

# מתמטיקה

## פרק 2 - הפונקציה הממשית ומבוא לתורת הקבוצות

### תוכן העניינים

1. פונקציה - הגדרה ותכונות בסיסיות..... (ללא ספר)
2. הפונקציה הלינארית..... (ללא ספר)
3. הפונקציה הריבועית..... (ללא ספר)
4. הפונקציה המעריכית..... (ללא ספר)
5. הפונקציה הלוגריתמית..... (ללא ספר)
6. פונקציות מפורסמות נוספות..... (ללא ספר)
7. הזזות שיקופים מתיחות וכיווצים של פונקציה..... (ללא ספר)
8. תחום הגדרה של פונקציה..... 1
9. הרכבת פונקציות..... 3
10. הפונקציה ההפוכה..... 6

## תחום הגדרה של פונקציה

### שאלות

מצא את תחום ההגדרה של הפונקציות הבאות:

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

$$y = \frac{1}{x^2 - 4} \quad (2)$$

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

$$y = \frac{1}{x^3 - x} \quad (4)$$

$$y = \frac{x^2}{x^2 - x - 2} \quad (5)$$

$$y = \sqrt{x - 4} \quad (6)$$

$$y = \sqrt{x^2 + x - 2} \quad (7)$$

$$y = \sqrt[3]{x^2 + x - 1} \quad (8)$$

$$y = \frac{1}{\sqrt{1 - |x|}} \quad (9)$$

$$y = \ln(x^2 + x - 2) \quad (10)$$

$$y = \log x + \frac{1}{\log x} \quad (11)$$

$$y = e^{x^2 + x + 1} \quad (12)$$

$$y = \log_x(x+4) \quad (13)$$

### תשובות סופיות

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

## הרכבת פונקציות

### שאלות

(1) נתונות הפונקציות  $h(x) = \frac{4}{x}$ ,  $g(x) = x^2$ ,  $f(x) = x - 4$

חשב את הפונקציות המורכבות הבאות:

א.  $f(g(1))$       ב.  $h(g(f(5)))$       ג.  $f(g(x))$

ד.  $h(f(x))$       ה.  $f(f(x))$       ו.  $h(h(x))$

(2) נתון  $f(x) = \frac{x-2}{x-1}$

חשב את  $f(f(x))$  עבור  $x=3$

(3) נתון  $f(x) = \frac{x-3}{x+2}$ ,  $g(x) = \frac{5-x}{x-7}$

חשב את  $f(g(x)) + g(f(x))$  עבור  $x=8$

(4) נתון  $f(x) = x^2 - 7x$ ,  $g(x) = \ln x$

חשב את  $f(g(x))$  עבור  $x=e^2$

(5) נתון  $f(x) = e^{2x}$ ,  $g(x) = \ln x$

חשב את  $f(g(x))$  עבור  $x=2$

(6) נתון  $f(x) = \begin{cases} 1 & x > 0 \\ x & x = 0 \\ x^2 & x < 0 \end{cases}$ ,  $g(x) = \begin{cases} x+3 & x > 4 \\ 3x & x \leq 4 \end{cases}$

חשב את  $f(g(x))$ ,  $g(f(x))$

(7) נתונות הפונקציות

$$f(x) = \begin{cases} 2x+4 & x \leq -1 \\ \sqrt{x+1} & x > -1 \end{cases} \quad g(x) = \begin{cases} x^2-4 & x < 1 \\ -x^2-2x-1 & x \geq 1 \end{cases}$$

מצא נוסחה עבור ההרכבה  $z(x) = g(f(x))$

## 8 נתונות הפונקציות

$$f(x) = \begin{cases} 2x+4 & x \leq -1 \\ \sqrt{x+1} & x > -1 \end{cases} \quad \text{ו-} \quad g(x) = \begin{cases} x^2 - 4 & x < 1 \\ -x^2 - 2x - 1 & x \geq 1 \end{cases}$$

א. מצא נוסחה עבור ההרכבה  $h(x) = f(g(x))$ .

ב. נתון ש- $n \in \mathbb{Z}$  ו- $h(n) \notin \mathbb{Z}$ .

מה ניתן להסיק בוודאות?

1.  $n \leq -3$

2.  $n \geq 1$

3.  $n$  אי-זוגי שלילי.

4. אף תשובה אינה נכונה.

9 נתון  $f(x) = \frac{x}{\sqrt{1+x^2}}$

מצא את  $f^n(x) = \underbrace{f(f(f(\dots(f(x))))}_{n \text{ Times}}$

## תשובות סופיות

$$(1) \quad \text{א. } -3 \quad \text{ב. } 4 \quad \text{ג. } x^2 - 4 \quad \text{ד. } \frac{4}{x-4} \quad \text{ה. } x-8 \quad \text{ו. } x$$

$$(2) \quad 3$$

$$(3) \quad 69/13$$

$$(4) \quad -10$$

$$(5) \quad 4$$

$$f(g(x)) = \begin{cases} \frac{1}{x+3} & x > 4 \\ \frac{1}{3x} & 0 < x \leq 4 \\ (3x)^2 & x \leq 0 \end{cases}, \quad g(f(x)) = \begin{cases} x^2 + 3 & x < 2 \\ 3x^2 & -2 \leq x \leq 0 \\ \frac{1}{x} + 3 & 0 < x < \frac{1}{4} \\ 3\frac{1}{x} & x \geq \frac{1}{4} \end{cases} \quad (6)$$

$$z(x) = \begin{cases} 4x^2 + 16x + 12 & x < -1.5 \\ -4x^2 - 20x - 25 & -1.5 \leq x \leq -1 \\ x - 3 & -1 < x < 0 \\ -x - 2 - 2\sqrt{x+1} & x \geq 0 \end{cases} \quad (7)$$

$$\text{ב. } n \leq -3 \quad h(x) = \begin{cases} \sqrt{x^2 - 3} & x < -\sqrt{3} \\ 2x^2 - 4 & -\sqrt{3} \leq x < 1 \\ -2x^2 - 4x + 2 & x \geq 1 \end{cases} \quad \text{א. } (8)$$

$$f^n(x) = \frac{x}{\sqrt{1+nx^2}} \quad (9)$$

## הפונקציה ההפוכה

### שאלות

בשאלות 1-4 הוכח שהפונקציה הנתונה היא חח"ע בתחום הגדרתה ומצא את הפונקציה ההפוכה לה. בנוסף, מצא את התמונה של הפונקציה.

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

$$f(x) = \frac{x-1}{3} \quad (1)$$

$$(x \geq 0) f(x) = x^2 - 4 \quad (4)$$

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

בשאלות 5-7, בדוק האם הפונקציה היא חח"ע. בנוסף, מצא את התמונה של הפונקציה:

$$f(x) = \sqrt{1-x^2} \quad (7)$$

$$f(x) = x^2 - x \quad (6)$$

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

בשאלות 8-10, בדוק האם הפונקציה היא חח"ע, אם כן, מצא את הפונקציה ההפוכה ואת התמונה של הפונקציה.

$$f(x) = \left( \frac{2x-1}{2x+1} \right)^3 \quad (10)$$

$$y = \frac{x^2+3}{2x-1} \quad (9)$$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x}} \quad (8)$$

$$(11) \text{ נתונה } f(x) = \frac{x+2}{\sqrt{x-1}}$$

האם הפונקציה היא חח"ע?  
מצא את התמונה של הפונקציה.

(12) עבור כל אחת מהפונקציות הבאות, מצא את תחום ההגדרה, הטווח והתמונה וקבע האם היא פונקציה על:

א.  $f(x) = \frac{x-1}{3}$  ;  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$

ב.  $f(x) = \frac{x+1}{x}$  ;  $f: \mathbb{R} \setminus \{0\} \rightarrow \mathbb{R}$

ג.  $f(x) = \frac{3x-2}{x-2}$  ;  $f: \mathbb{R} \setminus \{2\} \rightarrow \mathbb{R} \setminus \{3\}$

ד.  $f(x) = x^2 - 4$  ;  $f: [0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$

**13** עבור כל אחת מהפונקציות הבאות מצא תחום הגדרה, טווח ותמונה. בנוסף, קבע האם הפונקציה הנתונה היא על.

$$f(x) = \frac{1}{x^2 + 1} \quad f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R} \quad \text{א.}$$

$$g(x) = \frac{1}{x^2 + 1} \quad f: \mathbb{R} \rightarrow (0, 1] \quad \text{ב.}$$

$$h(x) = \frac{1}{x^2 + 1} \quad f: (1, \infty) \rightarrow (0, 1] \quad \text{ג.}$$

**14** תהיינה שתי פונקציות  $f: A \rightarrow B$ ,  $g: B \rightarrow C$ .

תהי  $h: A \rightarrow C$  ההרכבה, המוגדרת על ידי  $h(x) = g(f(x))$ . הוכח או הפרך כל אחת מהטענות הבאות:

א. אם  $f$  ו- $g$  חח"ע אז  $h$  חח"ע.

ב. אם  $f$  ו- $g$  חח"ע אז  $h$  על.

ג. אם  $f$  ו- $g$  על אז  $h$  על.

ד. אם  $f$  ו- $g$  על אז  $h$  חח"ע.

ה. אם  $f$  חח"ע ו- $g$  על אז  $h$  חח"ע.

ו. אם  $f$  חח"ע ו- $g$  על אז  $h$  על.

ז. אם  $f$  על ו- $g$  חח"ע אז  $h$  חח"ע.

ח. אם  $f$  על ו- $g$  חח"ע אז  $h$  על.

**15** תהיינה שתי פונקציות  $f: A \rightarrow B$ ,  $g: B \rightarrow C$ .

תהי  $h: A \rightarrow C$  ההרכבה, המוגדרת על ידי  $h(x) = g(f(x))$ .

נתון כי  $h$  על.

הוכח או הפרך כל אחת מהטענות הבאות:

א.  $f$  חח"ע.

ב.  $f$  על.

ג.  $g$  חח"ע.

ד.  $g$  על.

**16** תהיינה שתי פונקציות  $f: A \rightarrow B$ ,  $g: B \rightarrow C$ .

תהי  $h: A \rightarrow C$  ההרכבה, המוגדרת על ידי  $h(x) = g(f(x))$ .

נתון כי  $h$  חח"ע.

הוכח או הפרך כל אחת מהטענות הבאות:

א.  $g$  על.

ב.  $f$  על.

ג.  $g$  חח"ע.

ד.  $f$  חח"ע.

## תשובות סופיות

(1)  $f^{-1}(x) = 3x + 1$ , כל  $y$ .

(2)  $f^{-1}(x) = \frac{1}{x-1}$ ,  $y \neq 1$ .

(3)  $f^{-1}(x) = \frac{2x-2}{x-3}$ ,  $y \neq 3$ .

(4)  $f^{-1}(x) = \sqrt{x+4}$ ,  $y \geq -4$ .

(5) לא חח"ע. תמונה:  $y \leq -2$  או  $y \geq 2$ .

(6) לא חח"ע. תמונה:  $y \geq -\frac{1}{4}$ .

(7) לא חח"ע. תמונה  $0 \leq y \leq 1$ .

(8) כן חח"ע. תמונה:  $y > 0$ . פונקציה הפוכה:  $f^{-1}(x) = 1 - \frac{1}{x^2}$ ,  $x > 0$ .

(9) לא חח"ע. תמונה:  $y \geq 2.3$  או  $y \leq -1.3$ .

(10) כן חח"ע. תמונה:  $y \neq 1$ . פונקציה הפוכה:  $f^{-1}(x) = \frac{1}{1-\sqrt[3]{x}} - \frac{1}{2}$ .

(11) לא חח"ע. תמונה:  $y \geq \frac{6}{\sqrt{3}}$ .

(12) א. תחום הגדרה, טווח ותמונה:  $\mathbb{R}$ ; על.

ב. תחום הגדרה  $\mathbb{R} \setminus \{0\}$ , טווח  $\mathbb{R}$ , תמונה:  $\mathbb{R} \setminus \{0\}$ ; לא על.

ג. תחום הגדרה  $\mathbb{R} \setminus \{2\}$ , טווח ותמונה:  $\mathbb{R} \setminus \{3\}$ ; על.

ד. תחום הגדרה  $[0, \infty)$ , טווח  $\mathbb{R}$ , תמונה:  $[-4, \infty)$ ; לא על.

(13) א. תחום הגדרה וטווח:  $\mathbb{R}$ , תמונה:  $(0, 1]$ ; לא על.

ב. תחום הגדרה  $\mathbb{R}$ , טווח ותמונה:  $(0, 1]$ ; על.

ג. תחום הגדרה  $(1, \infty]$ , טווח  $(0, 1]$ , תמונה:  $(0, 0.5)$ ; לא על.

(14) שאלת הוכחה.

(15) שאלת הוכחה.

(16) שאלת הוכחה.