 + 6}{3x^5 + 10x} \right) \quad (19)$     |
| $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x^2 + kx} - x) \quad (22)$   | $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x^2 + 5x} - x) \quad (21)$                                      |
| $\lim_{x \rightarrow -\infty} (\sqrt{x^2 + x + 1} + x) \quad (24)$   | $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x^2 + x + 1} - x) \quad (23)$                                   |
| $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x^2 + ax} - \sqrt{x^2 + bx}) \quad (26)$                               | $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x^4 + x^2 + 1} - x^2) \quad (25)$                               |

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1 - \left(1 - \frac{1}{x}\right)^5}{1 - \left(1 - \frac{1}{x}\right)^4} \quad (28)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(x-4)^{10} (3x^2-1)^4}{x^2 (2x-5)^{10} (x^3+1)^2} \quad (27)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} [\ln(5 \cdot 2^{x+2} + 6 \cdot e^{x+1}) - x] \quad (29)$$

### תשובות סופיות

- |   |                                      |                        |                    |
|---|--------------------------------------|------------------------|--------------------|
| $-\infty$ (4)   | 4 (3)                                | $-\frac{\pi}{2}$ (2)   | 0 (1)              |
| -1 (8)  | 1 (7)                                | -5 (6)                 | 0 (5)              |
| $\frac{1}{4}$ (12)  | $\frac{1-\sqrt{3}}{2-\sqrt{5}}$ (11) | 1.5 (10)               | -3 (9)             |
| 2 (16)  | $\frac{1}{9}$ (15)                   | 4 (14)                 | 0 (13)             |
|   | 0 (19)                               | $e^{\frac{1}{3}}$ (18) | $\ln 3$ (17)       |
| $-\infty: b=0, a < 0$ : א . $\infty: b=0, a > 0$ א . $\lim = \sqrt[5]{\frac{a}{b}}$ : $b \neq 0$ א (20) |                                      |                        |                    |
| $-\frac{1}{2}$ (24)   | $\frac{1}{2}$ (23)                   | $\frac{k}{2}$ (22)     | 2.5 (21)           |
| $\frac{5}{4}$ (28)  | $\frac{3^4}{2^{10}}$ (27)            | $\frac{a-b}{2}$ (26)   | $\frac{1}{2}$ (25) |
|   |                                      |                        | $\ln(6e)$ (29)     |

## הגבול של אוילר

---

### שאלות

חשבו את הגבולות הבאים (היעזרו בגבול של אוילר:  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = \lim_{x \rightarrow 0} (1+x)^{\frac{1}{x}} = e$ ):

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x^2}\right)^x \quad (2) \qquad \lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{2x}\right)^x \quad (1)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{x^2}\right)^{x^2-1} \quad (4) \qquad \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+2}{x}\right)^x \quad (3)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} (1 + \sin x)^{\frac{1}{x}} \quad (6) \qquad \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{2x+3}{2x-3}\right)^x \quad (5)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x^2 + 4x + 1}{x^2 + x + 2}\right)^{10x} \quad (8) \qquad \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x^2 + x + 1}{x^2 + x + 4}\right)^{4x^2} \quad (7)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \tan \frac{1}{x}\right)^x \quad (9)$$

### תשובות סופיות

$$e^3 \quad (5) \qquad e^{-1} \quad (4) \qquad e^2 \quad (3) \qquad 1 \quad (2) \qquad e^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$e \quad (9) \qquad e^{30} \quad (8) \qquad e^{-12} \quad (7) \qquad e \quad (6)$$

## כלל הסנדוויץ'

---

### שאלות

חשבו את הגבולות בשאלות 1-10:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\cos(2x+1)}{x} \quad (2) \qquad \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin x}{x} \quad (1)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^2 + x + \sin 2x}{x^2 + \cos 3x} \quad (4) \qquad \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x + \sin x}{4x + \cos x} \quad (3)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} x^2 \cdot \cos(\ln x^2) \quad (6) \qquad \lim_{x \rightarrow 0} x \cdot \sin\left(\frac{1}{x}\right) \quad (5)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt[x]{2^x + 3^x + 4^x} \quad (8) \qquad \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x + \arctan(2x-3)}{4x + \arctan(x - \ln x)} \quad (7)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} [x] \quad (10) \qquad \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x} [x] \quad (9)$$

(11) נתונה פונקציה  $z: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ , המקיימת  $\lim_{x \rightarrow 2} z(x) = 4$ ,

ונתונה פונקציה  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ , המקיימת  $4z(x) \leq f(x) \leq (z(x))^2$  לכל  $x$ .

חשבו את הגבולות הבאים:

$$\lim_{x \rightarrow 2} f(x), \quad \lim_{x \rightarrow 2} \tan(z(x)), \quad \lim_{x \rightarrow -\sqrt{2}} (z(x^2) - x^2), \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\cos(z(x))}{x}$$

(12) חשבו את הגבול  $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sin \sqrt{x+1} - \sin \sqrt{x})$ .

(13) ענו על הסעיפים הבאים:

א. הוכח:  $\lim_{x \rightarrow c} f(x) = 0 \Leftrightarrow \lim_{x \rightarrow c} |f(x)| = 0$ .

ב. האם נכונה גם הטענה:  $\lim_{x \rightarrow c} f(x) = \pm 1 \Leftrightarrow \lim_{x \rightarrow c} |f(x)| = 1$ ?

## תשובות סופיות

- 0 (5)      3 (4)       $\frac{3}{4}$  (3)      0 (2)      0 (1)
- 0 (10)      1 (9)      4 (8)       $\frac{3}{4}$  (7)      0 (6)
- $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\cos(z(x))}{x} = 0$        $\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = 16$  (11)
- $\lim_{x \rightarrow -\sqrt{2}} (z(x^2) - x^2) = 2$        $\lim_{x \rightarrow 2} \tan(z(x)) = \tan 4$
- 0 (12)
- (13) א. שאלת הוכחה. ב. לא.

## גבול לפי הגדרה

### שאלות

בשאלות 1-6, על פי הגדרת הגבול, הוכיחו:

$$\lim_{x \rightarrow 24} \sqrt{x+1} = 5 \quad (3)$$

$$\lim_{x \rightarrow 4} x^2 + x = 20 \quad (2)$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} 7x + 14 = 28 \quad (1)$$

$$\lim_{x \rightarrow \alpha} \sin x = \sin \alpha \quad (6)$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - x}{x^2 - 2} = 1 \quad (5)$$

$$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{1}{\sqrt{x+2}} = \frac{1}{4} \quad (4)$$

$$(7) \quad \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x+1}{x^2-1} : \text{חשבו, על פי הגדרת הגבול.}$$

הוכיחו על פי הגדרת הגבול את מקרים 8-11:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x+7}{x+2} = 1 \quad (9)$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{3+x}{x^2+1} = 1 \quad (8)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^2-1}{x^2+x+1} = 3 \quad (11)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3-4x}{2x+1} = -2 \quad (10)$$

$$(12) \quad \lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = -5 : \text{נתונה פונקציה } f(x) \text{ המקיימת:}$$

הוכיחו כי קיים  $M > 0$  ממשי כלשהו, כך שעבור כל  $x > M$  מתקיים  $f(x) < -4$ .

$$(13) \quad \lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 5 : \text{נתונה פונקציה } f(x) \text{ המקיימת:}$$

הוכיחו כי קיים  $M > 0$  ממשי כלשהו, כך שעבור כל  $x > M$  מתקיים  $f^2(x) > 16$ .

$$(14) \quad \lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 0 : \text{נניח } f \text{ פונקציה ממשית וחיובית בתחום } [a, \infty) \text{ המקיימת}$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt{f(x)} = 0 \text{ הוכיחו שמתקיים}$$

$$(15) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 + 2x}{x^2 + 3x + 2} = 1 \text{ נתון הגבול}$$

מצאו ערך של  $M > 0$ , עבורו לכל  $x > M$  הביטוי שבגבול קרוב לערך הגבול עד כדי 0.1 (במילים אחרות, מצאו  $M$ , כך ש- $|f(x) - L| < 0.1$ ).

$$(16) \text{ נגדיר את הפונקציה } f(x) = \begin{cases} 2 & x \in \mathbb{Z} \\ -1 & x \in \mathbb{R} / \mathbb{Z} \end{cases}$$

האם הגבולות קיימים? הוכיחו זאת בהסתמך על הגדרת הגבול.

$$\text{א. } \lim_{x \rightarrow \infty} f(x) \quad \text{ב. } \lim_{x \rightarrow 2.5} f(x) \quad \text{ג. } \lim_{x \rightarrow \pi} f(x)$$

$$(17) \text{ בהינתן הגבול } \lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x+4}{x+11} = \frac{1}{2}, \text{ מצאו } \delta > 0, \text{ כך שלכל } x \in \mathbb{R}$$

$$\text{המקיים } |x-1| < \delta, \text{ אי-השוויון } \left| \frac{2x+4}{x+11} - \frac{1}{2} \right| < \frac{1}{100} \text{ מתקיים.}$$

(18) הוכיחו או הפריכו:

$$\text{א. אם } \lim_{x \rightarrow \infty} (f(x) - g(x)) = 0, \text{ אז } \lim_{x \rightarrow \infty} (f^2(x) - g^2(x)) = 0$$

$$\text{ב. אם } \lim_{x \rightarrow x_0} (f(x) - g(x)) = 0, \text{ אז } \lim_{x \rightarrow x_0} (f^2(x) - g^2(x)) = 0$$

$$\text{ג. אם } \lim_{x \rightarrow x_0} |f(x)| = L, \text{ אז: הגבול } \lim_{x \rightarrow x_0} f(x) \text{ קיים ושווה ל-} L \text{ או } -L.$$

$$\text{ד. אם הגבולות } \lim_{x \rightarrow x_0} (f(x) + g(x)) \text{ ו-} \lim_{x \rightarrow x_0} f(x) \text{ קיימים,}$$

$$\text{אז גם הגבול } \lim_{x \rightarrow x_0} g(x) \text{ קיים.}$$

$$(19) \text{ יש להוכיח כי } \lim_{x \rightarrow 2} \frac{x+2}{x+3} \neq 1 \text{ לפי ההגדרה.}$$

$$(20) \text{ יש להוכיח כי } \lim_{x \rightarrow 4} \frac{2x+1}{x+10} \neq 1 \text{ לפי ההגדרה.}$$

$$(21) \text{ הוכיחו שאם } \lim_{x \rightarrow 0} f(x) = 3, \text{ אז קיימת סביבה נקובה של } 0 \text{ שבה } f(x) > 2.$$

(22) הוכיחו שאם  $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) > L$ , אז קיימת סביבה נקובה של  $x_0$  שבה  $f(x) > L$ .

(23) ענו על הסעיפים הבאים:

א. הוכיחו:  $\lim_{x \rightarrow c} f(x) = 0 \Leftrightarrow \lim_{x \rightarrow c} |f(x)| = 0$

ב. האם נכונה גם הטענה:  $\lim_{x \rightarrow c} f(x) = k \Leftrightarrow \lim_{x \rightarrow c} |f(x)| = |k|$  ( $k \neq 0$ )

## תשובות סופיות

(7)  $\pm\infty$

תשובות לשאר השאלות נמצאות באתר: [GOOL.co.il](http://GOOL.co.il)

# מכינה במתמטיקה

פרק 13 - חשבון דיפרנציאלי - נגזרות ומשיקים

תוכן העניינים

1. הקדמה כללית ..... (ללא ספר)
2. כללי הגזירה ..... (ללא ספר)
3. שימושי הנגזרת ..... (ללא ספר)

# מכינה במתמטיקה

פרק 14 - חשבון דיפרנציאלי - חקירת פונקציות

תוכן העניינים

1. חקירת פולינום ..... (ללא ספר)
2. פונקציה זוגית ואי-זוגית ..... (ללא ספר)
3. תחום הגדרה של פונקצית מנה ושורש ..... (ללא ספר)
4. אסימפטוטות של פונקצית מנה ושורש ..... (ללא ספר)
5. חקירת פונקציות מנה ופונקציות שורש ..... (ללא ספר)
6. חקירת פונקציה עם פרמטר ..... (ללא ספר)

# מכינה במתמטיקה

פרק 15 - חשבון דיפרנציאלי - חקירת פונקציות טריגונומטריות

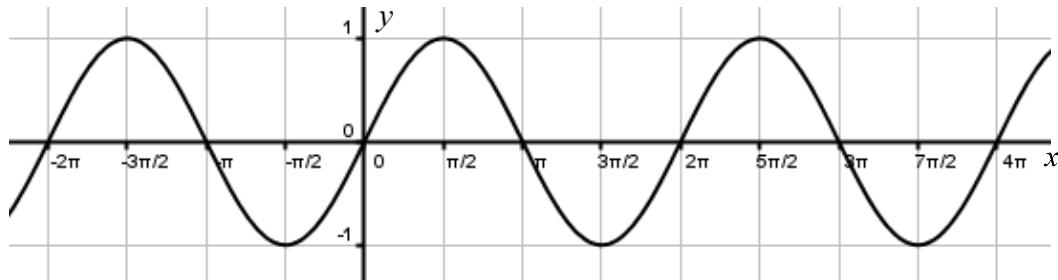
## תוכן העניינים

158	1. הגדרות כלליות
160	2. גזירה של פונקציות טריגונומטריות
162	3. שאלות עם משיקים
164	4. מציאת תחום ההגדרה של פונקציות טריגונומטריות
165	5. מציאת נקודות קיצון
166	6. מציאת אסימפטוטות המקבילות לצירים
167	7. מציאת נקודות פיתול ותחומי קעירות
168	8. חקירת פונקציה טריגונומטרית

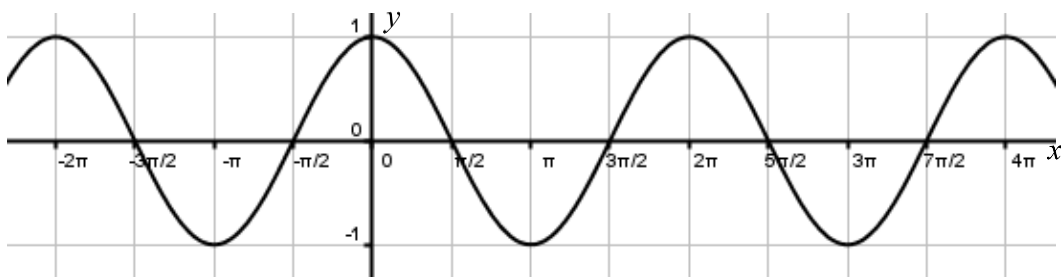
## הגדרות כלליות:

### סיכום כללי:

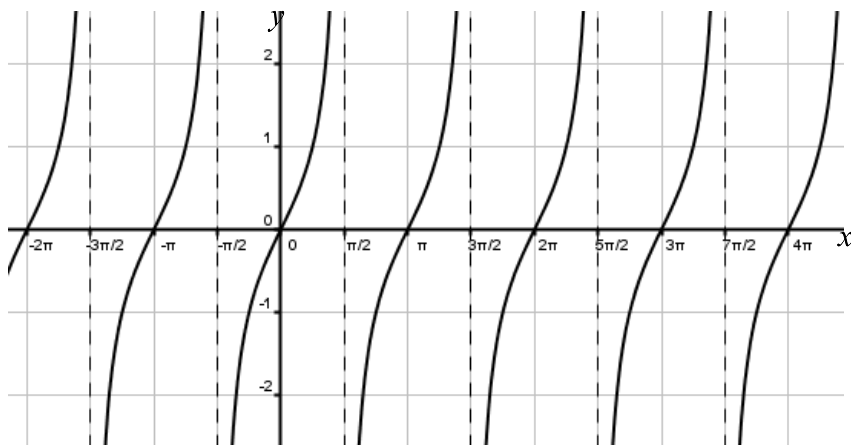
תיאור גרפי של פונקציית הסינוס  $y = \sin x$ :



תיאור גרפי של פונקציית הקוסינוס  $y = \cos x$ :



תיאור גרפי של פונקציית הטנגנס  $y = \tan x$ :



**הנגזרות הטריגונומטריות היסודיות:**

הנגזרת	הפונקציה
$y' = \cos x$	$y = \sin x$
$y' = -\sin x$	$y = \cos x$
$y' = \frac{1}{\cos^2 x}$	$y = \tan x$
$y' = -\frac{1}{\sin^2 x}$	$y = \cot x$

**זוגיות של פונקציות:**

- פונקציה  $f(x)$  תקרא זוגית אם היא מקיימת את התכונה הבאה:  $f(x) = f(-x)$ .
- פונקציה  $f(x)$  תקרא אי-זוגית אם היא מקיימת את התכונה הבאה:  $f(x) = -f(-x)$ .
- פונקציה אשר אינה מקיימת אף אחת מהתכונות הנ"ל אינה זוגית ואינה אי-זוגית.

**מחזוריות של פונקציות:**

(1) פונקציה  $f(x)$  תיקרא מחזורית במחזור  $T$  אם היא מקיימת:  $f(x+T) = f(x)$  לכל  $x$  בתחום הגדרתה.

(2) מחזור של פונקציות טריגונומטריות:

- הפונקציה  $f(x) = \sin x$  מחזורית במחזור  $T = 2\pi$  שכן:  $\sin(x+2\pi) = \sin x$ .
- הפונקציה  $f(x) = \cos x$  מחזורית במחזור  $T = 2\pi$  שכן:  $\cos(x+2\pi) = \cos x$ .
- הפונקציה  $f(x) = \tan x$  מחזורית במחזור  $T = \pi$  שכן:  $\tan(x+\pi) = \tan x$ .
- הפונקציה  $f(x) = \cot x$  מחזורית במחזור  $T = \pi$  שכן:  $\cot(x+\pi) = \cot x$ .

## גזירה של פונקציות טריגונומטריות:

### שאלות:

(1) גזור את הפונקציות הבאות:

א.  $f(x) = \sin x + 3 \cos x + x$

ג.  $f(x) = \frac{\sin x}{1 + \sin x}$

ב.  $f(x) = 2x \sin x + 4 \tan x$

(2) גזור את הפונקציות הבאות:

א.  $f(x) = \sin 3x + 2 \cos 5x$

ב.  $f(x) = \frac{\cos 2x}{1 + \sin 2x}$

(3) גזור את הפונקציות הבאות:

א.  $f(x) = \sin^3 x$

ג.  $f(x) = \sin^2 x$

ה.  $f(x) = \cos^2 2x$

ב.  $f(x) = 2 \cos^4 x$

ד.  $f(x) = \sin^3 2x$

ו.  $f(x) = \tan^2 4x$

(4) גזור את הפונקציות הבאות:

א.  $f(x) = \sqrt{\sin 3x}$

ב.  $f(x) = \frac{\sin 2x}{\sqrt{\cos 2x}}$

(5) גזור את הפונקציות הבאות:

א.  $f(x) = \sin^2 x - \cos^2 x$

ג.  $f(x) = \sin^4 x + \cos^4 x$

ב.  $f(x) = \sin^4 2x - \cos^4 2x$

**תשובות סופיות:**

$$\frac{\cos x}{(1 + \sin x)^2} \cdot \lambda \quad 2 \sin x + 2x \cos x + \frac{4}{\cos^2 x} \cdot \beta \quad \cos x - 3 \sin x + 1 \cdot \aleph \quad (1)$$

$$\cdot -\frac{2}{1 + \sin 2x} \cdot \beta \quad 3 \cos 3x - 10 \sin 5x \cdot \aleph \quad (2)$$

$$\sin 2x \cdot \lambda \quad -8 \cos^3 x \sin x \cdot \beta \quad 3 \sin^2 x \cdot \cos x \cdot \aleph \quad (3)$$

$$\cdot \frac{8 \tan 4x}{\cos^2 4x} \cdot \lambda \quad -2 \sin 4x \cdot \eta \quad 6 \sin^2 2x \cos 2x \cdot \delta$$

$$\cdot \frac{\cos^2 2x + 1}{\cos 2x \sqrt{\cos 2x}} \cdot \beta \quad \frac{3 \cos 3x}{2 \sqrt{\sin 3x}} \cdot \aleph \quad (4)$$

$$\cdot -\sin 4x \cdot \lambda \quad 4 \sin 4x \cdot \beta \quad 2 \sin 2x \cdot \aleph \quad (5)$$

## שאלות עם משיקים:

### שאלות:

(6) מצא את משוואת המשיק לפונקציה:  $f(x) = \cos x$  בנקודה  $A\left(\frac{\pi}{6}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$ .

(7) מצא את משוואת המשיק לפונקציה:  $f(x) = \sin 2x$  בנקודה שבה  $x = \frac{\pi}{2}$ .

(8) מצא את משוואת המשיק לפונקציה:  $f(x) = \tan 3x$  בנקודה שבה  $x = \frac{\pi}{9}$ .

(9) מצא את משוואות המשיקים לפונקציה:  $f(x) = 4\sin^2 x$  בנקודות החיתוך של הפונקציה עם הישר  $y = 1$  בתחום  $[0, \pi]$ .

(10) שיפוע המשיק לפונקציה:  $f(x) = \sqrt{\sin x + a}$ ,  $a$  (פרמטר) בנקודה שבה  $y = 1$

בתחום  $\left[0, \frac{\pi}{2}\right]$  הוא  $\frac{\sqrt{3}}{4}$ .

מצא את ערך הפרמטר  $a$ .

(11) נתונה הפונקציה:  $f(x) = a\sin^2 x - 5\sin x + ax$ ,  $a$  (פרמטר) בתחום:  $0 \leq x \leq \pi$ .

ידוע כי הישר:  $y = ax - 2$  חותך את גרף הפונקציה בנקודה שבה  $x = \frac{\pi}{6}$ .

א. מצא את  $a$  וכתוב את הפונקציה  $f(x)$ .

ב. מצא נקודה על גרף הפונקציה בתחום הנתון שבה שיפוע המשיק הוא:  $m = 2$ .

ג. האם קיימות נקודות נוספות בתחום הנתון ששיפוע המשיק דרכן הוא 2? נמק את תשובתך.

ד. כתוב את משוואת המשיק העובר דרך הנקודה שמצאת.

**(12)** נתונות הפונקציות הבאות:  $f(x) = x^2 + \cos^2 x$ ,  $g(x) = x^2 + \sin^2 x$ .

א. הוכח כי ההפרש:  $f(x) - g(x)$  שווה ל- $\cos 2x$ .

ב. מצא את נקודות החיתוך של הפונקציות בתחום:  $-\pi < x < \pi$ .

ג. ישר  $x = t$ ,  $(0 < t < 1)$  חותך את הגרפים בנקודות A ו-B ומהן מעבירים משיקים

לפונקציות. ידוע כי ההפרש בין שיפוע המשיק של גרף הפונקציה  $g(x)$  לשיפוע

המשיק של גרף הפונקציה  $f(x)$  הוא 1.

מצא את כל הערכים האפשריים עבור  $t$ .

### תשובות סופיות:

$$y = -\frac{1}{2}x + \frac{\pi}{12} + \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (6)$$

$$y = -2x + \pi \quad (7)$$

$$y = 12x - \frac{4\pi}{3} + \sqrt{3} \quad (8)$$

$$y = 2\sqrt{3}x - \frac{\pi\sqrt{3}}{3} + 1, y = -2\sqrt{3}x + \frac{5\pi\sqrt{3}}{3} + 1 \quad (9)$$

$$a = \frac{1}{2} \quad (10)$$

$$f(x) = 2\sin^2 x - 5\sin x + 2x, a = 2. \text{ א. } \left(\frac{\pi}{2}, \pi - 3\right). \text{ ב. } \left(\frac{\pi}{2}, \pi - 3\right). \text{ ג. לא. } \tau. y = 2x - 3. \quad (11)$$

$$\left(-\frac{3\pi}{4}, 6.05\right), \left(-\frac{\pi}{4}, 1.11\right), \left(\frac{3\pi}{4}, 6.05\right), \left(\frac{\pi}{4}, 1.11\right). \text{ ב. } t = \frac{\pi}{12}. \text{ ג. } \quad (12)$$

## מציאת תחום ההגדרה של פונקציות טריגונומטריות:

שאלות:

13 מצא את תחום ההגדרה של הפונקציות הבאות בתחום הנתון:

ב.  $f(x) = \frac{1}{\sin x - \cos x}$ ,  $[-\pi, \pi]$

א.  $f(x) = \frac{\sin x}{1 + \cos 2x}$ ,  $[0, 2\pi]$

ג.  $f(x) = \tan x$ ,  $[0, 2\pi]$

תשובות סופיות:

ב.  $-\pi \leq x \leq \pi$  וגם  $x \neq \frac{\pi}{4}, -\frac{3\pi}{4}$

13 א.  $0 \leq x \leq 2\pi$  וגם  $x \neq \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}$

ג.  $0 \leq x \leq 2\pi$  וגם  $x \neq \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}$

## מציאת נקודות קיצון:

### שאלות:

14 מצא את נקודות הקיצון של הפונקציה:  $f(x) = \sin x + \cos x$  בתחום:  $[0, 2\pi]$ .

15 מצא את נקודות הקיצון של הפונקציה:  $f(x) = \sin x - \frac{x}{2}$  בתחום:  $[0, 2\pi]$ .

16 מצא את נקודות הקיצון המוחלטות של הפונקציה:  $f(x) = \frac{\sin x + 1}{\sin x - 1}$  בתחום:  $[0, 2\pi]$ .

17 מצא את נקודות הקיצון המוחלטות של הפונקציה:  $f(x) = \frac{1}{5} \sin^5 x - \frac{1}{3} \sin^3 x - 2 \sin x$  בתחום:  $[0, 1.5\pi]$ .

18 לפונקציה:  $f(x) = a \sin x + b \sin^3 x$  (פרמטרים  $a, b$ ) יש נקודת קיצון ששיעוריה  $\left(\frac{7\pi}{6}, -1\right)$ . מצא את ערכי הפרמטרים  $a$  ו- $b$ .

### תשובות סופיות:

14 קצה  $\max(2\pi, 1)$ ,  $\min\left(\frac{5}{4}\pi, -\sqrt{2}\right)$ ,  $\max\left(\frac{\pi}{4}, \sqrt{2}\right)$ , קצה  $\min(0, 1)$

15 קצה  $\max(2\pi, -\pi)$ ,  $\min\left(\frac{5}{3}\pi, -\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{5}{6}\pi\right)$ ,  $\max\left(\frac{\pi}{3}, \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\pi}{6}\right)$ , קצה  $\min(0, 0)$

16 קצה  $\min(2\pi, -1)$ , קצה  $(0, -1)$ , קצה  $\max\left(\frac{3}{2}\pi, 0\right)$  מוחלט.

17  $\max\left(\frac{3}{2}\pi, 2\frac{2}{15}\right)$ ,  $\min\left(\frac{\pi}{2}, -2\frac{2}{15}\right)$

18  $b = -4$ ,  $a = 3$

## מציאת אסימפטוטות המקבילות לצירים:

שאלות:

(19) מצא את האסימפטוטות האנכיות לפונקציה:  $f(x) = \frac{1}{\sin 3x}$  בתחום:  $[0, \pi]$ .

(20) מצא את האסימפטוטות האנכיות לפונקציה:  $f(x) = \frac{1}{\sin x} - \frac{1}{\cos x}$  בתחום:  $[0, \pi]$ .

(21) מצא את האסימפטוטות האנכיות לפונקציה:  $f(x) = \tan x$  בתחום:  $[-\pi, \pi]$ .

תשובות סופיות:

(19)  $x = 0, x = \frac{\pi}{3}, x = \frac{2\pi}{3}, x = \pi$

(20)  $x = 0, x = \frac{\pi}{2}, x = \pi$

(21)  $x = \frac{\pi}{2}, x = -\frac{\pi}{2}$

## מציאת נקודות פיתול ותחומי קעירות:

שאלות:

**(22)** מצא את נקודות הפיתול ואת תחומי הקעירות כלפי מעלה ומטה של הפונקציה  $f(x) = \sin^2 x - 2\sin x$  בתחום:  $[0, 2\pi]$ .

תשובות סופיות:

**(22)** נקודות פיתול:  $\left(\frac{7}{6}\pi, 1\frac{1}{4}\right), \left(\frac{11}{6}\pi, 1\frac{1}{4}\right)$ , קעור מעלה:  $0 < x < \frac{7}{6}\pi, \frac{11}{6}\pi < x < 2\pi$   
 קעור מטה:  $\frac{7}{6}\pi < x < \frac{11}{6}\pi$ .

## חקירת פונקציה טריגונומטרית:

### שאלות:

**(23)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = x + 2\cos x$  בתחום  $[0, 2\pi]$ .

חקור לפי הסעיפים הבאים:

- מציאת תחום ההגדרה של הפונקציה.
- מציאת נקודות הקיצון של גרף הפונקציה.
- תחומי עלייה וירידה של גרף הפונקציה.
- מציאת נקודת החיתוך של גרף הפונקציה עם ציר ה- $y$ .
- מציאת אסימפטוטות המקבילות לצירים.
- מציאת נקודות פיתול.
- מציאת תחומי הקעירות כלפי מעלה וכלפי מטה של הפונקציה.
- סרטוט סקיצה של גרף הפונקציה.

**(24)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{1}{\sin x} + \frac{1}{\cos x}$  בתחום  $[0, \pi]$ .

חקור לפי הסעיפים הבאים:

- מציאת תחום ההגדרה של הפונקציה.
- מציאת נקודות הקיצון של גרף הפונקציה.
- תחומי עלייה וירידה של גרף הפונקציה.
- מציאת נקודת החיתוך של גרף הפונקציה עם ציר ה- $x$  בתחום הנתון.
- מציאת אסימפטוטות המקבילות לצירים.
- סרטוט סקיצה של גרף הפונקציה.

**(25)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = 4\sin 2x - 2$  בתחום  $0 \leq x \leq \pi$ .

- מצא את נקודות החיתוך של הפונקציה עם הצירים בתחום הנתון.
- מצא את נקודות הקיצון של הפונקציה בתחום הנתון וקבע את סוגן.
- סרטוט סקיצה של גרף הפונקציה.
- מעבירים את הישר  $y = k$  היעזר בסקיצה ומצא לאילו ערכי  $k$  הישר יחתוך את גרף הפונקציה בשתי נקודות בדיוק.
- העבירו ישר המשיק לפונקציה בנקודת המקסימום המוחלט שלה. כמו כן העבירו מנקודה זו אנך לציר  $x$ . מצא את שטח המלבן הנוצר על ידי הצירים, המשיק והאנך.

**(26)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = \cos^2 x - \cos x - 2$  בתחום:  $0 \leq x \leq 2\pi$ .

- מצא את נקודות החיתוך של גרף הפונקציה עם הצירים.
- מצא את נקודות הקיצון של גרף הפונקציה וקבע את סוגן.
- כתוב את תחומי העלייה והירידה של הפונקציה.
- סרטט סקיצה של גרף הפונקציה.

**(27)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = \cos x + \frac{1}{m} \sin mx$ ,  $1 < m < 3$ , ( $m$  פרמטר).

הנגזרת של הפונקציה מתאפסת כאשר:  $x = -\frac{\pi}{2}$ .

- מצא את ערך הפרמטר  $m$ .
- האם הנקודה שבה:  $x = -\frac{\pi}{2}$  היא נקודת קיצון? אם כן קבע את סוגה. אם לא נמק מדוע.
- מצא כמה נקודות קיצון מקומיות יש לגרף הפונקציה בתחום:  $0 < x < 2\pi$ .
- מצא את נקודות החיתוך של גרף הפונקציה עם ציר ה- $x$  בתחום הנתון.

**(28)** נתונה הפונקציה הבאה:  $y = \cos x \cdot (\sin x + 1)$  בתחום:  $0 \leq x \leq 1.5\pi$ .

- מצא את נקודות החיתוך של גרף הפונקציה עם הצירים.
- מצא את נקודות הקיצון של גרף הפונקציה.
- סרטט סקיצה של גרף הפונקציה.
- כמה פתרונות יש למשוואה:  $\cos x \cdot (\sin x + 1) = 1$  בתחום הנתון?

**(29)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = \sin^2 x + \cos x - 1$ .

- מצא בתחום  $[0, \pi]$  את נקודות החיתוך עם הצירים של הפונקציה ואת נקודות הקיצון שלה.
- הוכח שהפונקציה זוגית.
- שרטט את הפונקציה בתחום  $[-\pi, \pi]$ .

**(30)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = 4x - 3 \tan x$  בתחום  $\left[-\frac{\pi}{6}, \frac{2\pi}{3}\right]$ .

חקור את הפונקציה על פי הסעיפים הבאים:

- מציאת תחום ההגדרה של הפונקציה.
- מציאת נקודות הקיצון של גרף הפונקציה.
- תחומי עלייה וירידה של גרף הפונקציה.
- מציאת נקודת החיתוך של גרף הפונקציה עם ציר ה- $y$ .
- מציאת אסימפטוטות אנכיות.
- מציאת נקודות פיתול.
- מציאת תחומי קעירות כלפי מעלה ומטה.
- סרטוט סקיצה של גרף הפונקציה.

**(31)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = \tan 2x - 8 \sin 2x$  בתחום:  $-0.25\pi < x < 0.25\pi$ .

- מצא את נקודות החיתוך של גרף הפונקציה עם הצירים בתחום הנתון.
- כתוב את האסימפטוטות האנכיות של גרף הפונקציה.
- מצא את נקודות הקיצון של גרף הפונקציה בתחום הנתון.
- סרטט סקיצה של גרף הפונקציה בתחום הנתון.

**(32)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = \tan(x^2 - 4x)$  בתחום  $[0, 4]$ .

חקור את הפונקציה על פי הסעיפים הבאים:

- מציאת תחום ההגדרה של הפונקציה.
- מציאת נקודות הקיצון של גרף הפונקציה.
- סרטוט סקיצה של גרף הפונקציה.

**(33)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = x \cos x - x$  בתחום:  $-3\pi \leq x \leq 3\pi$ .

- מצא את נקודות החיתוך של גרף הפונקציה עם ציר ה- $x$ .
- ענה על הסעיפים הבאים:

i. הראה כי נקודות החיתוך של גרף הפונקציה עם ציר ה- $x$  הנגזרת של הפונקציה מתאפסת.

- ii. ידוע גם כי:  $f'(-3.67) = 0$ ,  $f'(3.67) = 0$  וכי אין נקודות נוספות בתחום הנתון שבהן הנגזרת מתאפסת. קבע אלו נקודות, מבין נקודות החיתוך שמצאת, הן נקודות קיצון ואלו אינן נקודות קיצון. מצא את סוג הקיצון בכל מקרה.

**(34)** נתונה הפונקציה:  $y = (\cos x + k)^2$ , פרמטר, בתחום:  $0 \leq x \leq 2\pi$ .

הפונקציה חותכת את ציר ה- $x$  בנקודה שבה  $x = \frac{2\pi}{3}$ .

- מצא את  $k$  וכתוב את הפונקציה.
- מצא את נקודת המקסימום שאיננה מוחלטת בתחום הנתון.
- האם יש לגרף הפונקציה נקודות מינימום שאינן מוחלטות? אם כן מהן?

**(35)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = m \sin x + k \cos^2 x$ , ( $m$  פרמטר).

מעבירים משיק לגרף הפונקציה בנקודה שבה  $x = \pi$  שמשוואתו:  $y = -6x + 6\pi + \sqrt{7}$ .

- מצא את ערכי הפרמטרים  $k$  ו- $m$ .
- מצא את נקודות הקיצון בתחום:  $-0.5\pi \leq x \leq 1.5\pi$ .
- סרטט סקיצה של גרף הפונקציה וקבע עפ"י הסקיצה בכמה נקודות גרף הפונקציה חותך את ציר ה- $x$  בתחום הנ"ל.

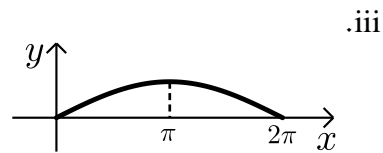
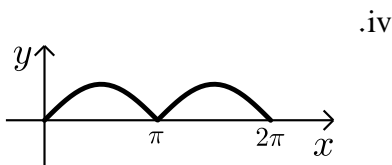
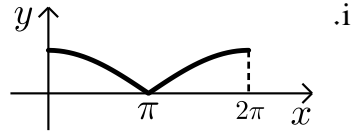
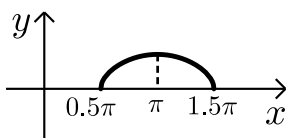
**(36)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = \tan x + kx$ , ( $k$  פרמטר) בתחום:  $0 \leq x \leq \pi$ .

- מצא את האסימפטוטה האנכית של הפונקציה בתחום הנתון.
- הפונקציה:  $g(x) = \tan^2 x + kx$  חותכת את הפונקציה  $f(x)$  בשתי נקודות החיתוך שלה עם ציר ה- $x$  בתחום הנתון.
- מצא את ערך הפרמטר  $k$ , ( $k \neq 0$ ).
- מצא את נקודות הקיצון של הפונקציה  $f(x)$  בתחום הנתון וקבע את סוגן.
- סרטט סקיצה של גרף הפונקציה  $f(x)$ .

37) לפניך הפונקציות הבאות:  $f(x) = \sqrt{-\cos x}$ ,  $g(x) = \sqrt{\cos x + 1}$ .

הפונקציה  $f(x)$  מוגדרת בתחום  $0.5\pi \leq x \leq 1.5\pi$  והפונקציה  $g(x)$  מוגדרת בתחום  $0 \leq x \leq 2\pi$ .

- א. האם הגרפים חותכים את ציר ה- $x$  בתחום הנתון? הראה חישוב מתאים.  
 ב. האם הגרפים חותכים זה את זה בתחום הנתון? אם כן מצא את נקודות החיתוך.  
 ג. מצא את נקודת הקיצון של הפונקציה  $f(x)$  בתחום הנתון וקבע את סוגה.  
 ד. לפניך ארבעה איורים: i, ii, iii, iv.  
 קבע על סמך הסעיפים הקודמים איזה איור מתאר את הגרף של  $f(x)$  ואיזה מתאר את הגרף של  $g(x)$ . נמק.



**תשובות סופיות:**

**(23)** א.  $0 \leq x \leq 2\pi$ .

ב.  $\max(2\pi, 2\pi + 2)$  קצה,  $\min\left(\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{6} + \sqrt{3}\right)$ ,  $\min\left(\frac{5}{6}\pi, \frac{5}{6}\pi - \sqrt{3}\right)$  קצה,  $\min(0, 2)$  קצה.

ג. תחומי עלייה:  $\frac{5\pi}{6} < x < 2\pi$  או  $0 < x < \frac{\pi}{6}$ , תחומי ירידה:  $\frac{\pi}{6} < x < \frac{5}{6}\pi$ .

ד.  $(0, 2)$ . ה. אין. ו.  $\left(\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$ ,  $\left(\frac{3\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}\right)$ .

ז. קעירות כלפי מעלה:  $\frac{\pi}{2} < x < \frac{3}{2}\pi$ , קעירות כלפי מטה:  $\frac{3\pi}{2} < x < 2\pi$  או  $0 < x < \frac{\pi}{2}$ .

**(24)** א.  $0 < x < \frac{\pi}{2}$ ;  $\frac{\pi}{2} < x < \pi$ . ב.  $\min\left(\frac{\pi}{4}, 2\sqrt{2}\right)$ .

ג. תחומי עלייה:  $\frac{\pi}{2} < x < \pi$ ,  $\frac{\pi}{4} < x < \frac{\pi}{2}$ , תחומי ירידה:  $0 < x < \frac{\pi}{4}$ .

ד.  $\left(\frac{3}{4}\pi, 0\right)$ . ה. אנכית:  $x = \pi$ ,  $x = \frac{\pi}{2}$ ,  $x = 0$ .

**(25)** א.  $(0, -2)$ ,  $\left(\frac{\pi}{12}, 0\right)$ ,  $\left(\frac{5}{12}\pi, 0\right)$ .

ב.  $\min(0, -2)$ ,  $\max\left(\frac{\pi}{4}, 2\right)$ ,  $\min\left(\frac{3\pi}{4}, -6\right)$ ,  $\max(\pi, -2)$ .

ד.  $-6 < k < 2$  וגם  $k \neq -2$ . ה.  $\frac{\pi}{2}$ .

**(26)** א.  $(\pi, 0)$ ,  $(0, -2)$ .

ב.  $\max(0, -2)$ ,  $\min\left(\frac{\pi}{3}, -2.25\right)$ ,  $\max(\pi, 0)$ ,  $\min\left(1\frac{2}{3}\pi, -2.25\right)$ ,  $\max(2\pi, -2)$ .

ג. עולה:  $\frac{\pi}{3} < x < \pi$ ,  $1\frac{2}{3}\pi < x < 2\pi$ , יורדת:  $\pi < x < 1\frac{2}{3}\pi$ ,  $0 < x < \frac{\pi}{3}$ .

**(27)** א.  $m = 2$ . ב. נקודת פיתול. ג. 2 נקודות.

ד.  $(0.5\pi, 0)$ ,  $(1.5\pi, 0)$ .

**(28)** א.  $(0, 1)$ ,  $\left(\frac{\pi}{2}, 0\right)$ ,  $\left(\frac{3\pi}{2}, 0\right)$ . ב.  $(0, 1)$ ,  $\left(\frac{\pi}{6}, 1.29\right)$ ,  $\left(\frac{5}{6}\pi, -1.29\right)$ ,  $(1.5\pi, 0)$ .

ד. 2 פתרונות.

**(29)** א. חיתוך:  $(0, 0)$ ,  $\left(\frac{\pi}{2}, 0\right)$ , קיצון:  $\min(\pi, -2)$ , קצה:  $\max\left(\frac{\pi}{3}, \frac{1}{4}\right)$ ,  $\min(0, 0)$  קצה.

$$(30) \text{ א. } -\frac{\pi}{6} \leq x \leq \frac{2}{3}\pi \text{ וגם } x \neq \frac{\pi}{2}$$

$$\text{ב. קצה } \min\left(\frac{2}{3}\pi, 13.57\right), \max\left(-\frac{\pi}{6}, -0.36\right), \text{ קצה}$$

$$\text{ג. תחומי עלייה: } -\frac{\pi}{6} \leq x \leq \frac{\pi}{6}, \text{ תחומי ירידה: } \frac{\pi}{6} \leq x \leq \frac{2}{3}\pi \text{ וגם } x \neq \frac{\pi}{2}$$

$$\text{ד. } (0,0) \quad \text{ה. אנכית: } x = \frac{\pi}{2} \quad \text{ו. } (0,0)$$

$$\text{ז. קעירות כלפי מעלה: } \frac{\pi}{2} \leq x \leq \frac{2}{3}\pi \text{ או } -\frac{\pi}{6} \leq x \leq 0, \text{ קעירות כלפי מטה: } 0 < x < \frac{\pi}{2}$$

$$(31) \text{ א. } (0,0), (\pm 0.23\pi, 0) \quad \text{ב. } x = \pm 0.25\pi \quad \text{ג. } \min\left(\frac{\pi}{6}, -\sqrt{27}\right), \max\left(-\frac{\pi}{6}, \sqrt{27}\right)$$

$$(32) \text{ א. } 0 \leq x \leq 4 \text{ וגם } x \neq 0.44, x \neq 3.56$$

$$\text{ב. קצה } \max(0,0), \min(2, -1.16), \text{ קצה } \max(4,0)$$

$$(33) \text{ א. } (0,0), (2\pi,0), (-2\pi,0)$$

$$\text{ב. ii. } \min(-2\pi,0), \max(2\pi,0), (0,0) \text{ פיתול}$$

$$(34) \text{ א. } y = (\cos x + 0.5)^2, k = 0.5 \quad \text{ב. } (\pi, 0.25) \quad \text{ג. לא}$$

$$(35) \text{ א. } m = 6, k = \sqrt{7} \quad \text{ב. } (-0.5\pi, -6), (0.5\pi, 6), (1.5\pi, -6) \quad \text{ג. בשתי נקודות}$$

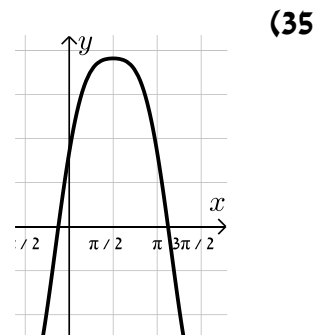
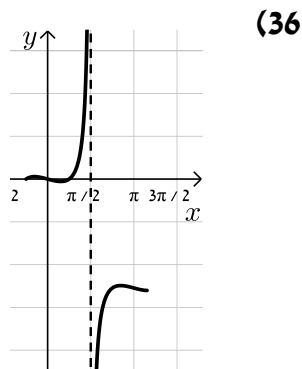
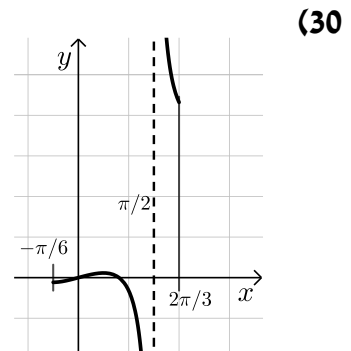
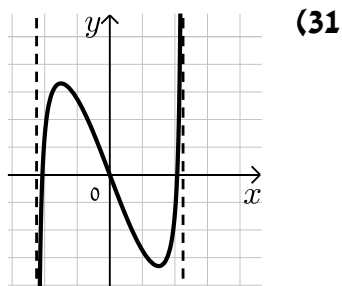
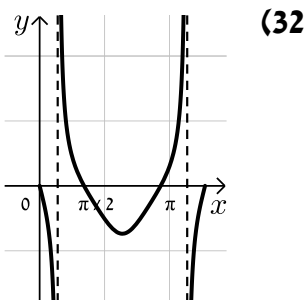
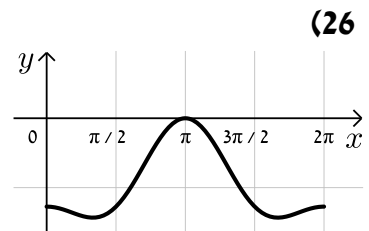
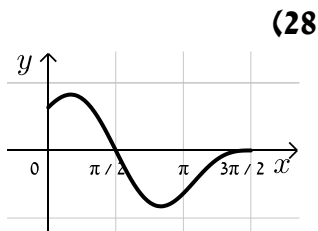
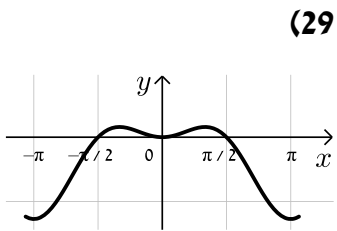
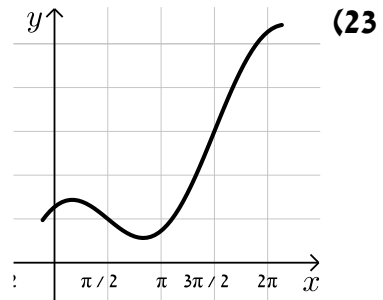
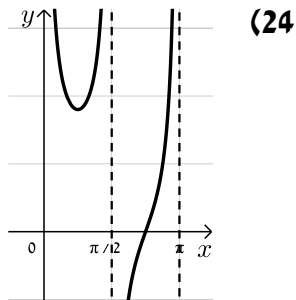
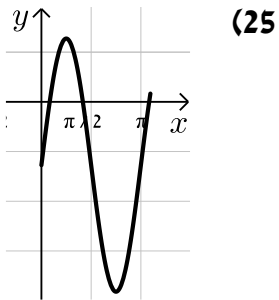
$$(36) \text{ א. } x = 0.5\pi \quad \text{ב. } k = -\frac{4}{\pi} \approx -1.27$$

$$\text{ג. } \max(0,0), \min(0.15\pi, -0.07), \max(0.84\pi, -3.9), \min(\pi, -4)$$

$$(37) \text{ א. כן. } f(x): (0.5\pi, 0), (1.5\pi, 0), g(x): (\pi, 0) \quad \text{ב. כן, } \left(\frac{2}{3}\pi, \frac{1}{\sqrt{2}}\right), \left(\frac{4}{3}\pi, \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

$$\text{ג. } \max(0.5\pi, 0), \min(1.5\pi, 0), \max(\pi, 1) \quad \text{ד. איור I - } g(x), \text{ איור II - } f(x)$$

סקיצות לשאלות החקירה:



# מכינה במתמטיקה

פרק 16 - חשבון דיפרנציאלי של פונקציות מעריכיות

תוכן העניינים

1. גזירה של פונקציות מעריכיות ..... (ללא ספר)
2. שאלות עם משיקים ..... (ללא ספר)
3. חקירת פונקציות מעריכיות ..... (ללא ספר)
4. שאלות שונות מבחינות ..... (ללא ספר)

# מכינה במתמטיקה

פרק 17 - חשבון דיפרנציאלי של פונקציות לוגריתמיות

תוכן העניינים

1. גזירה של פונקציות לוגריתמיות ..... (ללא ספר)
2. שאלות עם משיקים ..... (ללא ספר)
3. חקירת פונקציות לוגריתמיות ..... (ללא ספר)
4. שאלות שונות מבחינות ..... (ללא ספר)

# מכינה במתמטיקה

פרק 18 - חשבון דיפרנציאלי - בעיות קיצון

תוכן העניינים

1. בעיות קיצון עם מספרים ..... (ללא ספר)
2. בעיות קיצון בהנדסת המישור ..... (ללא ספר)
3. בעיות קיצון בהנדסת המרחב ..... (ללא ספר)
4. בעיות קיצון עם מהירויות ..... (ללא ספר)
5. בעיות קיצון כלכליות ..... (ללא ספר)
6. בעיות קיצון בפונקציות וגרפים ..... (ללא ספר)

# מכינה במתמטיקה

פרק 19 - חשבון אינטגרלי - האינטגרל הכללי

תוכן העניינים

176 .....	1. חישובי אינטגרלים
181 .....	2. מציאת פונקציה קדומה

## חישובי אינטגרלים:

### סיכום כללי:

#### הגדרה וכללי האינטגרציה:

- כלל האינטגרציה של פונקציה פולינומית:  $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c, (n \neq -1)$
- עבור מקדם קבוע  $a$  נקבל:  $\int ax^n dx = \frac{ax^{n+1}}{n+1} + c, (n \neq -1)$
- כללי האינטגרציה של פונקציות טריגונומטריות:

$$\int \sin x dx = -\cos x + c, \quad \int \cos x dx = \sin x + c, \quad \int \frac{1}{\cos^2 x} dx = \tan x + c, \quad \int \frac{1}{\sin^2 x} dx = -\cot x + c$$

### שאלות:

#### 1 מצא את האינטגרלים הבאים:

א. $\int x^3 dx$	ב. $\int 12x^5 dx$
ג. $\int x^4 dx$	ד. $\int 2x^3 dx$
ה. $\int \frac{2}{3} x^5 dx$	ו. $\int 7 dx$
ז. $\int \left( \frac{5}{6} x^4 + 16x^3 - \frac{x^2}{2} + 4x - \frac{1}{3} \right) dx$	ח. $\int \left( \frac{4x^3}{5} - ax^2 - \frac{2ax}{b} + b \right) dx$

#### 2 מצא את האינטגרלים הבאים:

א. $\int x^{-3} dx$	ב. $\int \frac{1}{x^3} dx$
ג. $\int \left( \frac{1}{x^2} + \frac{3}{x^4} - \frac{a}{x^3} + \frac{x}{a} \right) dx$	ד. $\int \frac{2x^3 + x - 2}{x^3} dx$

3 מצא את האינטגרלים הבאים :

$$\begin{array}{ll} \int \sqrt{x} dx & \text{ב.} \\ \int \left( \frac{4}{\sqrt{x}} + 3\sqrt{x} \right) dx & \text{ד.} \end{array} \quad \begin{array}{l} \int x^{\frac{1}{2}} dx \quad \text{א.} \\ \int \frac{1}{\sqrt{x}} dx \quad \text{ג.} \end{array}$$

4 מצא את האינטגרלים הבאים :

$$\begin{array}{lll} \int \frac{18}{(6x+5)^2} dx & \text{ג.} & \int 3(2-7x)^4 dx \quad \text{ב.} \\ \int \sqrt{ax+bdx} & \text{ה.} & \int \frac{1}{\sqrt{6x-3}} dx \quad \text{ד.} \end{array} \quad \int (5x-1)^3 dx \quad \text{א.}$$

5 מצא את תוצאת החילוק :

$$\begin{array}{ll} \frac{x^3+x^2+3x-5}{x-1} = & \text{ב.} \\ \frac{x^3-4x^2+9}{x-3} = & \text{ד.} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \frac{x^2-5x-14}{x+2} = & \text{א.} \\ \frac{x^4+x^3-x^2+14x-3}{x+3} = & \text{ג.} \\ \frac{x^3+5x^2-4x-20}{x+5} = & \text{ה.} \end{array}$$

6 מצא את האינטגרלים הבאים :

$$\begin{array}{ll} \int \frac{x^3+x^2+3x-5}{x-1} dx & \text{ב.} \\ \int \frac{x^3-4x^2+9}{x-3} dx & \text{ד.} \\ \int \frac{2x^5+x^4-4x^2+1}{2x+1} dx & \text{ו.} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \int \frac{x^2-5x-14}{x+2} dx & \text{א.} \\ \int \frac{x^4+x^3-x^2+14x-3}{x+3} dx & \text{ג.} \\ \int \frac{x^3+5x^2-4x-20}{x+5} dx & \text{ה.} \end{array}$$

7 מצא את האינטגרלים הבאים :

$$\begin{array}{ll} \int \frac{x^2}{(x^3+6)^2} dx & \text{ב.} \\ \int \frac{x}{\sqrt{x^2+2}} dx & \text{ד.} \\ \int 8x(x^2+1)^3 dx & \text{ו.} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \int -\frac{2x}{(x^2-1)^2} dx & \text{א.} \\ \int \frac{x-2}{(x^2-4x+1)^2} dx & \text{ג.} \\ \int \frac{6x-3}{\sqrt{x-x^2}} dx & \text{ה.} \\ \int (2-x^2)(6x-x^3)^2 dx & \text{ז.} \end{array}$$

8) חשב את האינטגרלים הבאים :

א.  $\int \left( \sin x - 3 \cos x + \frac{4}{\cos^2 x} + 5 \right) dx$

ב.  $\int \left( \cos 3x - 2 \sin 4x + \frac{4}{\cos^2 3x} \right) dx$

ג.  $\int \left( \sin(\pi - x) + \frac{1 + \cos^2 x}{\cos^2 x} \right) dx$

9) חשב את האינטגרלים הבאים (שימוש בזהויות) :

א.  $\int (2 \sin x \cos x) dx$

ב.  $\int (\sin 3x \cos 3x) dx$

ג.  $\int (\sin^4 x - \cos^4 x) dx$

ד.  $\int (\sin^2 x) dx$

10) חשב את האינטגרלים הבאים :

א.  $\int \left( \frac{\cos x}{\sqrt{\sin x}} \right) dx$

ב.  $\int \left( \frac{\sin x}{\cos^2 x} \right) dx$

ג.  $\int (\cos x \sin^2 x) dx$

11) חשב את האינטגרלים הבאים :

א.  $\int \left( \sin 2x - 4 \cos \frac{x}{3} \right) dx$

ב.  $\int \frac{1}{\cos^2 4x} dx$

ג.  $\int \frac{1}{\sin^2 10x} dx$

ד.  $\int (\cos^2 x - \sin^2 x) dx$

ה.  $\int (\cos^4 x - \sin^4 x) dx$

ו.  $\int (\cos x + \sin x)^2 dx$

ז.  $\int (\sin x \cos x \cos(2x)) dx$

ח.  $\int \tan^2 x dx$

ט.  $\int \frac{1}{(\sin x \cos x)^2} dx$

י.  $\int \cos^2 x dx$

יא.  $\int \sin^2 4x dx$

(12) חשב את ערכי האינטגרלים הבאים (שאלות אתגר):

$$\int (\cos^4 x + \sin^4 x) dx \quad \text{א.} \quad \int \cos^4 x dx \quad \text{ב.}$$

$$\int \sin^4 4x dx \quad \text{ג.} \quad \int \frac{1 + \cos 2x}{1 - \cos 2x} dx \quad \text{ד.}$$

$$\int \frac{\sin^3 x}{1 - \cos x} dx \quad \text{ה.}$$

## תשובות סופיות:

$$(1) \quad \text{א.} \frac{x^4}{4} + c \quad \text{ב.} 2x^6 + c \quad \text{ג.} \frac{x^5}{5} + c \quad \text{ד.} \frac{x^4}{2} + c \quad \text{ה.} \frac{x^6}{9} + c \quad \text{ו.} 7x + c$$

$$\text{ז.} \frac{x^5}{6} + 4x^4 - \frac{x^3}{6} + 2x^2 - \frac{1}{3}x + c \quad \text{ח.} \frac{x^4}{5} - \frac{ax^3}{3} - \frac{ax^2}{b} + bx + c$$

$$(2) \quad \text{א.} -\frac{x^{-2}}{2} + c \quad \text{ב.} -\frac{1}{2x^2} + c \quad \text{ג.} -\frac{1}{x} - \frac{1}{x^3} + \frac{a}{2x^2} + \frac{x^2}{2a} + c \quad \text{ד.} 2x - \frac{1}{x} + \frac{1}{x^2} + c$$

$$(3) \quad \text{א.} \frac{x^{1.5}}{1.5} + c \quad \text{ב.} \frac{2}{3}\sqrt{x^3} + c \quad \text{ג.} 2\sqrt{x} + c \quad \text{ד.} 8\sqrt{x} + 2\sqrt{x^3} + c$$

$$(4) \quad \text{א.} \frac{(5x-1)^4}{20} + c \quad \text{ב.} -\frac{3(2-7x)^5}{35} + c \quad \text{ג.} -\frac{3}{6x+5} + c$$

$$\text{ד.} \frac{\sqrt{6x-3}}{3} + c \quad \text{ה.} \frac{2\sqrt{(ax+b)^3}}{3a} + c$$

$$(5) \quad \text{א.} x-7 \quad \text{ב.} x^2+2x+5 \quad \text{ג.} x^3-2x^2+5x-1$$

$$\text{ד.} x^2-x-3 \quad \text{ה.} x^2-4$$

$$\frac{x^4}{4} - \frac{2x^3}{3} + \frac{5x^2}{2} - x + c \quad \lambda \quad \frac{x^3}{3} + x^2 + 5x + c \quad \text{ב.} \quad \frac{x^2}{2} - 7x + c \quad \text{א.} \quad (6)$$

$$\cdot \frac{x^5}{5} - x^2 + x + c \quad \text{ו.} \quad \frac{x^3}{3} - 4x + c \quad \text{ה.} \quad \frac{x^3}{3} - \frac{x^2}{2} - 3x + c \quad \text{ז.}$$

$$-\frac{1}{2(x^2 - 4x + 1)} + c \quad \lambda \quad -\frac{1}{3(x^3 + 6)} + c \quad \text{ב.} \quad \frac{1}{x^2 - 1} + c \quad \text{א.} \quad (7)$$

$$(x^2 + 1)^4 + c \quad \text{ו.} \quad -6\sqrt{x - x^2} + c \quad \text{ה.} \quad \sqrt{x^2 + 2} + c \quad \text{ז.}$$

$$\cdot \frac{(6x - x^3)^3}{9} + c \quad \text{ט.}$$

$$\frac{\sin 3x}{3} + \frac{\cos 4x}{2} + \frac{4 \tan 3x}{3} + c \quad \text{ב.} \quad -\cos x - 3 \sin x + 4 \tan x + 5x + c \quad \text{א.} \quad (8)$$

$$\cdot \cos(\pi - x) + \tan x + x + c \quad \text{ג.}$$

$$-\frac{\sin 2x}{2} + c \quad \lambda \quad -\frac{\cos 6x}{12} + c \quad \text{ב.} \quad -\frac{1}{2} \cos 2x + c \quad \text{א.} \quad (9)$$

$$\cdot \frac{1}{2}x - \frac{1}{4} \sin 2x + c \quad \text{ז.}$$

$$\cdot \frac{1}{3} \sin^3 x + c \quad \lambda \quad \frac{1}{\cos x} + c \quad \text{ב.} \quad 2\sqrt{\sin x} + c \quad \text{א.} \quad (10)$$

$$-\frac{1}{10} \cot 10x + c \quad \lambda \quad \frac{1}{4} \tan 4x + c \quad \text{ב.} \quad -\frac{1}{2} \cos 2x - 12 \sin \frac{x}{3} + c \quad \text{א.} \quad (11)$$

$$x - \frac{1}{2} \cos 2x + c \quad \text{ו.} \quad \frac{1}{2} \sin 2x + c \quad \text{ה.} \quad \frac{1}{2} \sin 2x + c \quad \text{ז.}$$

$$\tan x - \cot x + c \quad \text{ט.} \quad \tan x - x + c \quad \text{ח.} \quad -\frac{1}{16} \cos 4x + c \quad \text{ט.}$$

$$\frac{1}{2}x - \frac{1}{16} \sin 8x + c \quad \text{א.} \quad \frac{1}{2}x + \frac{1}{4} \sin 2x + c \quad \text{ז.}$$

$$\frac{3}{8}x + \frac{1}{4} \sin 2x + \frac{1}{32} \sin 4x + c \quad \text{ב.} \quad \frac{3}{4}x + \frac{1}{16} \sin 4x + c \quad \text{א.} \quad (12)$$

$$-\cot x - x + c \quad \text{ז.} \quad \frac{3}{8}x - \frac{1}{16} \sin 8x + \frac{1}{128} \sin 16x + c \quad \text{ג.}$$

$$-\cos x - \frac{1}{4} \cos 2x + c \quad \text{ה.}$$

## מציאת פונקציה קדומה:

### שאלות:

- (1) נתונה נגזרת של פונקציה:  $f'(x) = 3x^2 - 7$ . מצא את הפונקציה אם ידוע שהיא עוברת בנקודה  $(-1, 2)$ .
- (2) נתונה נגזרת של פונקציה:  $f'(x) = 2x - 6$ . ערך הפונקציה בנקודת הקיצון שלה הוא 5. מצא את הפונקציה.
- (3) הנגזרת של פונקציה  $f(x)$  היא:  $f'(x) = x^2 - 8x + 2$ . נתון:  $f(-2) = 1$ .  
 א. מצא את  $f(x)$ .  
 ב. מצא את משוואת המשיק לגרף הפונקציה בנקודה שבה  $x = 1$ .
- (4) נתונה הנגזרת של פונקציה  $f(x)$ :  $f'(x) = 9x^2 - 4$ . ערך הפונקציה בנקודה  $x = 1$  הוא 3.  
 א. מצא את משוואת המשיק לגרף הפונקציה בנקודה שבה  $x = 1$ .  
 ב. מצא את  $f(x)$ .  
 ג. מצא את נקודות החיתוך של המשיק עם הצירים.
- (5) הנגזרת של פונקציה  $f(x)$  היא:  $f'(x) = 2x - 3$ . לפונקציה משיק ששיפועו הוא -3.  
 א. מצא את שיעור ה- $x$  של נקודת ההשקה.  
 ב. מצא את  $f(x)$  אם ידוע כי ערך הפונקציה באותה הנקודה הוא 7.
- (6) הנגזרת של פונקציה  $f(x)$  היא:  $f'(x) = -6x - 5$ . המשיק לפונקציה בנקודה A יוצר זווית של  $45^\circ$  עם הכיוון החיובי של ציר ה- $x$ .  
 א. מצא את שיעור ה- $x$  של הנקודה A.  
 ב. מצא את  $f(x)$  אם ידוע כי ערך הפונקציה באותה הנקודה הוא -6.  
 ג. מצא את משוואת המשיק.

- (7) הנגזרת של פונקציה  $f(x)$  היא:  $f'(x) = 3x - 4$ .  
 הישר  $y = 2x + 5$  משיק לגרף הפונקציה. מצא את  $f(x)$ .

### תשובות סופיות:

- (1)  $f(x) = x^3 - 7x + 5$
- (2)  $f(x) = x^2 - 6x + 14$
- (3) א.  $f(x) = \frac{x^3}{3} - 4x^2 + 2x + 23\frac{2}{3}$  ב.  $y = -5x + 27$
- (4) א.  $y = 5x - 2$  ב.  $f(x) = 3x^3 - 4x + 4$  ג.  $(0, -2), (0.4, 0)$
- (5) א.  $x = 0$  ב.  $f(x) = x^2 - 3x + 7$
- (6) א.  $x = -1$  ב.  $f(x) = -3x^2 - 5x - 8$  ג.  $y = x - 5$
- (7)  $f(x) = \frac{3x^2}{2} - 4x + 11$

# מכינה במתמטיקה

פרק 20 - חשבון אינטגרלי - האינטגרל המסוים וחישובי שטחים

תוכן העניינים

183	1. האינטגרל המסוים
185	2. חישובי שטחים יסודיים
191	3. חישובי שטחים יסודיים עם פרמטרים
193	4. חישובי שטחים כאשר נתונה נגזרת הפונקציה
196	5. חישובי שטחים עם פונקציה רציונאלית
198	6. חישובי שטחים עם פונקצית שורש
202	7. חישובי שטחים עם פונקציות טריגונומטריות
205	8. חישובי שטחים בין גרף הנגזרת והצירים

## האינטגרל המסוים:

### סיכום כללי:

תהא פונקציה  $f(x)$  שנגזרתה היא  $f'(x)$  ( $f(x)$  מוגדרת בתחום  $a \leq x \leq b$ ).  
 הקשר שבין האינטגרל המסוים לפונקציה קדומה הוא:  $\int_a^b f'(x) dx = f(b) - f(a)$ .

### הערה:

יש להשתמש בכל כללי האינטגרציה המיידיים של הפונקציות השונות אשר נלמדו.

### שאלות:

(1) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

א. $\int_2^5 (x^2 + 5x) dx$	ב. $\int_{-4}^{-1} x^2 (x-3) dx$
ג. $\int_{-3}^3 (x^3 + 4x) dx$	ד. $\int_{-1}^1 3(2x-1)^5 dx$
ה. $\int_1^2 \frac{2}{(x-3)^2} dx$	ו. $\int_1^4 \frac{x-1}{x^3} dx$
ז. $\int_{-3}^0 \frac{2x^2 + 7x - 4}{x+4} dx$	ח. $\int_3^4 \frac{3x^2 - 7x + 2}{x-2} dx$
ט. $\int_1^2 \sqrt{3x-1} dx$	י. $\int_{-5}^0 \frac{3}{\sqrt{4-x}} dx$

(2) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

א. $\int_0^\pi (\cos x) dx$	ב. $\int_0^\pi (\sin 2x + 1) dx$
ג. $\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} (2 \sin x - 3 \cos 2x) dx$	ד. $\int_0^{\frac{\pi}{3}} \left( \frac{3}{\cos^2 x} + 2 \right) dx$

$$(3) \quad \int_1^a (4x-7) dx \quad \text{לפניך האינטגרל הבא:}$$

מצא עבור אלו ערכים של  $a$  ערך האינטגרל יהיה שווה ל-1.

$$(4) \quad \int_a^2 (x-3x^2) dx \quad \text{לפניך האינטגרל הבא:}$$

א. כתוב ביטוי לערך האינטגרל כתלות ב- $a$ .

ב. מצא עבור אלו ערכים של  $a$  ערך האינטגרל יהיה שווה ל- $\frac{a-12}{2}$ .

$$(5) \quad \int_a^{a+4} \left( \frac{1}{\sqrt{x-a}} - \frac{1}{\sqrt{x+1}} \right) dx \quad \text{לפניך האינטגרל הבא:}$$

א. כתוב את ערך האינטגרל כתלות ב- $a$ .

ב. מצא את ערכו של  $a$  עבורו ערך האינטגרל יהיה שווה ל-2.

$$(6) \quad \int_0^a (\sin x + 2 \cos 2x) dx \quad \text{לפניך האינטגרל הבא:} \quad 0 < a < 3$$

מצא עבור אלו ערכים של  $a$  ערך האינטגרל יהיה שווה ל-1.

### תשובות סופיות:

$$(1) \quad \text{א. } 91.5 \quad \text{ב. } -126.75 \quad \text{ג. } 0 \quad \text{ד. } -182 \quad \text{ה. } 1$$

$$\text{ו. } \frac{9}{32} \quad \text{ז. } -12 \quad \text{ח. } 9.5 \quad \text{ט. } 1.856 \quad \text{י. } .6$$

$$(2) \quad \text{א. } 0 \quad \text{ב. } \pi \quad \text{ג. } 0 \quad \text{ד. } 3\sqrt{3} + \frac{2}{3}\pi \approx 7.29$$

$$(3) \quad a = 2, 1.5$$

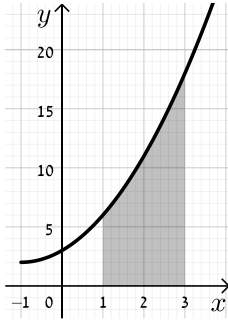
$$(4) \quad \text{א. } a^3 - \frac{1}{2}a^2 - 6 \quad \text{ב. } a = 0, 1, -\frac{1}{2}$$

$$(5) \quad \text{א. } 4 + 2(\sqrt{a+1} - \sqrt{a+5}) \quad \text{ב. } a = 1\frac{1}{4}$$

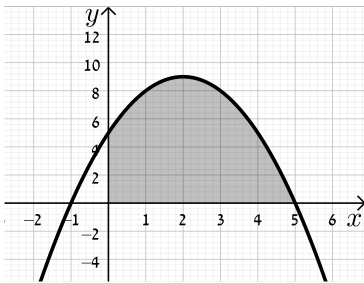
$$(6) \quad a = \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{2}, \frac{5\pi}{6}$$

## חישובי שטחים יסודיים:

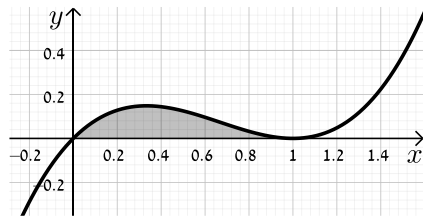
### שאלות:



- (1) חשב את השטח המוגבל בין גרף הפונקציה  $f(x) = x^2 + 2x + 3$ , ציר ה- $x$  והישרים  $x = 1$  ו- $x = 3$ .

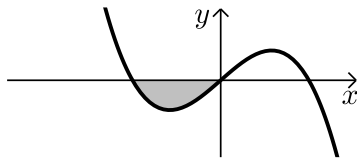


- (2) נתונה הפונקציה  $y = -x^2 + 4x + 5$ .  
 א. מצא את נקודות החיתוך של הפונקציה עם ציר ה- $x$ .  
 ב. מצא את השטח המוגבל בין גרף הפונקציה, ציר ה- $x$  וציר ה- $y$ .

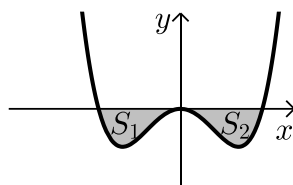


- (3) מצא את השטח המוגבל תחת הפונקציה  $f(x) = x^3 - 2x^2 + x$  וציר ה- $x$  כמתואר באיור.

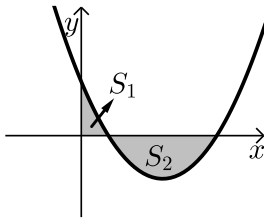
### שאלות עם שטח מתחת לציר ה- $x$ :



- (4) נתונה הפונקציה  $f(x) = x(4 - x^2)$ .  
 חשב את השטח המוגבל שמתחת הפונקציה וציר ה- $x$  שברביע השלישי.



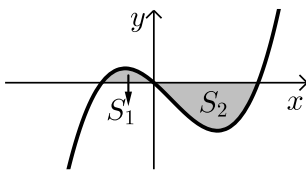
- (5) נתונה הפונקציה  $f(x) = \frac{1}{2}x^4 - 2x^2$ .  
 חשב את השטח המוגבל שבין הפונקציה לציר ה- $x$ .



- 6) חשב את האינטגרל המסוים של הפונקציה  $y = x^2 - 6x + 5$  בין 0 ל-5. האם התוצאה מייצגת את סכום השטחים  $S_1 + S_2$ ? אם כן, הסבר. אם לא, נמק וחשב את סכום זה.

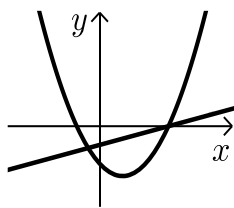
- 7) נתונה הפונקציה  $y = x^3 - x^2 - 2x$ .

יוצרים את השטחים  $S_1$  ו- $S_2$  בין גרף הפונקציה וציר ה- $x$  כמתואר באיור.

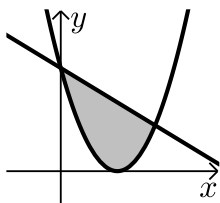


- א. מצא את נקודות החיתוך של הפונקציה עם ציר ה- $x$ .  
ב. חשב את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה וציר ה- $x$ .

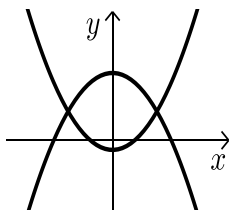
**שאלות עם שטחים בין שתי פונקציות:**



- 8) נתונות הפונקציות הבאות:  $f(x) = x^2 - 4x - 12$  ו- $g(x) = x - 6$ . חשב את גודל השטח הכלוא בין הגרפים של הפונקציות הנ"ל.



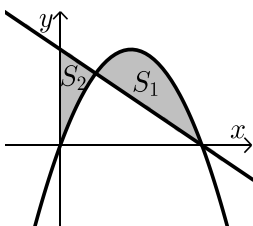
- 9) נתונות הפונקציות:  $y = (x-3)^2$ ,  $y = -x + 9$ . חשב את השטח המוגבל בין שתי הפונקציות.



- 10) נתונות הפונקציות:  $f(x) = x^2 - 1$ ,  $g(x) = 7 - x^2$ . חשב את גודל השטח הכלוא בין הגרפים של הפונקציות הנ"ל.

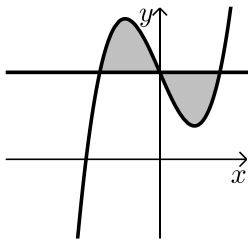
- 11) נתונות הפונקציות הבאות:  $f(x) = -x^2 + 4x$  ו- $g(x) = -x + 4$ .

מסמנים את השטח הכלוא בין שני הגרפים ב- $S_1$  ואת השטח הכלוא בין הגרפים וציר ה- $y$  ב- $S_2$  כמתואר באיור.

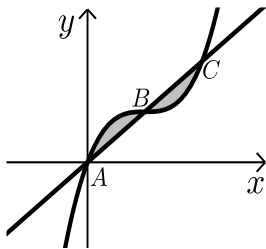


א. מצא את נקודות החיתוך של הפונקציות.

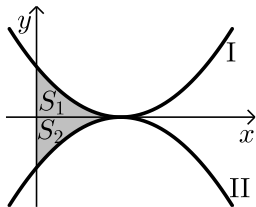
ב. חשב את היחס שבין השטחים:  $\frac{S_1}{S_2}$ .



- 12** נתונה הפונקציה:  $f(x) = x^3 - 4x + 5$  והישר  $y = 5$ .  
 א. מצא את נקודות החיתוך של הפונקציה והישר.  
 ב. חשב את השטח המוגבל ביניהן.

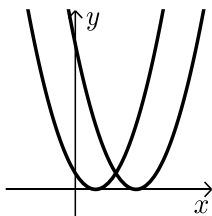


- 13** נתונה הפונקציה:  $f(x) = x^3 - 3x^2 + 3x$ .  
 הישר AC חותך את גרף הפונקציה בנקודות  
 הבאות:  $A(0,0)$ ,  $B(1,1)$ ,  $C(2,2)$ .  
 חשב את השטח המוגבל בין הפונקציה לישר AC.

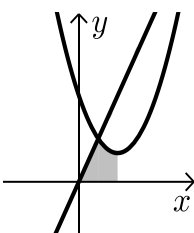


- 14** נתונות הפונקציות  $f(x) = (x-2)^2$  ו-  $g(x) = -(x-2)^2 - 1$  כמתואר באיור.  
 א. התאם בין הפונקציות לגרפים I ו-II.  
 ב. מסמנים את השטחים שבין כל פונקציה והצירים ב-  $S_1$  ו-  $S_2$  כמתואר באיור.  
 הראה כי השטחים  $S_1$  ו-  $S_2$  שווים זה לזה.

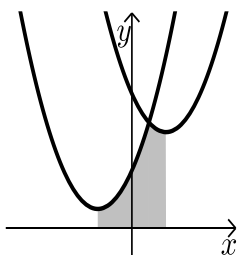
**שאלות עם שטחים מורכבים:**



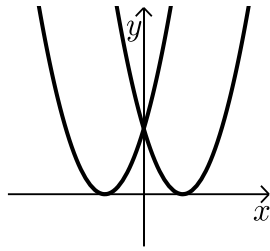
- 15** נתונות הפונקציות:  $f(x) = x^2 - 2x + 1$ ,  $g(x) = x^2 - 6x + 9$ .  
 חשב את גודל השטח הכלוא בין הפונקציות  
 ובין ציר ה- $x$ .



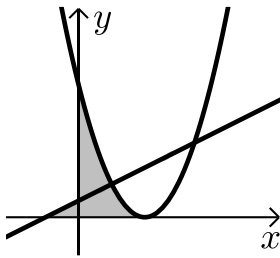
- 16** נתונות הפונקציות:  $y = x^2 - 4x + 6$ ,  $y = 3x$ .  
 א. מצא את קדקוד הפרבולה.  
 ב. מצא נקודת חיתוך של הפרבולה עם הישר  
 שמשמאל לקדקוד הפרבולה.  
 ג. חשב את השטח המסומן שבשרטוט.



- 17** נתונות הפונקציות:  $y = x^2 - 4x + 14$ ,  $y = x^2 + 4x + 6$ .  
 א. מצא את שיעורי ה- $x$  של קודקודי הפרבולות.  
 ב. חשב את נקודת החיתוך בין שתי הפונקציות.  
 ג. חשב את השטח המסומן בשרטוט.

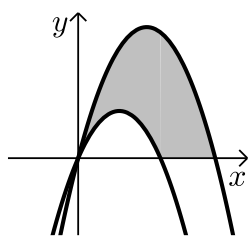


**(18)** נתונות הפונקציות:  $f(x) = (x-3)^2$ ,  $g(x) = (x+3)^2$ .  
חשב את השטח המוגבל בין שתי הפונקציות וציר ה- $x$ .

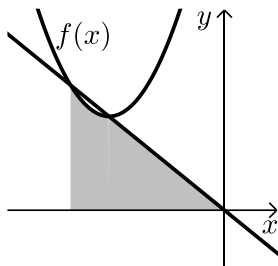


**(19)** נתונות שתי הפונקציות:  $y = \frac{1}{2}x + \frac{1}{2}$ ,  $y = (x-2)^2$ .

- א. מצא את השטח המוגבל בין שתי הפונקציות לציר ה- $x$ .  
ב. מצא את השטח המוגבל בין שתי הפונקציות לציר ה- $y$ .

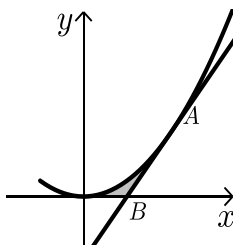


**(20)** נתונות הפרבולות הבאות:  $f(x) = -x^2 + 5x$  ו- $g(x) = -x^2 + 3x$ .  
חשב את השטח המוגבל בין הגרפים של הפרבולות וציר ה- $x$ .



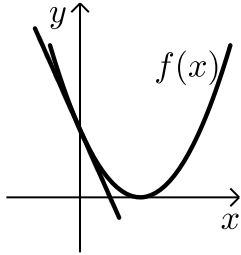
**(21)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = x^2 + 6x + 12$ .

- ישר העובר בראשית הצירים חותך את גרף הפונקציה בנקודה שבה  $x = -4$  כמתואר באיור.  
א. מצא את משוואת הישר.  
ב. מצא את נקודת החיתוך השנייה של הישר והפונקציה.  
ג. מצא את השטח המוגבל בין הישר, גרף הפונקציה, ציר ה- $x$  והישר  $x = -4$ .



**(22)** נתונה הפונקציה:  $y = 2x^2$ .

- מעבירים משיק לגרף הפונקציה מהנקודה:  $A(1, 2)$ .  
המשיק חותך את ציר ה- $x$  בנקודה  $B$ .  
חשב את השטח המוגבל בין הפונקציה, המשיק וציר ה- $x$ .



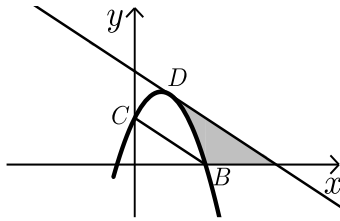
**(23)** נתונה הפונקציה:  $f(x) = (x-2)^2$ .

מנקודת החיתוך שלה עם ציר ה- $y$  מעבירים משיק.

א. מצא את משוואת המשיק.

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

ג. חשב את השטח הכלוא בין המשיק, גרף הפונקציה וציר ה- $x$ .



**(24)** משוואת הפרבולה היא:  $f(x) = -2x^2 + 3x + 2$ .

הנקודות  $B(2,0)$ ,  $C(0,2)$  הן נקודות חיתוך

של הפרבולה עם הצירים.

המשיק לפרבולה בנקודה  $D$  מקביל לישר  $BC$ .

א. מצא את משוואת המשיק.

ב. מצא את השטח המוגבל בין הפרבולה, המשיק וציר ה- $x$ .

ג. מצא את השטח המוגבל בין הפרבולה, המשיק וציר ה- $y$ .

### תשובות סופיות:

(1)  $22\frac{2}{3}$  יח"ש.

(2) א.  $(-1,0)$ ,  $(5,0)$ . ב.  $33\frac{1}{3}$  יח"ש.

(3)  $\frac{1}{12}$  יח"ש.

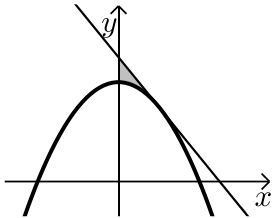
(4) 4 יח"ש.

(5)  $4\frac{4}{15}$  יח"ש.

- (6) לא. השטח הוא: 13 יח"ש.
- (7) א.  $(-1,0)$ ,  $(0,0)$ ,  $(2,0)$  ב.  $3\frac{1}{12}$  יח"ש.
- (8)  $57\frac{1}{6}$  יח"ש.
- (9)  $20\frac{5}{6}$  יח"ש.
- (10)  $21\frac{1}{3}$  יח"ש.
- (11) א.  $(1,3)$ ,  $(4,0)$  ב.  $2\frac{5}{11}$ .
- (12) א.  $(-2,5)$ ,  $(0,5)$ ,  $(2,5)$  ב. 8 יח"ש.
- (13) 0.5 יח"ש.
- (14) א.  $f(x)=I$ ,  $g(x)=II$  ב. הוכחה.
- (15)  $\frac{2}{3}$  יח"ש.
- (16) א.  $(2,2)$  ב.  $(1,3)$  ג.  $3\frac{5}{6}$  יח"ש.
- (17) א.  $x=2$ ,  $x=-2$  ב.  $(1,11)$  ג.  $25\frac{1}{3}$  יח"ש.
- (18) 18 יח"ש.
- (19) א.  $\frac{4}{3}$  יח"ש ב.  $1\frac{7}{12}$  יח"ש.
- (20)  $16\frac{1}{3}$  יח"ש.
- (21) א.  $y=-x$  ב.  $(-3,3)$  ג.  $7\frac{5}{6}$  יח"ש.
- (22)  $\frac{1}{6}$  יח"ש.
- (23) א.  $y=-4x+4$  ב.  $(1,0)$  ג.  $\frac{2}{3}$  יח"ש.
- (24) א.  $y=-x+4$  ב.  $2\frac{2}{3}$  יח"ש. ג.  $\frac{2}{3}$  יח"ש.

## חישובי שטחים יסודיים עם פרמטרים:

### שאלות:

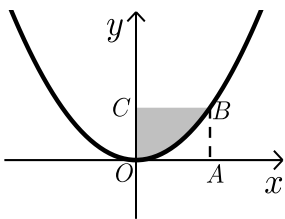


(25) נתונה הפרבולה:  $y = ax^2 + 8$ .

שיפוע המשיק לגרף הפרבולה בנקודה שבה  $x = 2$  הוא  $-2$ .

א. חשב את  $a$ .

ב. חשב את השטח המוגבל על ידי המשיק, הפרבולה וציר  $y$ .



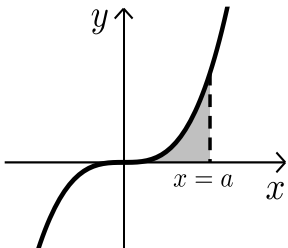
(26) הפונקציה המתוארת בשרטוט היא:  $y = ax^2$  ( $a$  פרמטר).

המרובע ABCO הוא ריבוע.

הקדקוד B נמצא על גרף הפונקציה.

ידוע כי אורך צלע הריבוע היא 2 יחידות.

מצא את ערך הפרמטר  $a$  ואת השטח המסומן בשרטוט.



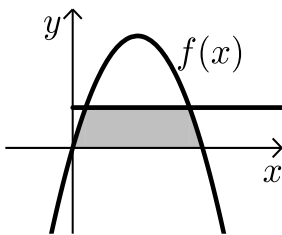
(27) נתונה הפונקציה  $y = x^3$ .

מעבירים אנך לציר ה- $x$ :  $x = a$  ( $a$  פרמטר חיובי)

כך שנוצר שטח הכלוא בין האנך, גרף הפונקציה וציר ה- $x$ .

א. הבע באמצעות  $a$  את השטח המקווקו בציור.

ב. חשב את  $a$  אם ידוע כי שטח זה שווה ל- $a^2$ .



(28) נתונה הפונקציה:  $f(x) = kx - x^2$ .

הישר  $y = 9$  חותך את גרף הפונקציה בשתי נקודות.

ידוע כי שיעור ה- $x$  של אחת מנקודות החיתוך

הוא  $x = 9$ .

א. מצא את ערך הפרמטר  $k$ .

ב. מצא את נקודת החיתוך השנייה בין שני הגרפים.

ג. חשב את השטח המוגבל בין גרף הפונקציה,

הישר וציר ה- $x$  (השטח המסומן).

**תשובות סופיות:**

$$\text{א. } a = -\frac{1}{2} \quad \text{ב. } \frac{4}{3} \text{ יח"ש.} \quad (25)$$

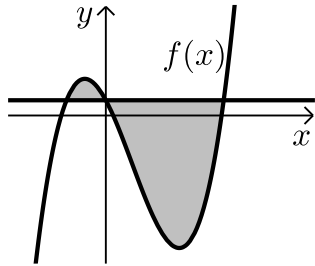
$$\text{א. } a = \frac{1}{2}, \quad \text{ב. } 2\frac{2}{3} \text{ יח"ש.} \quad (26)$$

$$\text{א. } \frac{a^4}{4} \quad \text{ב. } a = 2 \quad (27)$$

$$\text{א. } k = 10 \quad \text{ב. } (1,9) \quad \text{ג. } 81\frac{1}{3} \text{ יח"ש.} \quad (28)$$

## חישובי שטחים כאשר נתונה נגזרת הפונקציה:

### שאלות:



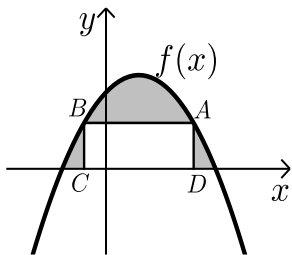
29 נגזרת הפונקציה  $f(x)$  היא:  $f'(x) = 3x^2 - 8x - 12$ .

הישר  $y = 5$  חותך את גרף הפונקציה  $f(x)$  על ציר ה- $y$ .

א. מצא את הפונקציה  $f(x)$ .

ב. מצא את השטח המוגבל בין הישר והפונקציה.

30 הנגזרת של הפונקציה  $f(x)$  המתוארת באיור שלפניך היא:  $f'(x) = 3 - 2x$ .



ישר AB שמשוואתו:  $y = 6$  חותך את גרף הפונקציה  $f(x)$  בנקודות A ו-B.

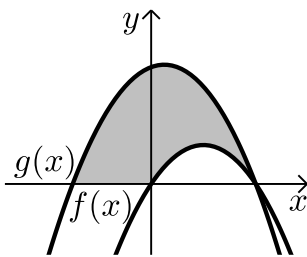
מנקודות אלו מורידים אנכים לציר ה- $x$  כך שנוצר מלבן ABCD.

ידוע ששיעור ה- $x$  של הנקודה A הוא 4.

א. מצא את הפונקציה  $f(x)$ .

ב. חשב את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה, המלבן וציר ה- $x$ .

31 באיור שלפניך מתוארות הפונקציות שנגזרותיהן:  $f'(x) = 4 - 2x$ ,  $g'(x) = -2x + 1$ .



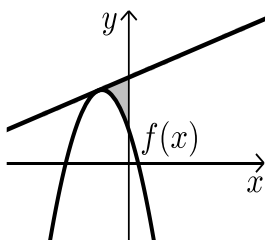
ידוע ששתי הפונקציות חותכות את ציר ה- $x$  כאשר:  $x = 4$ .

א. מצא את הפונקציות.

ב. חשב את השטח המוגבל בין הגרפים של שתי הפונקציות וציר ה- $x$  (המסומן).

32 נתונה פונקציה  $f(x)$ .

משוואת המשיק לפונקציה  $f(x)$  בנקודה שבה:  $x = -2$  היא:  $y = x + 13$ .



הנגזרת של הפונקציה היא:  $f'(x) = -4x - 7$ .

א. מצא את הפונקציה  $f(x)$ .

ב. חשב את השטח הכלוא בין המשיק, גרף הפונקציה וציר ה- $y$ .

**33** נתונה פונקציה  $f(x)$  שנגזרתה היא:  $f'(x) = 3x^2 - 6x - 9$ .

ישר ששיפועו 15 משיק לפונקציה ברביע הרביעי בנקודה שבה:  $y = -20$ .

א. מצא את הפונקציה  $f(x)$ .

ב. האם יש עוד משיקים לגרף הפונקציה בעלי שיפוע 15? אם כן- מצא אותם.

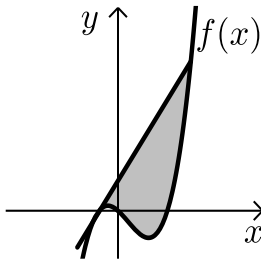
ג. ענה על הסעיפים הבאים:

i. הראה כי הנקודה שבה  $x = 7$  משותפת למשיק

שמצאת בסעיף הקודם ולפונקציה  $f(x)$ .

ii. מצא את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה

והמשיק שמצאת בסעיף הקודם (ראה איור).



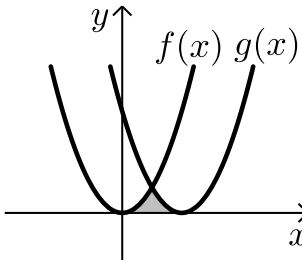
**34** באיור שלפניך חותך גרף הפונקציה:  $f(x) = x^2$

את גרף הפונקציה  $g(x)$  בנקודה שבה  $x = 2$ .

הנגזרת של הפונקציה  $g(x)$  היא:  $g'(x) = 2x - 8$ .

א. מצא את הפונקציה  $g(x)$ .

ב. חשב את השטח הכלוא בין שני הגרפים וציר ה- $x$  (המסומן).



**35** באיור שלפניך מתוארים גרף הפונקציה  $f(x)$  והישר  $y = 2x$ .

נגזרת הפונקציה  $f(x)$  היא:  $f'(x) = 2x - 6$

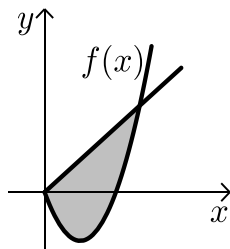
וידוע כי הישר חותך את הפונקציה בנקודה שבה ערך

ה- $y$  הוא 16.

א. מצא את הפונקציה  $f(x)$ .

ב. האם יש לגרף הפונקציה ולישר עוד נקודות חיתוך? אם כן מצא אותן.

ג. חשב את השטח המוגבל בין גרף הפונקציה והישר.



## תשובות סופיות:

א. (29)  $f(x) = x^3 - 4x^2 - 12x + 5$       ב.  $189\frac{1}{3}$  יח"ש.

א. (30)  $f(x) = -x^2 + 3x + 10$       ב.  $27\frac{1}{6}$  יח"ש.

א. (31)  $f(x) = 4x - x^2$ ,  $g(x) = -x^2 + x + 12$       ב. 46.5 יח"ש.

א. (32)  $f(x) = -2x^2 - 7x + 5$       ב.  $5\frac{1}{3}$  יח"ש.

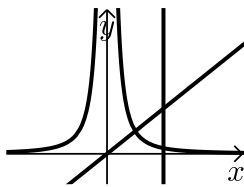
א. (33)  $f(x) = x^3 - 3x^2 - 9x$       ב.  $y = 15x + 28$

א. (34)  $g(x) = (x - 4)^2$       ג. i. (7,133)      ג. ii. 546.75 יח"ש.

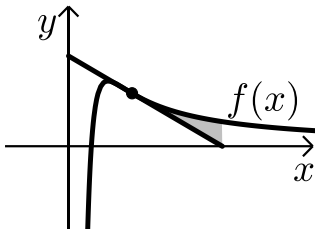
א. (35)  $f(x) = x^2 - 6x$       ב. (0,0)      ג.  $85\frac{1}{3}$  יח"ש.

## חישובי שטחים עם פונקציה רציונאלית:

### שאלות:

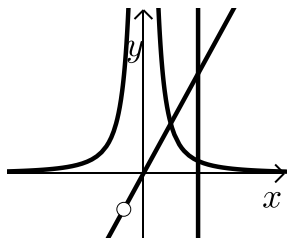


- (1) נתונות שתי פונקציות:  $f(x) = \frac{1}{x^2}$ ,  $g(x) = x$ .  
חשב את גודל השטח הכלוא בין הפונקציות,  
הישר  $x=2$  וציר ה- $x$ .



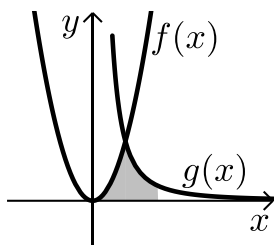
- (2) ענה על הסעיפים הבאים:

- א. מבין כל המשיקים לגרף הפונקציה:  $f(x) = \frac{2}{x^2} - \frac{1}{x^3}$ , מצא את משוואת המשיק ששיפועו מינימלי.  
ב. באיור שלפניך מתוארים הגרפים של הפונקציה והמשיק שמצאת בסעיף א'.  
חשב את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה, המשיק ואנך לציר ה- $x$  היוצא מנקודת החיתוך של המשיק עם ציר ה- $x$ .



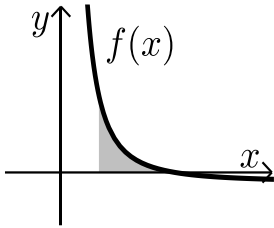
- (3) נתונות שתי פונקציות:  $f(x) = \frac{1}{x^2}$ ,  $g(x) = \frac{x^2 + 2x}{x + 2}$ .  
חשב את גודל השטח הכלוא בין הפונקציות,  
הישר  $x=2$  וציר ה- $x$ .

- (4) באיור שלפניך מתוארים הגרפים של הפונקציות:  $f(x) = 2x^2$  ו- $g(x) = \frac{a}{x^2}$



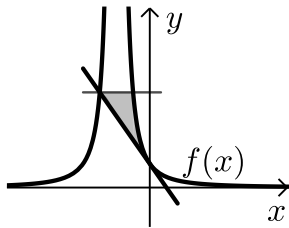
- ( $a$  קבוע) בתחום:  $x > 0$ .  
ידוע כי הגרפים נחתכים ברביע הראשון בנקודה הנמצאת על הישר:  $y = 4x$ .  
א. מצא את נקודת החיתוך של הגרפים ואת  $a$ .  
ב. חשב את השטח המוגבל בין שני הגרפים, ציר ה- $x$  והישר:  $x=4$ .

5) גרף הפונקציה:  $f(x) = \frac{a-x^2}{x^2}$  (קבוע  $a$ ) חותך את ציר ה- $x$  בנקודה  $(6,0)$ .



- א. מצא את  $a$  וכתוב את הפונקציה.  
 ב. חשב את השטח המוגבל בין גרף הפונקציה, ציר ה- $x$  והישר:  $x=2$ .

6) נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{A}{(2x+A)^2}$  ( $A$  פרמטר חיובי).



ידוע כי שיפוע הפונקציה בנקודת החיתוך שלה עם ציר ה- $y$  הוא:  $-\frac{1}{9}$ .

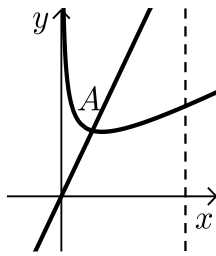
- א. מצא את ערך הפרמטר  $A$ .  
 ב. כתוב את משוואת המשיק לגרף הפונקציה בנקודת החיתוך עם ציר ה- $y$ .  
 ג. הראה כי המשיק חותך את גרף הפונקציה בנקודה שבה:  $x = -4.5$ .  
 ד. העבר ישר אופקי מנקודת החיתוך של המשיק וגרף הפונקציה מהסעיף הקודם. מצא את נקודת החיתוך הנוספת של ישר זה עם גרף הפונקציה.  
 ה. חשב את השטח כלוא בין המשיק, הישר וגרף הפונקציה (היעזר באיור).

### תשובות סופיות:

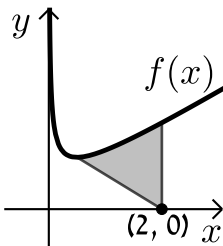
- 1) יח"ש.  
 2) א.  $y = -x + 2$ .  
 3) 1 יח"ש.  
 4) א.  $a = 32$ ,  $(2,8)$ .  
 5) א.  $a = 36$ ,  $f(x) = \frac{36-x^2}{x^2}$ .  
 6) א.  $A = 6$ .  
 ב.  $\frac{1}{8}$  יח"ש.  
 ב.  $13\frac{1}{3}$  יח"ש.  
 ב. 8 יח"ש.  
 ג. הוכחה.  
 ב.  $y = -\frac{1}{9}x + \frac{1}{6}$ .  
 ד.  $(-1.5, \frac{2}{3})$ .  
 ה.  $\frac{5}{8}$  יח"ש.

## חישובי שטחים עם פונקצית שורש:

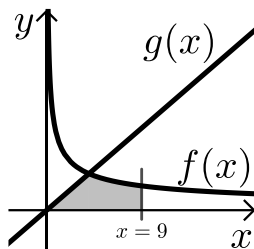
### שאלות:



- (1) באיור שלפניך נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{3}{\sqrt{x}} + x$ .  
 מעבירים ישר:  $y = 4x$  החותך את גרף הפונקציה  
 בנקודה A המסומנת באיור.  
 א. מצא את שיעורי הנקודה A.  
 ב. חשב את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה  $f(x)$ ,  
 הישר  $y = 4x$ , ציר ה- $x$  ואנך לציר ה- $x$ :  $x = 4$ .

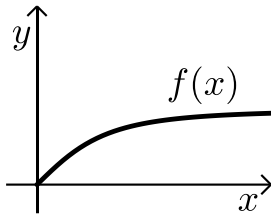


- (2) באיור שלפניך נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2x}} + x$ .  
 א. מצא את נקודת המינימום שלה.  
 ב. מנקודת המינימום של הפונקציה מעבירים  
 ישר לנקודה  $(2, 0)$  שעל ציר ה- $x$ .  
 מצא את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה, הישר ואנך לציר ה- $x$   
 היוצא מהנקודה  $(2, 0)$  עד לנקודת החיתוך עם גרף הפונקציה.

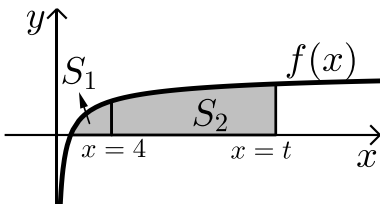


- (3) באיור הבא מתוארים הגרפים של  
 הפונקציות:  $f(x) = \frac{16}{\sqrt{x}}$  ו- $g(x) = 2x - 1$ .  
 א. מצא את נקודת החיתוך של הגרפים.  
 ב. חשב את השטח המוגבל בין שני הגרפים,  
 ציר ה- $x$  והישר  $x = 9$ .

- (4) נתונה הפונקציה:  $f(x) = (x - 6)\sqrt{x}$ .  
 חשב את גודל השטח הכלוא בין הפונקציה, המשיק לפונקציה בנקודת  
 המינימום שלה וציר ה- $y$ .



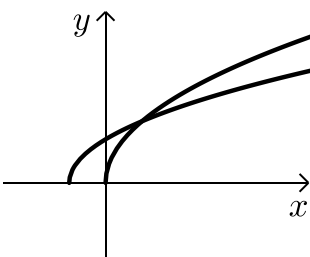
- (5) נתונה הפונקציה  $f(x) = \frac{x}{\sqrt{x^2+1}}$  ברביע הראשון. לפונקציה העבירו משיק העובר בראשית הצירים. חשב את גודל השטח הכלוא בין הפונקציה, המשיק והישר  $x = \sqrt{3}$ .



- (6) באיור שלפניך מתואר גרף הפונקציה:  $f(x) = 1 - \frac{1}{\sqrt{x}}$ . מעבירים שני אנכים לציר ה- $x$  והם:  $x = 4$  ו- $x = t$  ( $t > 4$ ). נסמן:  
 $S_1$  - השטח הכלוא בין גרף הפונקציה וציר ה- $x$ .  
 $S_2$  - השטח הכלוא בין גרף הפונקציה, ציר ה- $x$  והאנכים. ידוע כי:  $8S_1 = S_2$ . מצא את  $t$ .

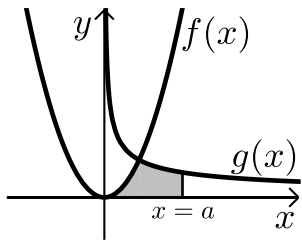
(7) נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{x\sqrt{x}-8}{\sqrt{x}}$

- א. ענה על הסעיפים הבאים:  
 i. מצא את תחום ההגדרה של הפונקציה.  
 ii. מצא את נקודת החיתוך של הפונקציה עם ציר ה- $x$ .  
 iii. הראה כי הפונקציה עולה בכל תחום הגדרתה.  
 ב. מעבירים משיק לגרף הפונקציה ששיפועו הוא:  $m = \frac{17}{16}$ . מצא את נקודת ההשקה.  
 ג. חשב את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה, ציר ה- $x$  ואנך לציר ה- $x$  מנקודת ההשקה שמצאת בסעיף הקודם.



- (8) נתונות שתי פונקציות:  $f(x) = \sqrt{x+b}$ ,  $g(x) = \sqrt{2x}$  ( $b > 0$ ). גודל השטח הכלוא בין הפונקציות וציר ה- $x$  הוא  $2\frac{2}{3}$  יח"ש. מצא את ערכו של הפרמטר  $b$ .

9) באיור שלפניך מתוארים הגרפים של הפונקציות:  $f(x) = x^2$



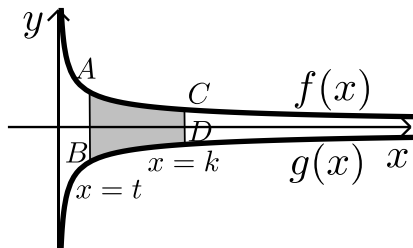
ו-  $g(x) = \frac{32}{\sqrt{x}}$  ברביע הראשון.

מעבירים ישר  $x=a$  החותך את גרף הפונקציה  $g(x)$  ויוצר את השטח הכלוא בין שני הגרפים, ציר ה- $x$  והישר.

ידוע כי שטח זה שווה ל-  $S = 85\frac{1}{3}$ .

מצא את  $a$ .

10) באיור שלפניך מתוארים הגרפים של הפונקציות:  $f(x) = \frac{3}{\sqrt{x}}$  ו-  $g(x) = -\frac{3}{\sqrt{x}}$



מעבירים שני ישרים:  $x=k$  ו-  $x=t$  אשר חותכים את הגרפים של הפונקציות ויוצרים את הקטעים AB ו-CD.

ידוע כי:  $2CD=AB$ .

א. הראה כי:  $k=4t$ .

ב. השטח הכלוא בין הגרפים של הפונקציות

והישרים:  $x=t$  ו-  $x=k$  הוא:  $S=12$ .

מצא את  $t$ .

11) ענה על הסעיפים הבאים:

א. מצא עבור איזה ערך של  $a$ ,  $(a > 1)$  יתקיים:  $\int_1^a \left( \frac{3}{\sqrt{2x-1}} - 1 \right) dx = 0$

ב. באיור שלפניך מתואר גרף הפונקציה:  $f(x) = \frac{3}{\sqrt{2x-1}} - 1$

מעבירים שני אנכים לציר ה- $x$  והם:  $x=1$  ו-  $x=13$

כך שנוצרים השטחים  $S_1$  ו-  $S_2$ .

מצא את נקודת החיתוך של הפונקציה עם ציר ה- $x$

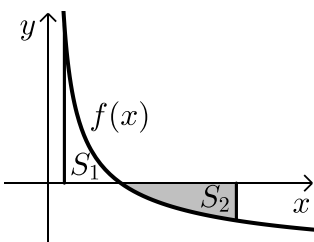
ג. ענה על הסעיפים הבאים:

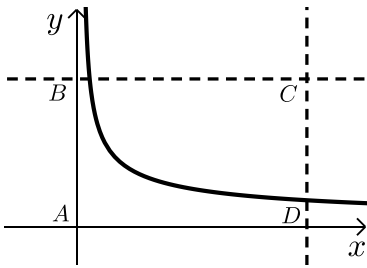
i. חשב את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה,

ציר ה- $x$  והאנך  $x=1$ ,  $(S_1)$ .

ii. היעזר בתוצאה שקיבלת ובסעיף א' וקבע לכמה שווה השטח  $S_2$ .

נמק את טענתך.





**(12)** באיור שלפניך מתוארת הפונקציה:  $f(x) = \frac{9}{\sqrt{2x-1}}$

מעבירים את הישרים המקבילים לצירים:  $x = 13$

ו-  $y = 3$  כך שנוצר המלבן ABCD כמתואר באיור.

הישר  $y = 3$  חותך את גרף הפונקציה בנקודה M.

א. מצא את שיעורי הנקודה M.

ב. מסמנים את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה

והישרים ב-  $S_1$  ואת שטח המלבן ב-  $S_2$ .

$$\text{הראה כי: } \frac{S_1}{S_2} = \frac{2}{13}$$

### תשובות סופיות:

1) א.  $A(1,4)$  ב. 15.5 יח"ש.

2) א.  $\min(0.5, 1.5)$  ב. 1.75 יח"ש.

3) א.  $(4,8)$  ב. 48 יח"ש.

4) 2.26 יח"ש.

5) 0.5 יח"ש

6)  $t = 16$

7) א. i.  $x > 0$  ii.  $(4,0)$  iii.  $f'(x) = 1 + \frac{4}{x\sqrt{x}} > 0$

ב.  $(16,14)$  ג. 88 יח"ש.

8)  $b = 2$

9)  $a = 9$

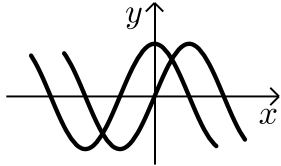
10) א. הוכחה ב.  $t = 1$

11) א.  $a = 13$  ב.  $(5,0)$  ג. i.  $S_1 = 2$  ii.  $S_2 = |-S_1| = 2$

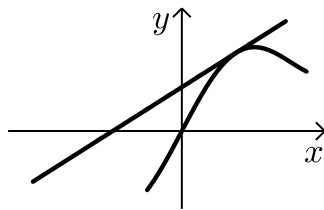
12) א.  $M(5,3)$

## חישובי שטחים עם פונקציות טריגונומטריות:

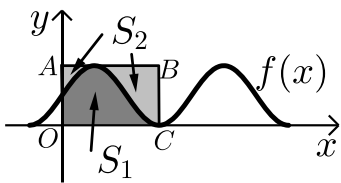
### שאלות:



- (1) נתונות הפונקציות:  $f(x) = \sin x$ ,  $g(x) = \cos x$ .  
חשב את גודל השטח הכלוא בין הפונקציות לציר ה- $y$  ברביע הראשון.



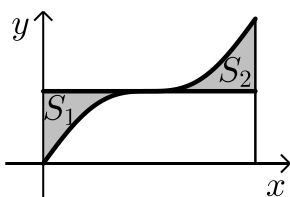
- (2) נתונה הפונקציה:  $f(x) = x + 2 \sin x$ .  
בתחום שבין ראשית הצירים לנקודת המקסימום הראשונה מימינה העבירו לפונקציה משיק ששיפועו 1.  
א. מצא את משוואת המשיק.  
ב. חשב את גודל השטח הכלוא בין הפונקציה, המשיק וציר ה- $x$  ברביעים הראשון והשני.



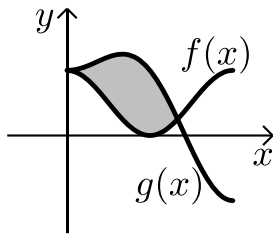
- (3) באיור שלפניך מתואר גרף הפונקציה:  $f(x) = \frac{\sin 2x + 1}{2}$ .  
בתחום:  $-0.25\pi \leq x \leq 1.75\pi$  מעבירים משיק  $AB$  דרך נקודת המקסימום של הפונקציה ומעלים אנך לציר ה- $x$  מנקודת החיתוך הראשונה של גרף הפונקציה עם ציר ה- $x$  בתחום הנתון המסומנת ב- $C$  כך שנוצר המלבן  $ABCO$ .  
השטח הכלוא בין גרף הפונקציה והצירים יסומן ב- $S_1$  (ראה סימון בציור).  
השטח הכלוא בין צלעות המלבן, גרף הפונקציה וציר ה- $y$  יסומן ב- $S_2$ .  
א. מצא את משוואת הצלע  $AB$  של המלבן.  
ב. חשב את היחס:  $\frac{S_1}{S_2}$ .

- (4) באיור שלפניך נתונה הפונקציה:  $y = \sin x + x$  בתחום:  $0 \leq x \leq 2\pi$ .

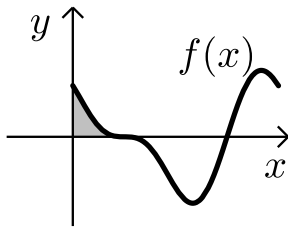
- א. האם יש לפונקציה נקודות קיצון פנימיות בתחום הנתון?  
ב. מורידים אנך מגרף הפונקציה לציר ה- $x$  בנקודה שבה:  $x = 2\pi$ .  
מעבירים ישר המקביל לציר ה- $x$  מהנקודה שמאפסת את הנגזרת.



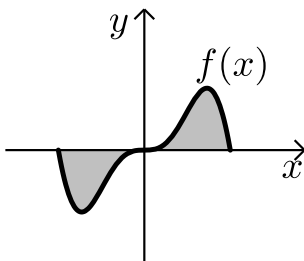
הראה כי השטחים  $S_1$  ו- $S_2$  המסומנים בסרטוט שווים.



- 5) באיור שלפניך מתוארים הגרפים של הפונקציה  
 הבאות:  $f(x) = \cos^2 x$  ו-  $g(x) = \sin^2 x + \cos x - 1$   
 בתחום:  $0 \leq x \leq \pi$ .  
 א. מצא את נקודות החיתוך של הגרפים בתחום הנתון.  
 ב. חשב את השטח הכלוא בין שני הגרפים.  
 השתמש בזהות:  $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$ .



- 6) הנגזרת של הפונקציה  $f(x)$  היא:  $f'(x) = -\cos 2x - \sin x$ .  
 א. מצא את שיעורי ה- $x$  של הנקודות  
 המקיימות:  $f'(x) = 0$  בתחום:  $0 < x < 2\pi$ .  
 ידוע כי הנקודה המקיימת  $f'(x) = 0$  אשר אינה  
 קיצון נמצאת על ציר ה- $x$ .  
 ב. מצא את הפונקציה  $f(x)$ .  
 ג. באיור שלפניך מתואר גרף הפונקציה בתחום הנתון.  
 חשב את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה והצירים.



- 7) ענה על הסעיפים הבאים:  
 א. נתונה הפונקציה:  $y = -x^2 \cos x + 2x \sin x + 2 \cos x$   
 הוכח כי הנגזרת של הפונקציה היא:  $y' = x^2 \sin x$   
 באיור שלפניך נתונה הפונקציה:  $f(x) = x^2 \sin x$   
 בתחום:  $-\pi \leq x \leq \pi$ .  
 ב. הראה כי גרף הפונקציה עובר בראשית הצירים.  
 ג. חשב את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה  
 וציר ה- $x$  בתחום הנתון.

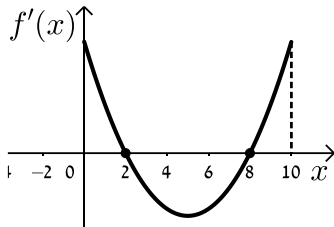
- 8) נתונה הפונקציה:  $f(x) = a \cos x + b \sin x$ ,  $a, b$  פרמטרים.  
 הפונקציה חותכת את ציר ה- $x$  בנקודה שבה  $x = \frac{\pi}{4}$  והיא חיובית בתחום  $\left[0, \frac{\pi}{4}\right]$ .  
 גודל השטח הכלוא מתחת לפונקציה בתחום  $\left[0, \frac{\pi}{4}\right]$  הוא  $2\sqrt{2} - 2$ .  
 מצא את ערכי הפרמטרים  $a$  ו- $b$ .

## תשובות סופיות:

- (1) 0.41 יח"ש.
- (2) א.  $y = x + 2$ . ב.  $\pi$  יח"ש.
- (3) א.  $y = 1$ . ב.  $\frac{S_1}{S_2} = \frac{3\pi + 2}{3\pi - 2} = 1.538$ .
- (4) א. אין נקודת קיצון, הנקודה  $(\pi, \pi)$  היא נקודת פיתול.  
 ב.  $S = 0.5\pi^2 - 2 = 2.934$ .
- (5) א.  $(0, 1)$ ,  $(\frac{2\pi}{3}, \frac{1}{4})$ . ב.  $S = 1.5 \frac{\sqrt{3}}{2} = 1.299$ .
- (6) א.  $x = \frac{\pi}{2}, \frac{7\pi}{6}, \frac{11\pi}{6}$ . ב.  $f(x) = -\frac{1}{2} \sin 2x + \cos x$ . ג.  $\frac{1}{2}$  יח"ש.
- (7) א. הוכחה. ב. הוכחה. ג.  $S = 2(\pi^2 - 4) \approx 11.74$ .
- (8)  $b = -2, a = 2$ .

## חישובי שטחים בין גרף הנגזרת והצירים:

### שאלות:



1 הפונקציה  $f(x)$  מוגדרת בתחום  $0 \leq x \leq 10$ .

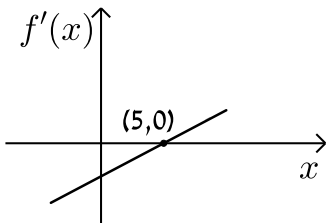
בציור מתואר גרף הנגזרת  $f'(x)$ .

א. סרטט סקיצה של גרף הפונקציה  $f(x)$

אם:  $f(2) = 6, f(0) = -4, f(5) = 0$  וכך:  $f(10) > 0$ .

ב. חשב את השטח המוגבל ע"י גרף הנגזרת והצירים ברביע הראשון

עד לנקודה שבה  $x = 2$ .



2 לפניך הגרף של הפונקציה  $f'(x)$ .

הגרף המתואר חותך את ציר ה- $x$  בנקודה

אחת בלבד והיא  $(5, 0)$ .

א. מצא את התחומים שבהם  $f'(x)$  היא חיובית

ואת התחומים שבהם היא שלילית.

ב. קבע מהם תחומי העלייה והירידה של הפונקציה  $f(x)$ .

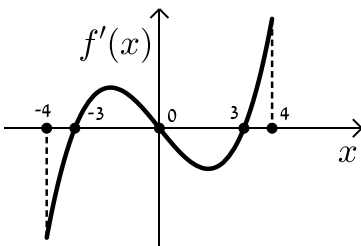
ג. כתוב את נקודת הקיצון של הפונקציה  $f(x)$  אם ידוע כי

שיעור ה- $y$  שלה הוא  $-2$ .

ד. סרטט סקיצה של גרף הפונקציה  $f(x)$  אם ידוע כי גרף הפונקציה

חותך את ציר ה- $y$  כאשר  $y = 8$ .

ה. חשב את השטח הכלוא בין גרף הנגזרת  $f'(x)$  והצירים.



3 בציור מתואר גרף הנגזרת  $f'(x)$  של הפונקציה  $f(x)$ .

א. רשום את תחומי העלייה והירידה של  $f(x)$ .

ב. מצא את שיעורי ה- $x$  של נקודות הקיצון

של  $f(x)$  וקבע את סוגן.

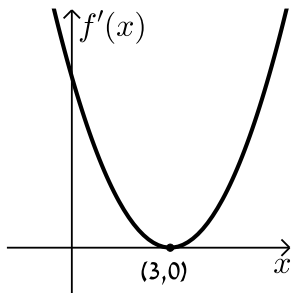
ג. נתון כי הפונקציה  $f(x)$  עוברת בראשית הצירים וגם מקיימת:  $f(-3) = f(3) = m$ .

סרטט סקיצה של גרף הפונקציה  $f(x)$  בתחום הנ"ל (הבע באמצעות  $m$ ).

ד. השטח הכלוא בין גרף הנגזרת  $f'(x)$  וציר ה- $x$  ברביעים

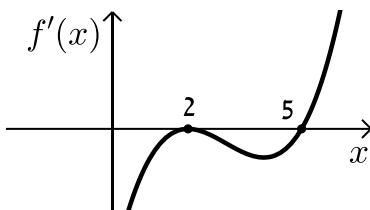
השני והרביעי הוא 16 יח"ש. מצא את  $m$ .

4 הנגזרת  $f'(x)$  של הפונקציה  $f(x)$  מתוארת באיור הבא.



- א. האם ל- $f(x)$  יש נקודות קיצון? נמק.
- ב. סרטט סקיצה של גרף הפונקציה  $f(x)$  אם ידוע כי  $f(3) = 4$  וכי היא חותכת את ציר ה- $y$  בנקודה שבה  $y = -5$ .
- ג. חשב את השטח הכלוא בין גרף הנגזרת  $f'(x)$  והצירים ברביע הראשון.

5 באיור שלפניך מתואר גרף הנגזרת  $f'(x)$  של הפונקציה  $f(x)$ .

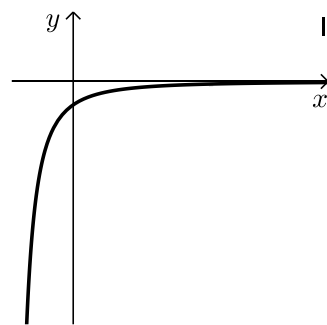
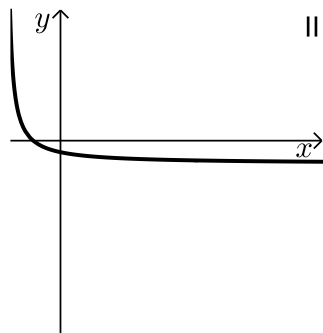


ידוע כי הנקודות  $B(2, 2)$ ,  $A(5, -4.75)$

ו- $C(0, 14)$  נמצאות על  $f(x)$ .

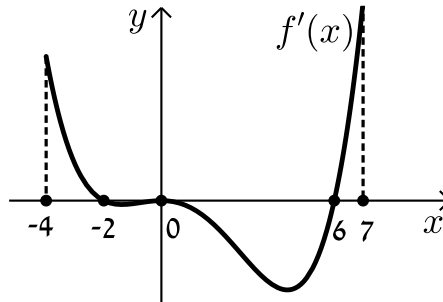
- א. מצא את נקודת הקיצון של הפונקציה  $f(x)$ .
- ב. כתוב את תחומי העלייה והירידה של  $f(x)$ .
- ג. סרטט סקיצה של גרף הפונקציה  $f(x)$ .
- ד. חשב את השטח מוגבל בין גרף הנגזרת  $f'(x)$  והצירים בתחום  $0 \leq x \leq 5$ .

6 באיורים שלפניך מתוארים הגרפים של הפונקציות  $f(x)$  ו- $f'(x)$ :



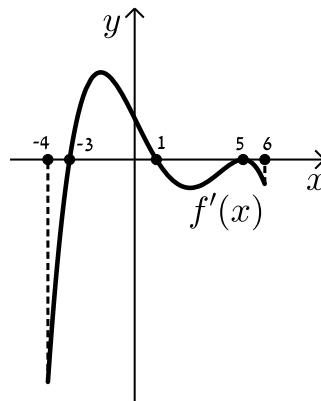
- א. זהה איזה גרף שייך לאיזו פונקציה ונמק.
- ב. נתון כי  $f(10) = -3$  וכי  $f(x)$  חותכת את ציר ה- $y$  בנקודה שבה  $y = -2$ . מהו השטח המוגבל בין גרף הנגזרת  $f'(x)$ , הצירים והישר  $x = 10$ ?

7 נתון גרף הנגזרת  $f'(x)$  הבא:



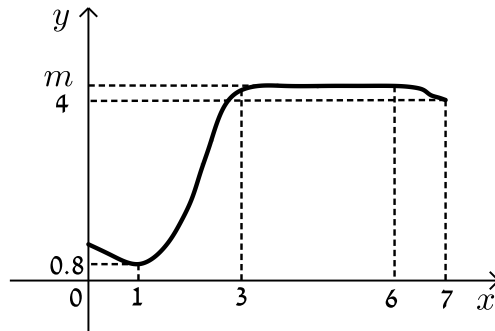
- א. סרטט את גרף הפונקציה  $f(x)$  בתחום  $-4 \leq x \leq 7$  לפי הנתונים:  $f(0) = -2$ ,  $f(-2) = 7.6$  ו-  $f(6) = -606.8$ .
- ב. חשב את השטח המוגבל בין גרף הנגזרת וציר ה- $x$  ברביע השלישי.
- ג. חשב את השטח המוגבל בין גרף הנגזרת וציר ה- $x$  ברביע הרביעי.

8 נתון גרף הנגזרת  $f'(x)$  הבא:



- א. סרטט את גרף הפונקציה  $f(x)$  בתחום  $-4 \leq x \leq 6$  עבור הנתונים:  $f(5) = -83\frac{1}{3}$ ,  $f(1) = 36\frac{2}{15}$ ,  $f(-3) = -356\frac{2}{5}$ .
- ב. חשב את כלל השטח הכלוא בין גרף הנגזרת וציר ה- $x$  בתחום:  $-3 \leq x \leq 5$ .

9) בציור שלפניך מתואר גרף הפונקציה  $f(x)$  בתחום  $0 < x < 7$ :



הסתמך על הגרף של  $f(x)$  ועל הערכים הרשומים על הצירים וענה על השאלות הבאות:

א. מצא עבור אילו ערכים של  $x$  השונים מ-6 מתקיים:

i.  $f'(x) > 0$

ii.  $f'(x) = 0$

iii.  $f'(x) < 0$

ב. נתון כי:  $\int_3^6 m dx = 15$ , כאשר  $m$  הוא פרמטר המסומן על ציר ה- $y$ .

מצא את  $f(5)$ .

ג. סרטט סקיצה של גרף פונקציה הנגזרת  $f'(x)$  בתחום  $0 < x < 3$ .

ד. מצא את השטח המוגבל בין הגרף של פונקציה הנגזרת  $f'(x)$

וציר ה- $x$  בתחום  $1 < x < 3$ .

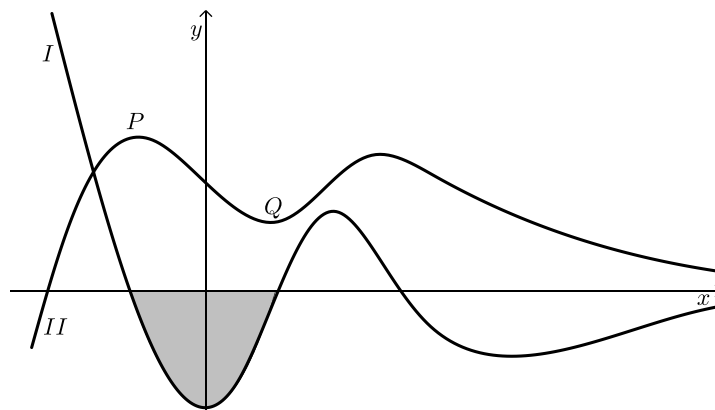
10) בסרטוט נתונים הגרפים של פונקציה ושל נגזרתה.

א. קבע איזה מהגרפים, I או II, שייך לפונקציה ואיזה שייך לנגזרת. נמק.

ב. כמה נקודות פיתול יש לפונקציה? נמק וסמן אותן על הסרטוט.

ג. נתון:  $P(-2, 4)$ ,  $Q(2, 1)$ . מצא את גודלו של השטח הכלוא בין גרף I

לציר ה- $x$  (השטח המסומן בסרטוט).

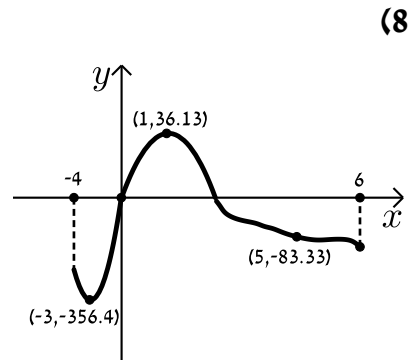
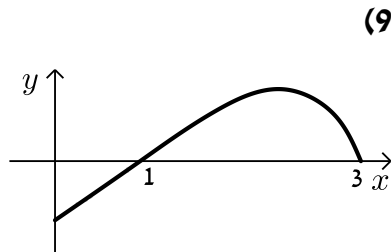
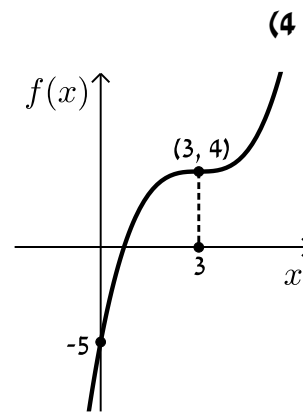
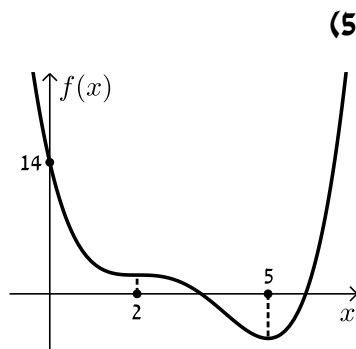
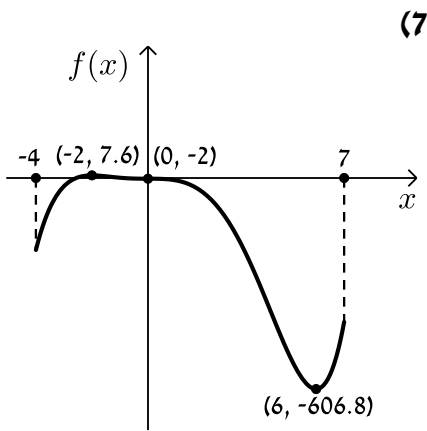
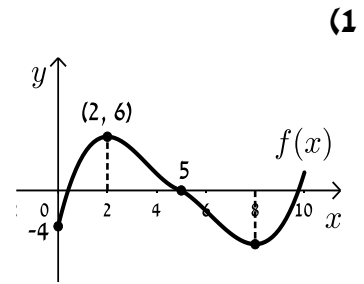
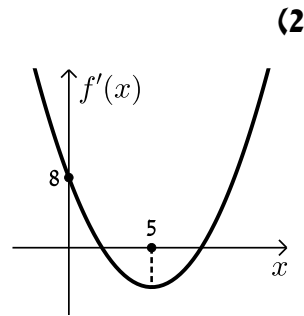
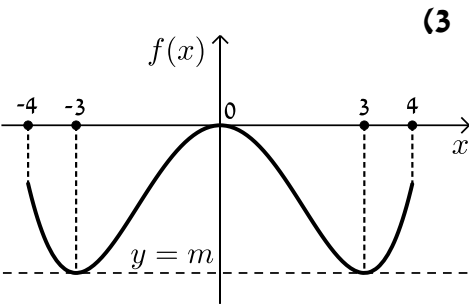


## תשובות סופיות:

הערה: סרטוטי הסקיצות מופיעות במרוכז בעמוד הבא.

- (1) ב. 10 יח"ש.
- (2) א. חיובית:  $x > 5$ , שלילית:  $x < 5$ . ב. עולה:  $x > 5$ , יורדת:  $x < 5$ .  
 ג.  $\min(5, -2)$ . ד. הוכחה. ה. 10 יח"ש.
- (3) א. עולה:  $3 < x \leq 4$ ,  $-3 < x < 0$ , יורדת:  $0 < x < 3$ ,  $-4 \leq x < -3$ .  
 ב.  $x_{\min} = -3$ ,  $x_{\max} = 0$ ,  $x_{\min} = 3$ . ג. הוכחה. ד.  $m = -8$ .
- (4) א. לא. הנקודה  $(3, 0)$  היא פיתול מכיוון שהפונקציה עולה לפנייה ואחריה.  
 ב. הוכחה. ג. 9 יח"ש.
- (5) א.  $\min(5, -4.75)$ . ב. עולה:  $x > 5$ , יורדת:  $x < 5$ .  
 ג. הוכחה. ד. 18.75 יח"ש.
- (6) א.  $f(x): \text{II}$ ,  $f'(x): \text{I}$ . ב. 1 יח"ש.
- (7) א. הוכחה. ב. 9.6 יח"ש. ג. 604.8 יח"ש.
- (8) א. הוכחה. ב. 512 יח"ש.
- (9) א. i.  $f'(x) > 0: 1 < x < 3$ . א. ii.  $f'(x) = 0: x = 1, 3 \leq x < 6$ .  
 א. iii.  $f'(x) < 0: 6 < x < 7, 0 < x < 1$ . ב.  $f(5) = 5, m = 5$ . ד. 4.2 יח"ש.
- (10) א. גרף I -  $f'(x)$  וגרף II -  $f(x)$ . ב. 3 נקודות פיתול.  
 ג. 3 יח"ש.

סרטוטי גרפים לפי מספרי שאלות:



# מכינה במתמטיקה

פרק 21 - חשבון אינטגרלי - פונקציה מעריכית, לוגריתמית וחזקה

תוכן העניינים

211	.....	1. פונקציה מעריכית.
217	.....	2. פונקציה לוגריתמית.
223	.....	3. פונקצית חזקה עם מעריך רציונאלי.

## פונקציה מעריכית:

סיכום כללי:

אינטגרלים מיידיים של פונקציות מעריכיות:

אינטגרלים יסודיים	אינטגרלים של פונקציות מורכבות
$\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + c$	$\int a^{mx+n} dx = \frac{a^{mx+n}}{m \cdot \ln a} + c$
$\int e^x dx = e^x + c$	$\int e^{mx+n} dx = \frac{e^{mx+n}}{m} + c$

שאלות:

אינטגרל כללי:

(1) חשב את האינטגרלים הבאים:

א.  $\int (5e^x - e^{3x} + e^{-x} + 1) dx$

ג.  $\int (6\sqrt{e^{4x-1}}) dx$

ב.  $\int (3^x + 5^{2x}) dx$

ד.  $\int (e^x + e^{-x})^2 dx$

(2) חשב את האינטגרלים הבאים:

א.  $\int \frac{e^{2x} - 1}{e^x - 1} dx$

ב.  $\int \frac{3e^{3x} - 5e^{2x} + 4e^x - 2}{e^x - 1} dx$

(3) חשב את האינטגרלים הבאים:

א.  $\int (e^{4x} + e^{-x}) dx$

ג.  $\int \frac{2^x + 4^{2x} + 10^{3x}}{5^x} dx$

ב.  $\int (e^{x+1})^2 dx$

ד.  $\int \left( 4\sqrt{e^x} + \frac{1}{\sqrt[3]{e^{4x}}} \right) dx$

4) חשב את האינטגרלים הבאים:

א.  $\int \left( \frac{e^x}{\sqrt{e^x+3}} \right) dx$       ב.  $\int \left( \frac{3-e^x}{(e^x-3x)^2} \right) dx$       ג.  $\int (xe^{x^2}) dx$

**אינטגרל מסוים:**

5) נתונה נגזרת של פונקציה:  $f'(x) = 2e^x - \frac{1}{e^x}$ .

מצא את הפונקציה אם ידוע שהיא עוברת בנקודה  $\left( \ln 2, 3\frac{1}{4} \right)$ .

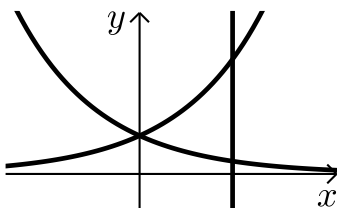
6) נתונה נגזרת של פונקציה:  $f'(x) = e^{2x} + e^x - 2$ .

מצא את הפונקציה אם ידוע שערך הפונקציה בנקודת המינימום שלה הוא  $\frac{1}{2}$ .

7) נתונה נגזרת של פונקציה:  $f'(x) = 6x^2 e^{x^3} - \frac{1}{x^2}$ .

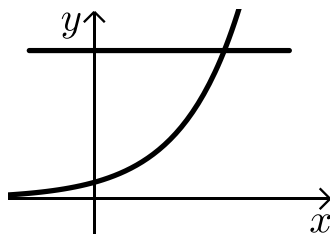
מצא את הפונקציה אם ידוע שהיא עוברת בנקודה  $\left( -1, \frac{2}{e} \right)$ .

**חישובי שטחים:**



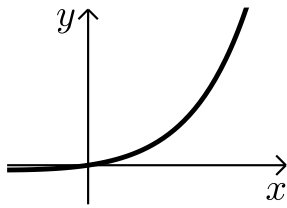
8) נתונות הפונקציות:  $f(x) = e^x$ ,  $g(x) = e^{-x}$ .

מצא את גודל השטח הכלוא בין הפונקציות לישר  $x = \ln 3$ .



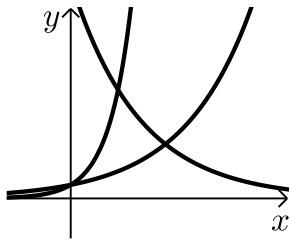
9) נתונה הפונקציה:  $f(x) = 3^x$ .

מצא את גודל השטח הכלוא בין הפונקציה, הישר  $y = 9$  וציר ה- $y$ .



**10** נתונה הפונקציה:  $f(x) = e^{2x} - e^x$ .

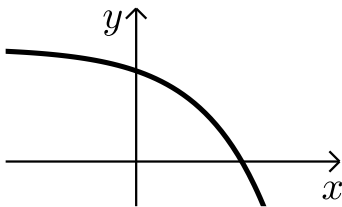
לפונקציה העבירו משיק בראשית הצירים.  
מצא את גודל השטח הכלוא בין הפונקציה,  
המשיק והישר  $x = 2$ .



**11** נתונות הפונקציות:

$$f(x) = e^x, g(x) = e^{3x}, h(x) = 16e^{-x}$$

חשב את גודל השטח הכלוא שבין שלוש הפונקציות.



**12** נתונה הפונקציה:  $f(x) = 5 - e^x$ .

העבירו לפונקציה משיק ששיפועו  $-e$ .  
חשב את גודל השטח הכלוא בין  
הפונקציה, המשיק וציר ה- $x$ .  
ניתן להשאיר  $e$  ו- $\ln$  בתשובה.

**13** נתונה הפונקציה:  $f(x) = e^{bx}$ ,  $(0 < b)$ .

גודל השטח הכלוא בין הפונקציה, המשיק לפונקציה העובר

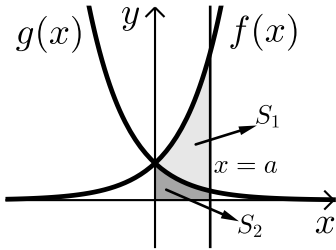
$$\text{בראשית הצירים וציר ה-} y \text{ הוא } \frac{e-2}{4}.$$

מצא את ערכו של הפרמטר  $b$ .

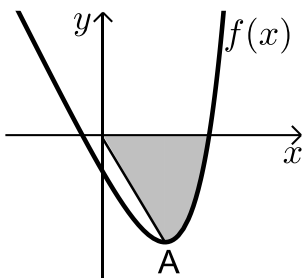
**14** נתונות הפונקציות:  $f(x) = e^{\frac{1}{2}x}$ ,  $g(x) = e^{-x}$ .

מנקודה הנמצאת על גרף הפונקציה  $g(x)$  ברביע הראשון הורידו אנך לשני  
הצירים. המשך האנך לציר ה- $y$  חותך את הפונקציה  $f(x)$  ומנקודת החיתוך  
יורד אנך נוסף לציר ה- $x$  כך שנוצר מלבן.

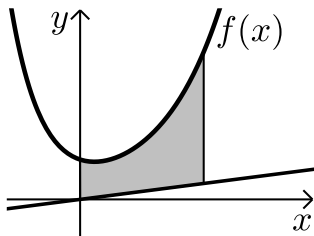
הוכח כי שטחו המקסימלי של מלבן כזה הוא  $\frac{3}{e}$ .



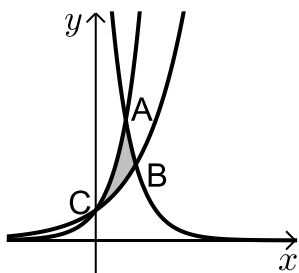
- 15** באיור שלפניך מתוארים הגרפים של הפונקציות:  $f(x) = e^{2x}$  ו-  $g(x) = e^{-2x} - 1$ . מעבירים אנך לציר ה- $x$  את הישר  $x = a$ ,  $a > 0$ , כמתואר באיור. אנך זה יוצר את השטחים  $S_1$  ו- $S_2$ . ידוע כי השטח  $S_1$  גדול פי 3 מהשטח  $S_2$ . מצא את  $a$ .



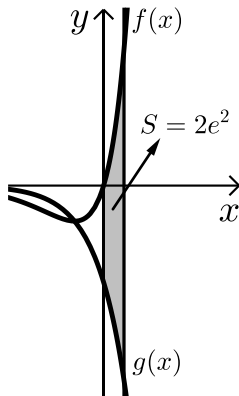
- 16** נתונה הפונקציה:  $f(x) = e^{2x-1} - 2ex - 2$ . הנקודה A היא נקודת המינימום של הפונקציה. א. מצא את שיעורי הנקודה A. מחברים את הנקודה A עם ראשית הצירים. ב. כתוב את משוואת הישר המחבר את הנקודה A עם הראשית. ג. חשב את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה, הישר וציר ה- $x$ , אם ידוע כי גרף הפונקציה חותך את ציר ה- $x$  בנקודה שבה  $x = 1.7$ .



- 17** נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{e^x + e^{ax}}{4}$ . ידוע כי הפונקציה עוברת דרך הנקודה:  $(1, \frac{e^3 + 1}{4e^2})$ . א. מצא את  $a$  וכתוב את הפונקציה. ב. באיור שלפניך מתואר גרף הפונקציה  $f(x)$  והישר:  $y = 0.1x$ . חשב את השטח המוגבל בין גרף הפונקציה, הישר, ציר  $y$  והאנך:  $x = 2$ .



- 18** באיור שלפניך מתוארים הגרפים של שלוש פונקציות: I.  $f(x) = 2^x$ . II.  $g(x) = 4^x$ . III.  $h(x) = 2^{4-2x}$ . א. קבע איזה גרף מתאר כל פונקציה. ב. מצא את שיעורי הנקודות A, B ו-C (נקודות החיתוך שבין הגרפים). ג. חשב את השטח המסומן באיור.



**19** ענה על הסעיפים הבאים:

א. גזור את הפונקציה הבאה:  $y = e^x(x-1)$ .

ב. באיור שלפניך מתוארים הגרפים של

הפונקציות:  $f(x) = xe^x$ ,  $g(x) = -e^x$ .

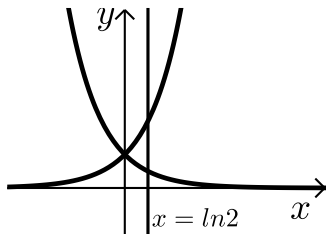
מעבירים ישר  $x = a$  ( $a > 0$ ), החותך את הגרפים

של שתי הפונקציות ויוצר את השטח המתואר

הכלוא בין הגרפים של שניהם, ציר ה- $y$  והישר.

ידוע כי שטח זה שווה ל- $2e^2$ . מצא את  $a$ .

**חישובי נפחים:**



**20** נתונות הפונקציות:  $f(x) = e^x$ ,  $g(x) = e^{-x}$ .

השטח הכלוא בין הפונקציות והישר:  $x = \ln 2$

מסתובב סביב ציר ה- $x$ .

חשב את נפח גוף הסיבוב שנוצר.

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $5e^x - \frac{e^{3x}}{3} - e^{-x} + x + c$     ב.  $\frac{3^x}{\ln 3} + \frac{5^{2x}}{2\ln 5} + c$
- ג.  $3e^{2x-\frac{1}{2}} + c$     ד.  $\frac{1}{2}e^{2x} + 2x - \frac{1}{2}e^{-2x} + c$
- (2) א.  $e^x + x + c$     ב.  $\frac{3e^{2x}}{2} - 2e^x + 2x + c$
- (3) א.  $\frac{1}{4}e^{4x} - e^{-x} + c$     ב.  $\frac{1}{2}e^{2x+2} + c$
- ג.  $\frac{0.4^x}{\ln 0.4} + \frac{3.2^x}{\ln 3.2} + \frac{200^x}{\ln 200} + c$     ד.  $8\sqrt{e^x} - \frac{3}{4}e^{-\frac{4x}{3}} + c$
- (4) א.  $2\sqrt{e^x+3} + c$     ב.  $\frac{1}{e^x-3x} + c$     ג.  $\frac{1}{2}e^{x^2} + c$
- (5)  $f(x) = 2e^x + e^{-x} - 1.25$
- (6)  $f(x) = \frac{1}{2}e^{2x} + e^x - 2x - 1$
- (7)  $f(x) = 2e^{x^3} + \frac{1}{x} + 1$
- (8)  $S = 1\frac{1}{3}$  יח"ש
- (9)  $S = 10.72$  יח"ש
- (10)  $S = 18.41$  יח"ש
- (11)  $S = 3\frac{1}{3}$  יח"ש
- (12)  $S = 0.192$  יח"ש
- (13)  $b = 2$
- (14)  $a = \ln 2$
- (15)  $A(1, -e-2)$     א.  $y = -(e+2)x$     ב.  $S = 4.744$  יח"ש
- (16) א.  $f(x) = \frac{e^x + e^{-2x}}{4}$ ,  $a = -2$     ב. 1.52
- (17) א.  $A(1, 4)$ ,  $B\left(1\frac{1}{3}, 2.52\right)$ ,  $C(0, 1)$     ב.  $S = 1.03$  יח"ש
- (18) א.  $y' = xe^x$     ב.  $a = 2$
- (19)  $1\frac{1}{8}\pi$  יח"ש
- (20)

## פונקציה לוגריתמית:

### סיכום כללי:

#### אינטגרלים מיידיים של פונקציות לוגריתמיות:

אינטגרל יסודי	אינטגרל של פונקציה מורכבת
$\int \frac{1}{x} dx = \ln x  + c$	$\int \frac{1}{ax+b} dx = \frac{1}{a} \ln ax+b  + c$

### שאלות:

#### אינטגרל כללי:

(1) חשב את האינטגרלים הבאים:

$$\int \left( \frac{3}{x} + \frac{2}{x+1} - \frac{4}{3x-1} \right) dx \quad \text{א.} \quad \int \frac{x^2+3x-4}{x} dx \quad \text{ב.} \quad \int \frac{x+3}{x^2-9} dx \quad \text{ג.}$$

(2) חשב את האינטגרלים הבאים:

$$\int \frac{x^2+3x+5}{x+1} dx \quad \text{א.} \quad \int \frac{x^3-x^2+5x-6}{x-2} dx \quad \text{ב.} \quad \int \frac{x^4+3}{x+1} dx \quad \text{ג.}$$

(3) חשב את האינטגרלים הבאים:

$$\int \frac{2x}{x^2-3} dx \quad \text{א.} \quad \int \frac{x-1}{x^2-2x} dx \quad \text{ב.} \quad \int \frac{e^x}{e^x+5} dx \quad \text{ג.} \\ \int \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} dx \quad \text{ד.} \quad \int \frac{\cos x}{\sin x} dx \quad \text{ה.}$$

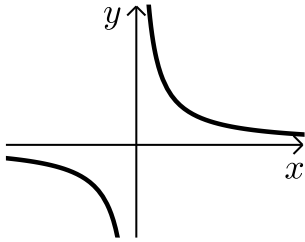
#### אינטגרל מסוים:

(4) נתונה נגזרת של פונקציה:  $f'(x) = 2x - \frac{1}{x-4}$ .

מצא את הפונקציה אם ידוע שהיא עוברת בנקודה (5, 28).

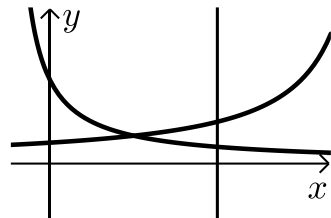
- (5) נתונה נגזרת שנייה של פונקציה:  $f''(x) = 6x - \frac{1}{x^2}$ . מצא את הפונקציה אם ידוע שהיא עוברת בנקודה  $(1, -2)$  וששיפועה בנקודה זו הוא 3.

**חישובי שטחים:**



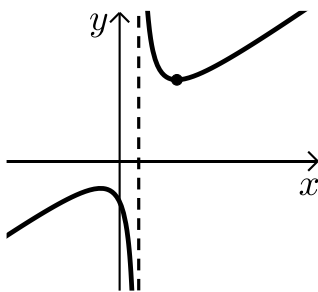
- (6) נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{1}{x}$ .

חשב את גודל השטח הכלוא בין הפונקציה, הישרים  $x = -1$  ו- $x = -4$  וציר ה- $x$ . ניתן להשאיר  $\ln$  בתשובה.



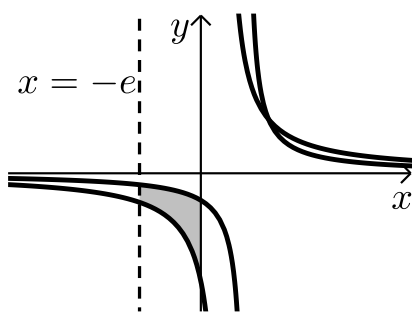
- (7) נתונות הפונקציות:  $f(x) = \frac{2}{x+1}$ ,  $f(x) = \frac{4}{8-x}$ .

חשב את גודל השטח הכלוא בין הפונקציות, הישר  $x = 4$  והצירים.



- (8) נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{x^2 + 3}{x - 1}$ .

חשב את גודל השטח הכלוא בין גרף הפונקציה, המשיק לפונקציה בנקודה שבה  $x = 2$  ואנך לציר ה- $x$  העובר בנקודת המינימום של הפונקציה. אפשר להשאיר ביטוי עם  $\ln$  בתשובה.

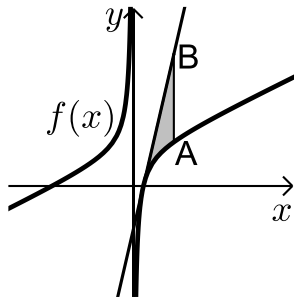


- (9) באיור שלפניך נתונות הפונקציות:  $f(x) = \frac{a}{x-1}$ .

ו-  $g(x) = \frac{a-1}{x-2}$  בתחום:  $x < 0$ .

ידוע כי הגרפים של הפונקציות נחתכים בנקודה שבה  $x = 3$ .

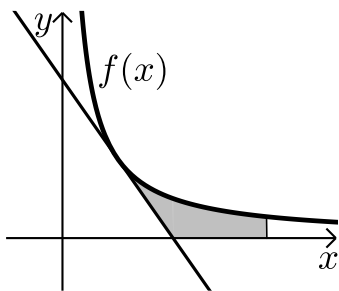
- א. מצא את  $a$  וכתוב את שתי הפונקציות.  
 ב. חשב את השטח המוגבל ע"י הגרפים של שתי הפונקציות, ציר ה- $y$  והישר  $x = -e$ .



**10** נתונה הפונקציה:  $f(x) = 7 + ax + \frac{b}{x}$ .

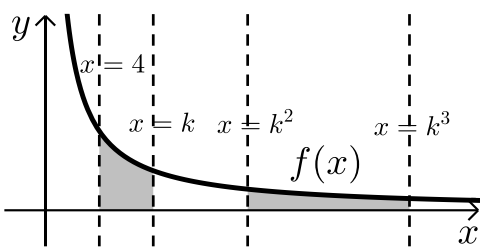
ידוע כי משוואת המשיק לגרף הפונקציה  
בנקודת החיתוך שלה עם ציר ה- $x$  היא:  $y = 18x - 9$ .  
א. מצא את  $a$  ו- $b$  וכתוב את הפונקציה.  
מעבירים ישר המקביל לציר ה- $y$  שחותך את גרף  
הפונקציה בנקודה A ואת משוואת המשיק בנקודה B.  
אורך הקטע AB הוא 18.

- ב. מצא את משוואת הישר הנ"ל אם ידוע כי הנקודה A  
נמצאת מימין לנקודת החיתוך של גרף הפונקציה עם ציר ה- $x$ .  
ג. חשב את השטח המוגבל בין גרף הפונקציה, המשיק והישר.



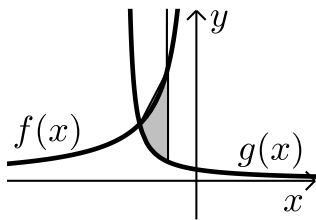
**11** הנגזרת של הפונקציה  $f(x)$  היא:  $f'(x) = -\frac{4}{x^2}$ .

משוואת המשיק לגרף הפונקציה בנקודה  
שבה:  $x = 2$  היא:  $y = 4 - x$ .  
א. מצא את הפונקציה  $f(x)$ .  
ב. באיור שלפניך מתוארים גרף הפונקציה  $f(x)$   
והמשיק בתחום:  $x > 0$ .  
חשב את השטח המוגבל בין גרף הפונקציה, המשיק,  
ציר ה- $x$  והישר  $x = e^2$ .



**12** באיור שלפניך נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{2}{x}$ .

בתחום:  $x > 0$ . מעבירים את הישרים:  
 $x = 4$ ,  $x = k$ ,  $x = k^2$ ,  $x = k^3$   
כמתואר  $x > 4$ .  
א. הבע באמצעות  $k$  את השטחים  $S_1$  ו- $S_2$ .  
ב. הראה כי ההפרש:  $S_2 - S_1$  אינו תלוי ב- $k$  וחשב את ערכו.  
ג. נתון כי השטח  $S_2$  גדול פי 3 מהשטח  $S_1$ . מצא את  $k$ .



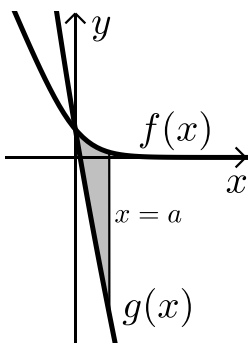
**13** נתונות הפונקציות:  $f(x) = -\frac{4}{x}$  ו-  $g(x) = \frac{k}{2x+5}$ .

גרף הפונקציה  $g(x)$  חותך את ציר ה- $y$  בנקודה שבה  $y = 0.4$ .

א. מצא את הפונקציה  $g(x)$ .

ב. מצא את נקודת החיתוך של שני הגרפים.

ג. חשב את השטח המוגבל ע"י שני הגרפים והישר  $x = -1$ .



**14** באיור מתוארים הגרפים של הפונקציות:

$f(x) = \ln(e^{-x} + 1)$  ו-  $g(x) = \ln(e^{-2x} + e^{-3x})$

בתחום:  $(x \geq 0)$ .

א. הראה כי הגרפים נחתכים על ציר ה- $y$ .

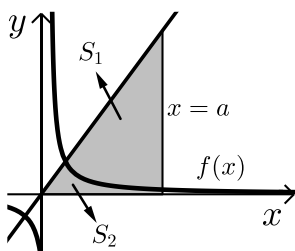
ב. מעבירים ישר  $x = a$ ,  $(a > 1)$  המאונך

לציר ה- $x$  אשר חותך את הגרפים של שתי

הפונקציות ויוצר את השטח  $S$  (ראה איור).

מצא את ערכו של  $a$  עבורו מתקיים:  $S = 4$ .

**15** באיור שלפניך מתוארים הגרפים של הפונקציה:  $f(x) = \frac{2}{3x-1}$  והישר:  $y = x$ .



א. מצא את נקודת החיתוך של הפונקציות הנמצאת ברביע הראשון.

מעבירים אנך לציר ה- $x$   $x = a$  הנמצא מימין

לנקודת החיתוך שמצאת בסעיף הקודם.

האנך חותך את הגרפים ויוצר את השטחים  $S_1$  ו- $S_2$

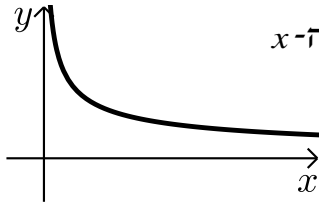
המתוארים האיור.

ב. מצא את הערך של  $a$  עבורו השטח  $S_2$  יהיה שווה ל-  $\frac{1}{2} + \frac{2}{3} \ln 7$ .

ג. עבור ערך ה- $a$  שמצאת בסעיף הקודם חשב את יחס השטחים:  $\frac{S_1}{S_2}$ .

## חישובי נפחים:

$$(16) \text{ נתונה הפונקציה: } f(x) = \frac{1}{\sqrt{x}}$$



השטח הכלוא בין הפונקציה, הישרים  $x=1$  ו- $x=3$  וציר ה- $x$  מסתובב סביב ציר ה- $x$ . מצא את נפח גוף הסיבוב שנוצר באופן זה. אפשר להשאיר  $\ln$  בתשובה.

$$(17) \text{ נתונה הפונקציה: } f(x) = \frac{e^x}{\sqrt{e^{2x}+1}}$$

השטח הכלוא בין הפונקציה, הצירים והישר  $x = \ln \sqrt{3}$  מסתובב סביב ציר ה- $x$ . חשב את נפח גוף הסיבוב שנוצר.

$$(18) \text{ נתונה הפונקציה: } f(x) = \sqrt{x} + \frac{2}{\sqrt{x}}$$

השטח הכלוא בין הפונקציה, הישרים  $x=a$  ו- $x=a+3$  ( $a > 0$ ), וציר ה- $x$  מסתובב סביב ציר ה- $x$ . חשב את נפח גוף הסיבוב המינימלי שנוצר באופן זה.

**תשובות סופיות:**

$$\ln|x-3|+c \quad \lambda \quad \frac{x^2}{2}+3x-4\ln|x|+c \quad \text{ב.} \quad 3\ln|x|+2\ln|x+1|-\frac{4\ln|3x-1|}{3}+c \quad \text{א.} \quad (1)$$

$$\frac{x^3}{3}+\frac{x^2}{2}+7x+8\ln|x-2|+c \quad \text{ב.} \quad \frac{x^2}{2}+2x+3\ln|x+1|+c \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$\frac{x^4}{4}-\frac{x^3}{3}+\frac{x^2}{2}-x+4\ln|x+1|+c \quad \lambda$$

$$\ln|e^x+5|+c \quad \lambda \quad \frac{1}{2}\ln|x^2-2x|+c \quad \text{ב.} \quad \ln|x^2-3|+c \quad \text{א.} \quad (3)$$

$$\ln|\sin x|+c \quad \text{ה.} \quad \ln|e^x+e^{-x}|+c \quad \text{ז.}$$

$$f(x)=x^2-\ln|x-4|+3 \quad (4)$$

$$f(x)=x^3+\ln|x|-x-2 \quad (5)$$

$$S = \text{יח"ש} \ln 4 \quad (6)$$

$$S = \text{יח"ש} 2.17 \quad (7)$$

$$S = \text{יח"ש} 4\ln 2 - 2 \quad (8)$$

$$S = \text{יח"ש} 1.76 \quad \text{ב.} \quad f(x) = \frac{2}{x-1}, \quad g(x) = \frac{1}{x-2}, \quad a=2 \quad \text{א.} \quad (9)$$

$$x=2 \quad \text{ב.} \quad f(x) = 7+2x-\frac{4}{x}, \quad a=2, \quad b=-4 \quad \text{א.} \quad (10)$$

$$S = 6 + \ln 256 \approx \text{יח"ש} 11.54 \quad \lambda$$

$$S = \text{יח"ש} 6-4\ln 2 \quad \text{ב.} \quad f(x) = \frac{4}{x} \quad \text{א.} \quad (11)$$

$$k=8 \quad \lambda \quad S_2 - S_1 = \ln 16 \quad \text{ב.} \quad S_1 = 2\ln k - \ln 16, \quad S_2 = 2\ln k \quad \text{א.} \quad (12)$$

$$S = \text{יח"ש} \ln 5 \frac{1}{3} \approx 1.674 \quad \lambda \quad (-2, 2) \quad \text{ב.} \quad g(x) = \frac{2}{2x+5} \quad \text{א.} \quad (13)$$

$$a=2 \quad \text{ב.} \quad (14)$$

$$\frac{S_1}{S_2} = 5.955 \quad \lambda \quad a=5 \quad \text{ב.} \quad (1, 1) \quad \text{א.} \quad (15)$$

$$V = \text{יח"נ} \pi \ln 3 \quad (16)$$

$$V = \text{יח"נ} \frac{\pi}{2} \ln 2 \quad (17)$$

$$V = \text{יח"נ} \pi \left( 19 \frac{1}{2} + 4 \ln 4 \right) \quad (18)$$

## פונקצית חזקה עם מעריך רציונאלי:

### סיכום כללי:

אינטגרלים מיידיים של פונקצית חזקה עם מעריך רציונאלי:

אינטגרל יסודי	אינטגרל של פונקציה מורכבת
$\int \sqrt[n]{x^m} dx = \int x^{\frac{m}{n}} dx = \frac{x^{\frac{m}{n}+1}}{\frac{m}{n}+1} + c$	$\int \sqrt[n]{(ax+b)^m} dx = \int (ax+b)^{\frac{m}{n}} dx = \frac{(ax+b)^{\frac{m}{n}+1}}{a \cdot \left(\frac{m}{n}+1\right)} + c$

תנאי לקיום האינטגרציה:  $\frac{m}{n} \neq -1$ .

### שאלות:

אינטגרל של פונקצית חזקה:

(1) חשב את האינטגרלים הבאים:

א.  $\int \sqrt[3]{x} dx$       ב.  $\int (4x - 2\sqrt[4]{x}) dx$       ג.  $\int (x \cdot \sqrt[5]{x}) dx$   
 ד.  $\int \frac{3}{\sqrt[3]{x}} dx$       ה.  $\int \frac{x+4}{\sqrt[4]{x}} dx$       ו.  $\int \frac{x^3 - 3x + 5}{\sqrt{x}} dx$   
 ז.  $\int \sqrt[3]{2x-3} dx$       ח.  $\int \sqrt[4]{5-x} dx$       ט.  $\int \frac{3}{\sqrt[8]{7x+12}} dx$   
 י.  $\int \frac{7}{\sqrt[5]{14-2x}} dx$

(2) חשב את ערכי האינטגרלים הבאים:

א.  $\int_0^8 (x + \sqrt[5]{4x}) dx$       ב.  $\int_3^{16} (\sqrt[4]{5x+1}) dx$       ג.  $\int_{-10}^5 \frac{2}{\sqrt[4]{6-x}} dx$

**אינטגרל מסוים:**

(3) נתונה הנגזרת הבאה:  $f'(x) = 2x - \sqrt[3]{4x}$

ידוע כי הפונקציה עוברת בנקודה  $(2, 3)$ .  
מצא את הפונקציה.

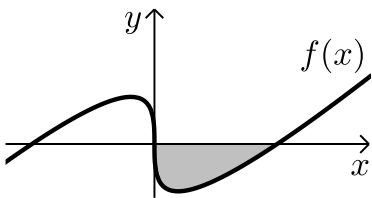
(4) נתונה הנגזרת הבאה:  $f'(x) = \sqrt[3]{5x+7}$

ידוע כי הפונקציה חותכת את ציר ה- $x$  בנקודה שבה  $x = 4$ .  
מצא את הפונקציה.

(5) נתונה הנגזרת הבאה:  $f'(x) = \frac{10}{\sqrt[3]{x+1}} + (x-1)^2$

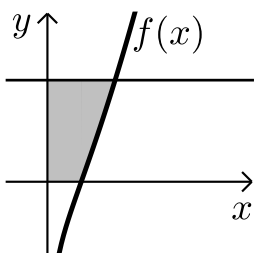
ידוע כי הפונקציה חותכת את ציר ה- $y$  בנקודה שבה  $y = -6$ .  
מצא את הפונקציה.

**חישובי שטחים:**



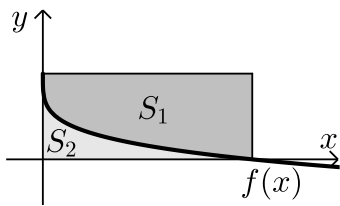
(6) באיור שלפניך מופיע גרף הפונקציה:  $f(x) = x - 4\sqrt[3]{x}$

- א. מצא את נקודות החיתוך של הפונקציה עם ציר ה- $x$ .  
ב. חשב את השטח הנוצר בין גרף הפונקציה והצירים.



(7) באיור שלפניך מצויר גרף הפונקציה:  $f(x) = \frac{x^2 - 4}{\sqrt{x}}$

- א. מהו תחום ההגדרה של הפונקציה?  
ב. מצא את נקודת החיתוך של הפונקציה עם ציר ה- $x$ .  
ג. מעבירים אנך לציר ה- $y$  מהנקודה  $(4, 6)$ .  
חשב את השטח הנוצר בין גרף הפונקציה, האנך והצירים.



8 באיור שלפניך מתואר גרף הפונקציה:  $f(x) = 2 - \sqrt[4]{x}$ .

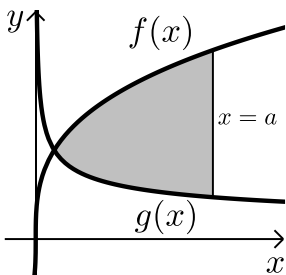
מעבירים אנכים לצירים מנקודות החיתוך של

גרף הפונקציה עם הצירים כך שנוצר מלבן.

מסמנים את השטח שבין גרף הפונקציה והצירים:

ב-  $S_1$  ואת השטח שבין גרף הפונקציה והאנכים ב-  $S_2$ .

מצא את היחס:  $\frac{S_1}{S_2}$ .



9 באיור שלפניך נתונים הגרפים של הפונקציות

$$f(x) = 4\sqrt[3]{x}, \quad g(x) = \frac{1}{\sqrt[3]{x}}$$

א. מצא את נקודת החיתוך של הגרפים בתחום:  $x > 0$ .

ב. מעבירים אנך לציר ה- $x$ ,  $x = a$ , ( $a$  פרמטר).

ידוע כי השטח שנוצר בין שני הגרפים מנקודת

החיתוך שלהם ועד לאנך הוא:  $42 \frac{3}{16}$  סמ"ר.

מצא את  $a$ .

10 נתונה הפונקציה:  $f(x) = \sqrt[4]{5x+6} - ax$ , ( $a$  פרמטר).

ידוע כי גרף הפונקציה חותך את ציר ה- $x$  בנקודה שבה  $x = 2$ .

א. מצא את הפרמטר  $a$  וכתוב את הפונקציה.

ב. מהו תחום ההגדרה של הפונקציה?

ג. מצא את נקודת קיצון הקצה של הפונקציה.

ד. מצא את משוואת המשיק לגרף הפונקציה העובר

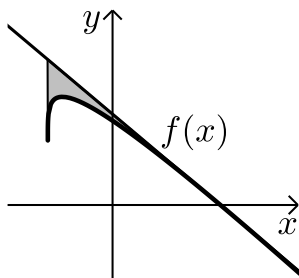
דרך נקודת החיתוך שלה עם ציר ה- $x$ .

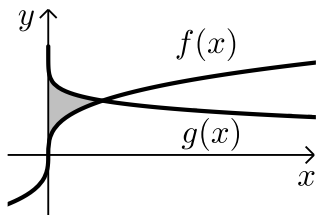
ה. באיור שלפניך מתואר גרף הפונקציה  $f(x)$

והמשיק שמצאת בסעיף הקודם. מורידים אנך

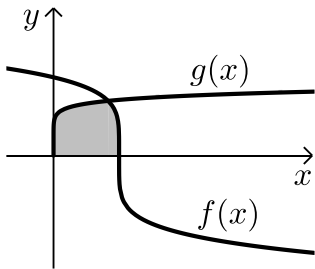
מהמשיק אל נקודת קיצון הקצה של הפונקציה שמצאת בסעיף ג'.

חשב את השטח הנוצר בין גרף הפונקציה  $f(x)$  והמשיק.

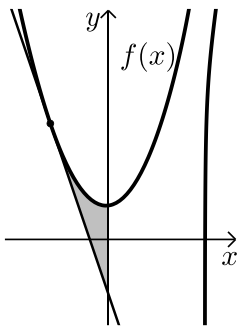




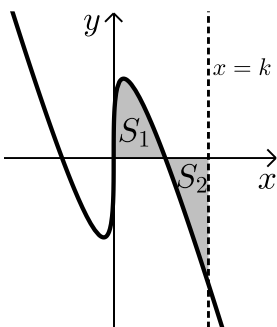
- 11** באיור שלפניך נתונים הגרפים של הפונקציות:  $f(x) = \sqrt[3]{x}$ ,  $g(x) = 2 - \sqrt{x}$ .  
 א. מצא את נקודת החיתוך של הגרפים.  
 ב. חשב את השטח הכלוא בין שני הגרפים וציר ה- $y$ .



- 12** הנגזרת של הפונקציה  $f(x)$  היא:  $f'(x) = -\frac{1}{\sqrt[5]{(6-5x)^4}}$ .  
 ידוע כי הפונקציה חותכת את ציר ה- $x$  בנקודה שבה:  $x = 1.2$ .  
 א. מצא את הפונקציה  $f(x)$ .  
 ב. חשב את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה  $f(x)$ , גרף הפונקציה  $g(x) = \sqrt[10]{x}$  וציר ה- $x$ .



- 13** נתונה הפונקציה:  $f(x) = \frac{3}{\sqrt[3]{5-x}} + \frac{1}{2}x^2$ .  
 א. מצא את משוואת המשיק לגרף הפונקציה בנקודה שבה  $x = -3$ .  
 ב. חשב את השטח הכלוא בין גרף הפונקציה  $f(x)$ , המשיק וציר ה- $y$ .



- 14** נתונה הפונקציה:  $f(x) = \sqrt[3]{x} - 4x$ .  
 א. מהו תחום ההגדרה של הפונקציה?  
 ב. מצא את נקודות החיתוך של הפונקציה עם ציר ה- $x$ .  
 ג. באיור שלפניך מתואר גרף הפונקציה ברביע הראשון. השטח הכלוא בין גרף הפונקציה וציר ה- $x$  יסומן ב- $S_1$ .  
 מעבירים ישר  $x = k$  אשר יוצר את השטח  $S_2$  כמתואר. מצא את  $k$  אם ידוע כי:  $S_1 = S_2$ .

## תשובות סופיות:

- (1) א.  $0.75\sqrt[3]{x^4} + c$     ב.  $2x^2 - 1.6\sqrt[4]{x^5} + c$     ג.  $\frac{5}{11}\sqrt[5]{x^{11}} + c$
- ד.  $4.5\sqrt[3]{x^2} + c$     ה.  $\frac{4}{7}\sqrt[4]{x^7} + \frac{16}{3}\sqrt[4]{x^3} + c$     ו.  $\frac{2}{7}\sqrt{x^7} - 2\sqrt{x^3} + 10\sqrt{x} + c$
- ז.  $\frac{3}{8}\sqrt[3]{(2x-3)^4} + c$     ח.  $-0.8\sqrt[4]{(5-x)^5} + c$     ט.  $\frac{24}{49}\sqrt[8]{(7x+12)^7} + c$
- י.  $-\frac{35}{8}\sqrt[5]{(14-2x)^4} + c$
- (2) א.  $45\frac{1}{3}$     ב. 33.76    ג.  $18\frac{2}{3}$
- (3)  $f(x) = x^2 - \frac{3}{16}\sqrt[3]{(4x)^4} + 2$
- (4)  $f(x) = \frac{3}{20}\sqrt[3]{(5x+7)^4} - 12.15$
- (5)  $f(x) = 12.5\sqrt[5]{(x+1)^4} + \frac{1}{3}(x-1)^3 - 18\frac{1}{6}$
- (6) א.  $(0,0)$  ;  $(8,0)$     ב. 16 יח"ש = S
- (7) א.  $x > 0$     ב.  $(2,0)$     ג. 18.149 יח"ש = S
- (8)  $\frac{S_1}{S_2} = 4$
- (9) א.  $\left(\frac{1}{8}, 2\right)$     ב.  $a = 8$
- (10) א.  $f(x) = \sqrt[4]{5x+6} - x$  ,  $a = 1$     ב.  $x \geq -1.2$     ג.  $(-1.2, 1.2)$
- ד.  $y = -\frac{27}{32}x + \frac{27}{16}$     ה. 0.48 יח"ש = S
- (11) א.  $(1,1)$     ב.  $\frac{11}{28}$  יח"ש = S
- (12) א.  $f(x) = (6-5x)^{\frac{1}{5}}$     ב.  $1\frac{5}{66}$  יח"ש = S

$$y = -2\frac{15}{16}x - \frac{45}{16} \quad \text{א. (13)} \quad \text{ב. } S = 4.56 \text{ יח"ש}$$

$$k = \left(\frac{3}{8}\right)^{1.5} = 0.2296.. \quad \text{ג. } (0,0), \left(\frac{1}{8}, 0\right), \left(-\frac{1}{8}, 0\right) \quad \text{ב.} \quad \text{א. כל } x \quad \text{(14)}$$

# מכינה במתמטיקה

פרק 22 - חשבון אינטגרלי - אינטגרלים בשיטת ההצבה

תוכן העניינים

1. אינטגרלים בשיטת ההצבה ..... 229

## אינטגרלים בשיטת ההצבה

---

### שאלות

חשבו את האינטגרלים הבאים :

$$\int \frac{2x^3}{\sqrt{x^2+1}} dx \quad (3) \qquad \int \sqrt{x^3+4} \cdot x^5 dx \quad (2) \qquad \int \frac{2x}{(x^2+1)^2} dx \quad (1)$$

$$\int \frac{1}{x\sqrt{1-\ln^2 x}} dx \quad (6) \qquad \int \frac{1}{x \ln^4 x} dx \quad (5) \qquad \int \frac{e^x}{e^{2x}+1} dx \quad (4)$$

$$\int \frac{1}{\sqrt{x(1+x)}} dx \quad (9) \qquad \int e^{\sqrt[3]{x}} dx \quad (8) \qquad \int e^{x^2} x^3 dx \quad (7)$$

$$\int \frac{\cos^2(\ln x)}{x} dx \quad (12) \qquad \int x^3 (3x^2-1)^{14} dx \quad (11) \qquad \int 2x^3 \cos(x^2+1) dx \quad (10)$$

$$\int \frac{x^3 dx}{x^8+2} \quad (15) \qquad \int \ln^3 x dx \quad (14) \qquad \int \sqrt{1+\frac{1}{x^2}} dx \quad (13)$$

$$\int \frac{dx}{x \cdot \ln x \cdot \ln(\ln x)} \quad (18) \qquad \int \frac{\arctan^2 x}{1+x^2} dx \quad (17) \qquad \int \frac{\ln^4 x}{x} dx \quad (16)$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{1+e^{2x}}} \quad (21) \qquad \int \frac{x^7}{(1-x^4)^2} dx \quad (20) \qquad \int \arctan \sqrt{x} dx \quad (19)$$

$$\int x^5 \sqrt[3]{x^3+1} dx \quad (24) \qquad \int \frac{1}{\sqrt{x}(1+\sqrt[3]{x})} dx \quad (23) \qquad \int \cos(\ln x) dx \quad (22)$$

## תשובות סופיות

$$-\frac{1}{x^2+1} + c \quad (1)$$

$$\frac{2}{3} \left( \frac{(\sqrt{x^3+4})^5}{5} - \frac{4}{3} (\sqrt{x^3+4})^3 \right) + c \quad (2)$$

$$2 \left( \frac{\sqrt{x^2+1}^3}{3} - \sqrt{x^2+1} \right) + c \quad (3)$$

$$\arctan(e^x) + c \quad (4)$$

$$-\frac{1}{3(\ln x)^3} + c \quad (5)$$

$$\arcsin(\ln x) + c \quad (6)$$

$$\frac{1}{2} (x^2 e^{x^2} - e^{x^2}) + c \quad (7)$$

$$3e^{\sqrt[3]{x}} (\sqrt[3]{x^2} - 2\sqrt[3]{x} + 2) + c \quad (8)$$

$$\ln \left| \left( x + \frac{1}{2} \right) + \sqrt{\left( x + \frac{1}{2} \right)^2 - \frac{1}{4}} \right| + c \quad (9)$$

$$x^2 \sin(x^2+1) + \cos(x^2+1) + c \quad (10)$$

$$\frac{1}{18} \left( \frac{(3x^2-1)^{16}}{16} + \frac{(3x^2-1)^{15}}{15} \right) + c \quad (11)$$

$$\frac{1}{2} \left( \ln x + \frac{1}{2} \sin(2 \ln x) \right) + c \quad (12)$$

$$\sqrt{x^2+1} + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{\sqrt{x^2+1}-1}{\sqrt{x^2+1}+1} \right| + c \quad (13)$$

$$x(\ln^3 x - 3 \ln^2 x + 6 \ln x - 6) + c \quad (14)$$

$$\frac{1}{4\sqrt{2}} \arctan \left( \frac{x^4}{\sqrt{2}} \right) + c \quad (15)$$

$$\frac{(\ln x)^5}{5} + c \quad (16)$$

$$\frac{(\arctan x)^3}{3} + c \quad (17)$$

$$\ln |\ln(\ln x)| + c \quad \mathbf{(18)}$$

$$x \arctan \sqrt{x} - \sqrt{x} + \arctan \sqrt{x} + c \quad \mathbf{(19)}$$

$$-\frac{1}{4} \left( -\frac{1}{1-x^4} - \ln |1-x^4| \right) + c \quad \mathbf{(20)}$$

$$\frac{1}{2} \ln \left| \frac{\sqrt{1+e^{2x}} - 1}{\sqrt{1+e^{2x}} + 1} \right| + c \quad \mathbf{(21)}$$

$$\frac{x}{2} (\cos(\ln x) + \sin(\ln x)) + c \quad \mathbf{(22)}$$

$$6(\sqrt[6]{x} - \arctan \sqrt[6]{x}) + c \quad \mathbf{(23)}$$

$$\frac{(\sqrt[3]{x^3+1})^7}{7} - \frac{(\sqrt[3]{x^3+1})^4}{4} + c \quad \mathbf{(24)}$$