

## תוכן העניינים:

3	פרק 5
3	חוקי הלוגריתמים, משוואות ואי-שוויונים לוגריתמיים
3	הגדרת הלוגריתם ומשוואות יסודיות :
3	סיכום כללי :
3	שאלות :
5	תשובות סופיות :
6	חוקי הלוגריתמים :
6	סיכום כללי :
6	שאלות :
9	תשובות סופיות :
10	חישובים עם חזקה לוגריתמית :
10	סיכום כללי :
10	שאלות :
10	תשובות סופיות :
11	מעבר בין בסיסים :
11	סיכום כללי :
11	שאלות :
12	תשובות סופיות :
13	הלוגריתם הטבעי :
13	סיכום כללי :
13	שאלות :
14	תשובות סופיות :
15	משוואות עם בסיסים שונים :
15	סיכום כללי :
15	שאלות :
15	תשובות סופיות :
16	מערכת משוואות לוגריתמיות :
16	שאלות :
16	תשובות סופיות :
17	מערכת משוואות לוגריתמיות-מעריכיות :
17	שאלות :
17	תשובות סופיות :
18	אי-שוויונים לוגריתמיים :
18	סיכום כללי :
18	שאלות :

18 ..... תשובות סופיות :

19 ..... תרגול נוסף :

19 ..... הגדרת הלוגריתם ומשוואות לוגריתמיות יסודיות :

22 ..... תשובות סופיות :

24 ..... חוקי הלוגריתמים ומשוואות לוגריתמיות :

26 ..... תרגילי הבעה – חוקי הלוגריתמים :

28 ..... תשובות סופיות :

30 ..... מעבר מבסיס לבסיס ומשוואות לוגריתמיות :

31 ..... תרגילי הבעה – נוסחת המעבר בין בסיסים :

32 ..... הוצאת לוג משני אגפים :

33 ..... שאלות עם לוגריתם טבעי :

35 ..... תשובות סופיות :

37 ..... אי-שוויוניים לוגריתמיים :

37 ..... תשובות סופיות :

## פרק 5

# חוקי הלוגריתמים, משוואות ואי-שוויונים לוגריתמיים

### הגדרת הלוגריתם ומשוואות יסודיות:

**סיכום כללי:**

**הגדרה:**

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

**הסבר:**

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

**כללים יסודיים בלוגריתמים:**

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

**שאלות:**

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

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

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

ז.  $\log_a \frac{1}{a\sqrt{a}}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**תשובות סופיות:**

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

## חוקי הלוגריתמים:

### סיכום כללי:

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

### שאלות:

#### שאלות חישוב כלליות:

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

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

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

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

**משוואות לוגריתמיות:**

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

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

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

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

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

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

א.  $\log_5 (4x-3) = \log_5 7$

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

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

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

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

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

א.  $\log_4 x \cdot \log_4 (16x) = 8$

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

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

ד.  $(\log_4 4x)^2 = \log_4 4x^2 + 1$

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

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

**שאלות הבעה:**

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

א.  $\log_3 16$       ב.  $\log_3 6$

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

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

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

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

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

**שאלות נוספות:**

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

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

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

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

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



**תשובות סופיות:**

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

## חישובים עם חזקה לוגריתמית:

### סיכום כללי:

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

### שאלות:

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

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

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

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

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

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

(4) חשב:

א.  $\left(\frac{1}{6}\right)^{\log_{\sqrt{6}} 81}$       ב.  $\sqrt{4^{2 - \frac{1}{3} \log_2 27}}$

### תשובות סופיות:

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

## מעבר בין בסיסים:

### סיכום כללי:

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

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

### שאלות:

#### שאלות חישוב כלליות:

1) חשב את ערכי הביטויים הבאים:

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

2) הוכח את השוויונות הבאים:

א. $\log_2 25 \cdot \log_5 3 \cdot \log_9 2 = 1$
ב. $\log_{16} 9 \cdot \log_5 4 \cdot \log_3 5 = 1$

#### משוואות לוגריתמיות:

3) פתור את המשוואות הבאות:

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

### שאלות הבעה:

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

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

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

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

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

א.  $\log 21$ .

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

ג.  $\log_7 10$ .

ד.  $\log_{30} 63$ .

### שאלות נוספות:

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

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

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

### תשובות סופיות:

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

2 א. שאלת הוכחה.      ב. שאלת הוכחה.

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

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

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

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

7 הוכחה.

8 הוכחה.

## הלוגריתם הטבעי:

### סיכום כללי:

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

### שאלות:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**תשובות סופיות:**

(1) א. 2      ב. -4      ג. -1.5

(2) א.  $x = e^2$       ב.  $x = \frac{1}{\sqrt{e}}$

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

(4) א.  $x = e^3, \frac{1}{e^2}$       ב.  $x = \sqrt{e}, e$

(5) א. 3      ב. 9

## משוואות עם בסיסים שונים:

### סיכום כללי:

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

### שאלות:

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

א.  $3^x = 6$       ב.  $2^x - 9 = 0$

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

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

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

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

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

א.  $\log_2(7 - 5^x) = \log_2 \frac{10}{5^x}$

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

### תשובות סופיות:

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

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

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

ד.  $x = \ln 16 = 2.772$

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

## מערכת משוואות לוגריתמיות:

### שאלות:

פתור את מערכות המשוואות הבאות:

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

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

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

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

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

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

### תשובות סופיות:

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



## מערכת משוואות לוגריתמיות-מעריכיות:

שאלות:

פתור את מערכות המשוואות הבאות:

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

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

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

תשובות סופיות:

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

## אי-שוויונים לוגריתמיים:

### סיכום כללי:

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

### שאלות:

פתור את אי-השוויונים הבאים:

$$\log_2 x < \log_2 (5x - 20) \quad (1)$$

$$\log_3 x > \log_9 (15 - 2x) \quad (3)$$

$$\ln x \geq \ln(x^2 - 12) \quad (5)$$

$$\ln^2 x - 6 \ln x < 7 \quad (7)$$

$$\log_6 (x^2 - 5x) < 1 \quad (2)$$

$$\log_{\frac{1}{2}} (1 - 3x) \geq \log_{\frac{1}{2}} (7 - x) \quad (4)$$

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

$$\frac{6}{\ln^2 x} \geq 2 - \frac{1}{\ln x} \quad (8)$$

### תשובות סופיות:

$$x > 5 \quad (1)$$

$$3 < x < 7\frac{1}{2} \quad (3)$$

$$2\sqrt{3} < x \leq 4 \quad (5)$$

$$\frac{1}{e} < x < e^7 \quad (7)$$

$$-1 < x < 0, 5 < x < 6 \quad (2)$$

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

$$0 < x < e^3 \quad (6)$$

$$x \neq 1 \text{ וגם } \frac{1}{\sqrt{e^3}} \leq x \leq e^2 \quad (8)$$

## תרגול נוסף:

### הגדרת הלוגריתם ומשוואות לוגריתמיות יסודיות:

חשב את ערכי הלוגריתמים הבאים:

תזכורת: הגדרת הלוגריתם:  $a^x = b \Leftrightarrow \log_a b = x$  (כאשר:  $b > 0, a > 0 \neq 1$ ).

- |  |  |   |
|--|--|---|
| $\log_5 5$ (3)                                     | $\log_3 81$ (2)                                | $\log_2 8$ (1)                          |
| $\log_{125} 5$ (6)                                 | $\log_{32} 8$ (5)                              | $\log_9 243$ (4)                        |
| $\log_{\frac{1}{2}} 16$ (9)                        | $\log_{32} 64$ (8)                             | $\log_{49} 7$ (7)                       |
| $\log_{\frac{1}{4}} \frac{1}{8}$ (12)              | $\log_{\frac{1}{25}} 625$ (11)                 | $\log_{\frac{1}{3}} 27$ (10)            |
| $\log_{\frac{1}{\sqrt[3]{5}}} \frac{1}{9}$ (15)    | $\log_{\frac{5}{3}} \frac{27}{125}$ (14)       | $\log_{\frac{2}{3}} \frac{9}{4}$ (13)   |
| $\log_{\frac{1}{27}} \sqrt[4]{3}$ (18)             | $\log_{\sqrt[3]{7}} \frac{1}{343}$ (17)        | $\log_{\sqrt[3]{5}} 125$ (16)           |
| $\log_{\frac{1}{\sqrt[3]{25}}} \sqrt[5]{125}$ (21) | $\log_{\frac{1}{\sqrt{27}}} \sqrt[3]{81}$ (20) | $\log_{\frac{1}{8}} \sqrt[5]{128}$ (19) |
| $\log_{0.01} \frac{10}{\sqrt[4]{1000}}$ (24)       | $\log \frac{\sqrt[3]{100}}{\sqrt{10}}$ (23)    | $\log \frac{\sqrt{10}}{100}$ (22)       |

מצא את  $x$  במשוואות הלוגריתמיות הבאות:

- |   |                                 |                                  |
|---|---------------------------------|----------------------------------|
| $\log_6 x = 1$ (27)                       | $\log_2 x = 5$ (26)             | $\log_3 x = 2$ (25)              |
| $\log_7 x = 0$ (30)                       | $\log_4 x = -2$ (29)            | $\log_3 x = -3$ (28)             |
| $\log_{\frac{1}{8}} x = \frac{1}{3}$ (33) | $\log_{\frac{3}{5}} x = 4$ (32) | $\log_{\frac{1}{3}} x = -2$ (31) |
| $\log_{\sqrt{5}} x + 2 = 0$ (36)          | $7 \log_{128} x - 3 = 0$ (35)   | $4 \log_9 x - 2 = 0$ (34)        |

מצא את  $x$  במשוואות הלוגריתמיות הבאות :

$$\log_x 25 = 2 \quad \text{(39)}$$

$$\log_x 6 = -1 \quad \text{(38)}$$

$$\log_x 3 = 1 \quad \text{(37)}$$

$$\log_x 64 = 3 \quad \text{(42)}$$

$$\log_x 625 = 4 \quad \text{(41)}$$

$$\log_x 64 = 2 \quad \text{(40)}$$

$$\log_x \frac{1}{81} = 4 \quad \text{(45)}$$

$$\log_x \frac{4}{9} = -2 \quad \text{(44)}$$

$$\log_x \frac{1}{8} = 3 \quad \text{(43)}$$

פתור את המשוואות הלוגריתמיות הבאות (שימוש בהגדרת הלוגריתם):

$$\log_5 (6-7x) = 3 \quad \text{(48)}$$

$$\log_2 (x+5) = 4 \quad \text{(47)}$$

$$\log_5 (x+1) = 1 \quad \text{(46)}$$

$$\log_{64} (x+3) = \frac{1}{3} \quad \text{(51)}$$

$$\log_4 (4x+1) = \frac{1}{2} \quad \text{(50)}$$

$$\log_6 (3x-2) = 0 \quad \text{(49)}$$

$$\log_{0.2} (2x+1) = -2 \quad \text{(54)}$$

$$\log_{\sqrt{3}} (7x+2) = 2 \quad \text{(53)}$$

$$\log_{\sqrt{5}} (3x+1) = 4 \quad \text{(52)}$$

$$\log_3 \left( x^2 - \frac{2x}{9} \right) = -3 \quad \text{(57)}$$

$$\log_6 (13x - x^2) = 2 \quad \text{(56)}$$

$$\log_4 (10x - x^2) = 2 \quad \text{(55)}$$

$$\log_3 (x - 2x^2 + 28) = 3 \quad \text{(60)}$$

$$\log_2 (x^2 - 6x + 13) = 3 \quad \text{(59)}$$

$$\log_2 (x^2 - 6x + 10) = 1 \quad \text{(58)}$$

$$\log_7 (x^4 - 80) = 0 \quad \text{(63)}$$

$$\log_3 (x^3 - 44) = 4 \quad \text{(62)}$$

$$\log_4 (x^3 - 11) = 2 \quad \text{(61)}$$

$$\log_2 \frac{x^2 - 5}{x} = 2 \quad \text{(66)}$$

$$\log_3 \frac{20x + 68}{5x + 2} = 2 \quad \text{(65)}$$

$$\log_4 \frac{3x - 1}{x + 2} = 1 \quad \text{(64)}$$

$$\log_x (2x^2 - 6x + 5) = 2 \quad \text{(69)}$$

$$\log_x (3x^2 - 5x + 3) = 2 \quad \text{(68)}$$

$$\log_x (2x^2 - 9x) = 2 \quad \text{(67)}$$

$$\log_{x+2} (4x+5) = 2 \quad \text{(72)}$$

$$\log_x (2x^2 + x - 6) = 2 \quad \text{(71)}$$

$$\log_x (4x^2 - 3x) = 2 \quad \text{(70)}$$

$$\log_{\sqrt{x+1}} (x^2 - x - 2) = 2 \quad \text{(75)}$$

$$\log_{\sqrt{x}} \left( \frac{8}{x} \right) = 4 \quad \text{(74)}$$

$$\log_{x-3} (3x-11) = 2 \quad \text{(73)}$$

$$\log_{\sqrt{x^2+3}} (4+3x+3x^2) = 2 \quad \text{(78)}$$

$$\log_{\sqrt{x+3}} (x+5) = 4 \quad \text{(77)}$$

$$\log_4 (10x - x^2) = 2 \quad \text{(76)}$$

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

$$2\log_9(\log_5(2x-1))=1 \quad \textbf{(80)}$$

$$\log_3(\log_2 x)=1 \quad \textbf{(79)}$$

$$\log_{\frac{1}{16}}(\log_3(x^2-7.5x))=-\frac{1}{2} \quad \textbf{(82)}$$

$$\log_2(\log_3(x+3)+30)=5 \quad \textbf{(81)}$$

$$\log_{25}(2-5^{x+2})=x+2 \quad \textbf{(84)}$$

$$\log_2\left(\log_{0.25}\left(x^2+\frac{1}{4}\right)\right)=-1 \quad \textbf{(83)}$$

$$\log_5\left(4+\log_6\left(3+\log_4(x^2+15)\right)\right)=1 \quad \textbf{(86)}$$

$$\log_5\left(\log_3\left(\log_3(5x^2+7)\right)\right)=0 \quad \textbf{(85)}$$

פתור את המשוואות הלוגריתמיות הבאות (מתקבלת משוואה מעריכית):

$$\log_3(5 \cdot 2^x + 1) = 4 \quad \textbf{(88)}$$

$$\log_2(5^x + 3) = 7 \quad \textbf{(87)}$$

$$\log_5(5^x + 120) - x = 2 \quad \textbf{(90)}$$

$$\log_2(12 - 2^x) = x + 1 \quad \textbf{(89)}$$

$$\log_9(10 \cdot 3^x - 9) = x \quad \textbf{(92)}$$

$$\log_4(5 \cdot 2^{x+1} - 16) = x \quad \textbf{(91)}$$

$$\log_4(17 - 4^x) + x = 2 \quad \textbf{(94)}$$

$$\log_5(30 - 5^x) + x = 3 \quad \textbf{(93)}$$

$$\log_2(5 \cdot 2^{x+1} - 1) = 2x + 4 \quad \textbf{(96)}$$

$$\log_5(49 \cdot 5^x - 120) = 2x + 1 \quad \textbf{(95)}$$

$$3\log_2\left(9 \cdot 2^{\frac{x}{3}} - 1\right) = 15 + 2x \quad \textbf{(98)}$$

$$\log_8(3 - 23 \cdot 8^{3x}) = 6x + 1 \quad \textbf{(97)}$$

פתור את המשוואות הלוגריתמיות הבאות:

הדרכה: היעזר בהצבה של:  $\log_a x = t$ , פתור משוואה עבור  $t$  והחזר את ההצבה למציאת  $x$  עפ"י הגדרת הלוגריתם.

$$(\log_2 x)^2 + 2 \cdot \log_2 x - 15 = 0 \quad \textbf{(100)}$$

$$(\log_3 x)^2 = 16 \quad \textbf{(99)}$$

$$\log_7 x - \frac{6}{\log_7 x} = 1 \quad \textbf{(102)}$$

$$2 \cdot (\log_4 x)^2 - 5 \cdot \log_4 x = 3 \quad \textbf{(101)}$$

$$\frac{5 \cdot \log_{64} x - 1}{(\log_{64} x)^2} = 6 \quad \textbf{(104)}$$

$$\frac{12}{\log_3 x + 1} - \frac{2}{\log_3 x} = 3 \quad \textbf{(103)}$$

$$\sqrt{\log_{16} x} + \sqrt{\log_{16} x + 2} = 2 \quad \textbf{(106)}$$

$$\log_3 x + \sqrt{\log_3 x} = 2 \quad \textbf{(105)}$$

$$(\log_3 x)^2 - \sqrt{(\log_3 x)^2 + 27} = 3 \quad \textbf{(107)}$$

**תשובות סופיות:**

2.5 (4	1 (3	4 (2	3 (1
$\frac{6}{5}$ (8	$\frac{1}{2}$ (7	$\frac{1}{3}$ (6	0.6 (5
1.5 (12	-2 (11	-3 (10	-4 (9
9 (16	6 (15	-3 (14	-2 (13
$-\frac{8}{9}$ (20	$-\frac{7}{15}$ (19	$-\frac{1}{12}$ (18	-9 (17
$-\frac{1}{8}$ (24	-0.1 (23	-1.5 (22	-0.9 (21
$\frac{1}{27}$ (28	6 (27	32 (26	9 (25
$\frac{81}{625}$ (32	9 (31	1 (30	$\frac{1}{16}$ (29
0.2 (36	8 (35	3 (34	0.5 (33
8 (40	5 (39	$\frac{1}{6}$ (38	3 (37
1.5 (44	0.5 (43	4 (42	5 (41
-17 (48	11 (47	4 (46	$\frac{1}{3}$ (45
8 (52	1 (51	0.25 (50	1 (49
9, 4 (56	8, 2 (55	12 (54	$\frac{1}{7}$ (53
$1, -\frac{1}{2}$ (60	1, 5 (59	4, 2 (58	$\frac{1}{3}, -\frac{1}{9}$ (57
-9 (64	$\pm 3$ (63	5 (62	3 (61
1.5 (68	9 (67	5, -1 (66	2 (65
1 (72	2 (71	$\emptyset$ (70	5 (69
2, 8 (76	3 (75	2 (74	5 (73
63 (80	8 (79	$-1, -\frac{1}{2}$ (78	-1 (77

<b>-2 (84)</b>	<b><math>\pm \frac{1}{2}</math> (83)</b>	<b>13.5, -6 (82)</b>	<b>6 (81)</b>
<b>4 (88)</b>	<b>3 (87)</b>	<b><math>\pm 7</math> (86)</b>	<b><math>\pm 2</math> (85)</b>
<b>0, 2 (92)</b>	<b>3, 1 (91)</b>	<b>1 (90)</b>	<b>2 (89)</b>
<b>-3, -1 (96)</b>	<b>0.974, 1 (95)</b>	<b>0, 2 (94)</b>	<b>2, 1 (93)</b>
<b><math>8, \frac{1}{32}</math> (100)</b>	<b><math>81, \frac{1}{81}</math> (99)</b>	<b>-12, -3 (98)</b>	<b><math>-\frac{1}{3}</math> (97)</b>
<b>8, 4 (104)</b>	<b><math>\sqrt[3]{3}, 9</math> (103)</b>	<b><math>343, \frac{1}{49}</math> (102)</b>	<b><math>64, \frac{1}{2}</math> (101)</b>
	<b><math>27, \frac{1}{27}</math> (107)</b>	<b>2 (106)</b>	<b>3 (105)</b>

## חוקי הלוגריתמים ומשוואות לוגריתמיות:

### תזכורת – חוקי הלוגריתמים:

$$\log_x (x)^n = n \cdot \log_a x \quad \log_x - \log_a y = \log_a \frac{x}{y} \quad \log_a x + \log_a y = \log_a (x \cdot y)$$

חשב את ערכי הביטויים הבאים:

- |   |  |
|---|--|
| $\log_8 4 + \log_8 16$ <b>(2)</b>   | $\log_3 6 + \log_3 1.5$ <b>(1)</b>   |
| $\log_5 150 - \log_5 6$ <b>(4)</b>  | $\log_2 10 + \log_2 6.4$ <b>(3)</b>  |
| $\log_2 768 - \log_2 6$ <b>(6)</b>  | $\log_4 192 - \log_4 3$ <b>(5)</b>   |
| $\log_{0.2} 2 - \log_{0.2} 10$ <b>(8)</b>   | $\log_{81} 120 - \log_{81} 40$ <b>(7)</b>  |
| $2\log_6 2 + \log_6 9$ <b>(10)</b>  | $\log_{0.25} 80 - \log_{0.25} 5$ <b>(9)</b>  |
| $3\log_3 6 + \log_3 3.375$ <b>(12)</b>  | $\log_4 1.6 + 2\log_4 \sqrt{10}$ <b>(11)</b>   |
| $\log_4 24 + \log_4 5 - \log_4 10 - \log_4 3$ <b>(14)</b>   | $\log_3 18 + \log_3 6 - \log_3 4$ <b>(13)</b>  |
| $\log_6 10 - \log_6 5 - \log_6 288 + \log_6 4$ <b>(16)</b>  | $\log_5 50 + \log_5 20 - \log_5 2 - \log_5 4$ <b>(15)</b>  |
| $\frac{1}{2} \left( \log_5 \frac{5}{2} + \log_5 2 \right) + \log_5 10 - \frac{1}{3} \log_5 8$ <b>(18)</b> | $\frac{1}{2} \log_{\sqrt{3}} 25 + 2 \log_{\sqrt{3}} 2 - \log_{\sqrt{3}} 60$ <b>(17)</b>                              |
| $-\frac{1}{4} \log_{\sqrt{7}} 81 + 2 \log_{\sqrt{7}} 6 - \log_{\sqrt{7}} 84$ <b>(20)</b>                  | $\frac{1}{2} \log_{\sqrt[3]{2}} 6 - \frac{1}{2} \log_{\sqrt[3]{2}} 3 + \frac{3}{2} \log_{\sqrt[3]{2}} 4$ <b>(19)</b> |

חשב את ערכי הביטויים הבאים:

**טיפ:** הפוך את המספרים השלמים לביטוי לוגריתמי לפי:  $k = \log_a a^k$

וחבר אותם לביטויים הנוספים לפי חוקי הלוגריתמים.

- |   |  |  |
|---|--|--|
| $\frac{\log_7 4 + \log_7 8}{\log_7 2}$ <b>(23)</b>                                      | $\frac{\log_4 125}{\log_4 5}$ <b>(22)</b>  | $\frac{\log_3 16}{\log_3 8}$ <b>(21)</b>                           |
| $\frac{\log_7 5 + \log_7 3 - 4}{\log_7 225 - \log_7 256}$ <b>(26)</b>                   | $\frac{\log_2 5 - \log_2 2 + 1}{\log_2 200 - 3}$ <b>(25)</b>                     | $\frac{\log_3 6 + 2}{\log_3 108 - \log_3 2}$ <b>(24)</b>           |
| $\frac{2 - 2\log_3 4 + \log_3 8 \frac{8}{9}}{4 - \log_3 0.01 - 2\log_3 18}$ <b>(29)</b> | $\frac{\log_4 18 - \log_4 2 + \log_4 36}{2\log_4 6 - 3\log_4 8 + 4}$ <b>(28)</b> | $\frac{2 - 3\log 5 + \log 50}{1 + \log 128 - 5\log 2}$ <b>(27)</b> |



חשב את ערכי הביטויים הבאים (הלוגריתם לפי בסיס 10):

$$\frac{\log 8}{\log \sqrt{8}} \quad (32)$$

$$\frac{\log 8}{\log 16} \quad (31)$$

$$\frac{\log 27}{\log 9} \quad (30)$$

$$\frac{\log 36 + 0.5 \log 6}{\log 12 - \log 2} \quad (35)$$

$$\frac{\log 72 - \log 8}{\log \sqrt{27}} \quad (34)$$

$$\frac{\log 24 - \log 3}{\log 2} \quad (33)$$

$$\frac{1 + \log 5}{\log 2 + 2 \log 5} \quad (36)$$

(37) הוכח את נכונות השוויוניים הבאים (לפי בסיס 10):

$$\frac{\log 125 - 1 + \log 2}{\log 5 + 1 - \log 2} = 1 \quad \text{א.}$$

$$\frac{2 - \log 25 + 2 \log 8}{\log \sqrt[3]{16}} = 6 \quad \text{ב.}$$

$$\frac{\log 9 + 2 \log 5 + \log 4}{\log 10 - \log 2 + \log 6} = 2 \quad \text{ג.}$$

פתור את המשוואות הבאות (איחוד ביטויים באמצעות חוקי הלוגריתמים):

$$\log_{15} x + \log_{15} (x-2) = 1 \quad (39)$$

$$\log_4 x + \log_4 (x-6) = 2 \quad (38)$$

$$\log_{35} (x-8) + \log_{35} (x-6) = 1 \quad (41)$$

$$\log_2 x + \log_2 (x-3) = 2 \quad (40)$$

$$\log_3 (x+105) - \log_3 (x+1) = 3 \quad (43)$$

$$\log_2 (x+14) - \log_2 x = 3 \quad (42)$$

$$\log_2 (2x+8) = 2 + \log_2 (5-x) \quad (45)$$

$$\log_2 (3x+4) - \log_2 (x-2) = 1 \quad (44)$$

$$\log_2 (11x+4) - \log_2 (2x+1) = \log_2 (2x+3) \quad (47)$$

$$\log_3 (x^2 + 11) = 1 + \log_3 (2x+1) \quad (46)$$

$$\log_5 (30x+9) - \log_5 (4x+5) = \log_5 (3x+2) \quad (48)$$

$$2 \log_5 (x+1) = \log_5 (2x+3.5) + \log_5 x \quad (49)$$

$$\log_2 (x-4) + \log_2 (x+2) - \log_2 (x-3) = 3 \quad (50)$$

$$\frac{\log_7 (12x-35)}{2 \log_7 x} = 1 \quad (51)$$

פתור את המשוואות הבאות (שימוש בהגדרת הלוגריתם וקבלת משוואה מעריכית):

$$\log_2(5^x + 19) = 3 + \log_2(8 - 5^x) \quad (53) \qquad \log_3(2^x + 2) - \log_3(2^x - 14) = 2 \quad (52)$$

$$\log_3(25^x + 8) - 2 = x \log_3 5 \quad (55) \qquad 1 + (x + 2) \log_3 2 = \log_3(4^x + 32) \quad (54)$$

$$x \log_2 4 = \log_2(2^x + 28) + x - 3 \quad (57) \qquad \log_3(9^{x+3} - 1) = x + 5 + \log_3(3^{x+3} - 1) \quad (56)$$

פתור את המשוואות הבאות (פתיחה באמצעות חוקי הלוגריתמים):

$$\log_4(16x) \cdot \log_4(64x) = 12 \quad (59) \qquad \log_3 x \cdot \log_3(3x) = 6 \quad (58)$$

$$\log_2 x \cdot \log_2 \frac{x}{8} = -2 \quad (61) \qquad \log_2(32x) \cdot \log_2(128x) = 48 \quad (60)$$

$$\log_4 x^2 \cdot \log_4 \frac{16}{x} = \log_4(4x) \quad (63) \qquad \log_3\left(\frac{27}{x}\right) \cdot \log_3(81x) = 10 \quad (62)$$

$$(\log_3 3x)^2 = \log_3 3x^2 + 1 \quad (65) \qquad \log_2 x^2 \cdot \log_2(8x) = \log_2\left(\frac{16}{x}\right) \quad (64)$$

$$\log_3(27x^3) \cdot \log_3(3x^2) = \log_3\left(\frac{81}{x}\right) + 3 \quad (67) \qquad (\log_5 25x)^2 = \log_5 25x^2 + 1 \quad (66)$$

$$2 \log_5 x \cdot \log_5\left(\frac{125}{x^2}\right) = 2 \quad (69) \qquad \log_2\left(\frac{x^2}{2}\right) \cdot \log_2(32x^2) = \log_2\left(\frac{x}{128}\right) + 2 \quad (68)$$

$$\frac{\log_2\left(\frac{x^3}{32}\right)}{(\log_2 x)^2} + \frac{\log_2(2x)}{\log_2 x} = 1 \frac{7}{9} \quad (71) \qquad \frac{\log_7\left(\frac{343}{x^2}\right)}{(\log_7 x)^2} + \frac{1}{4} = 0 \quad (70)$$

### תרגילי הבעה – חוקי הלוגריתמים:

(72) נתון:  $\log_2 7 = a$ . הבע באמצעות  $a$  את הביטויים הבאים:

א.  $\log_2 14$       ב.  $\log_2 49$

(73) נתון:  $\log_3 5 = a$ . הבע באמצעות  $a$  את הביטויים הבאים:

א.  $\log_3 125$       ב.  $\log_3 0.2$

(74) נתון:  $\log_{24} 6 = a$ . הבע באמצעות  $a$  את הביטויים הבאים:

א.  $\log_{24} 2$       ב.  $\log_{24} 3$

**(75)** נתון:  $\log 4 = a$ . הבע באמצעות  $a$  את הביטויים הבאים:

א.  $\log 16$       ב.  $\log 2$       ג.  $\log 8$

**(76)** נתון:  $\log_3 6 = a$ ,  $\log_3 5 = b$ . הבע באמצעות  $a$  ו- $b$  את הביטויים הבאים:

א.  $\log_3 30$       ב.  $\log_3 1.2$       ג.  $\log_3 150$

**(77)** נתון:  $\log_4 3 = a$ ,  $\log_4 5 = b$ . הבע באמצעות  $a$  ו- $b$  את הביטויים הבאים:

א.  $\log_4 0.12$       ב.  $\log_4 2.4$

**(78)** נתון:  $\log_7 8 = a$ ,  $\log_7 5 = b$ . הבע באמצעות  $a$  ו- $b$  את הביטויים הבאים:

א.  $\log_7 40$       ב.  $\log_7 320$

**(79)** נתון:  $\log_5 3 = a$ ,  $\log_5 2 = b$ . הבע באמצעות  $a$  ו- $b$  את הביטויים הבאים:

א.  $\log_5 \sqrt{6}$       ב.  $\log_5 \sqrt[3]{72}$

**(80)** נתון:  $\log_8 10 = a$ ,  $\log_8 3 = b$ . הבע באמצעות  $a$  ו- $b$  את הביטויים הבאים:

א.  $\log_8 \sqrt{0.03}$       ב.  $\log_8 \sqrt[5]{\frac{10}{27}}$

**(81)** נתון:  $\log_3 7 = a$ ,  $\log_3 8 = b$ . הבע באמצעות  $a$  ו- $b$  את הביטויים הבאים:

א.  $\log_3 \frac{64}{343}$       ב.  $\log_3 \sqrt[4]{\frac{49}{512}}$

חשב את ערכי הביטויים הבאים באמצעות הנוסחה:  $a^{\log_a b} = b$ :

**(82)**  $2^{\log_2 3}$       **(83)**  $5^{\log_5 12}$       **(84)**  $0.24^{\log_{0.24} 6}$       **(85)**  $10^{\log 2}$

**(86)**  $2^{2\log_2 3}$       **(87)**  $3^{3\log_3 4}$       **(88)**  $9^{\log_3 4}$       **(89)**  $27^{\log_3 2}$

**(90)**  $8^{\log_2 3}$       **(91)**  $32^{\log_2 3}$       **(92)**  $125^{-\log_5 3}$       **(93)**  $\sqrt{6}^{\log_{36} 4}$

**(94)**  $\sqrt{3}^{\log_3 16}$       **(95)**  $\sqrt[5]{8}^{\log_2 243}$       **(96)**  $\sqrt[3]{5}^{\log_5 64}$       **(97)**  $3^{\log_9 2}$

**(98)**  $64^{\log_2 5}$       **(99)**  $5^{\log_{125} 8}$       **(100)**  $\left(\frac{1}{3}\right)^{\log_{\sqrt{6}} 4}$       **(101)**  $\left(\frac{1}{7}\right)^{\log_{\sqrt{49}} 81}$

**(102)**  $5^{1+\log_5 2}$       **(103)**  $3^{2-\log_3 6}$       **(104)**  $4^{\frac{\log_4 9}{2}}$       **(105)**  $\sqrt{27}^{1+\log_3 2}$

**(106)**  $\sqrt[3]{2^{3-\log_{\sqrt{8}} 5}}$

**תשובות סופיות:**

3 (5	2 (4	6 (3	2 (2	2 (1
2 (10	-2 (9	1 (8	0.25 (7	7 (6
3 (15	1 (14	3 (13	6 (12	2 (11
-2 (20	10.5 (19	1.5 (18	-2 (17	-2 (16
0.5 (25	1 (24	5 (23	3 (22	$\frac{4}{3}$ (21
1.5 (30	0.5 (29	2 (28	1 (27	0.5 (26
2.5 (35	$\frac{4}{3}$ (34	3 (33	2 (32	0.75 (31
4 (40	5 (39	8 (38	הוכחה (37	1 (36
2 (45	$\emptyset$ (44	3 (43	2 (42	13 (41
8 (50	0.5 (49	$\frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ (48	$1, -\frac{1}{4}$ (47	4, 2 (46
1.292, 0 (55	3, 2 (54	1 (53	4 (52	5, 7 (51
$2, \frac{1}{2^{13}}$ (60	$4, \frac{1}{4^6}$ (59	$9, \frac{1}{27}$ (58	2 (57	$\emptyset$ (56
$3, \frac{1}{3}$ (65	$\sqrt{2}, \frac{1}{16}$ (64	2 (63	$\frac{1}{9}, 3$ (62	2, 4 (61
$49, 7^6$ (70	$\sqrt{5}$ (69	1, 0.2973 (68	$\frac{1}{9}, \sqrt[3]{3}$ (67	0.2 (66
				$3, 2\frac{1}{7}$ (71
		ב. $2a$		א. $a+1$ (72
		ב. $-a$		א. $3a$ (73
		ב. $\frac{3a-1}{2}$		א. $\frac{1-a}{2}$ (74
	א. $1.5a$	ב. $0.5a$		א. $2a$ (75
	א. $a+2b$	ב. $a-b$		א. $a+b$ (76

		$a+1-b$ .ג	$a-2b$ .א (77)	
		$2a+b$ .ג	$a+b$ .א (78)	
		$b+\frac{2}{3}a$ .ג	$\frac{b+a}{2}$ .א (79)	
		$\frac{a-3b}{5}$ .ג	$\frac{b-2a}{2}$ .א (80)	
		$\frac{2a-3b}{4}$ .ג	$2b-3a$ .א (81)	
9 (86)	2 (85)	6 (84)	12 (83)	3 (82)
243 (91)	27 (90)	8 (89)	16 (88)	64 (87)
4 (96)	27 (95)	4 (94)	$\sqrt[4]{4}$ (93)	$\frac{1}{27}$ (92)
$\frac{1}{81}$ (101)	0.25 (100)	2 (99)	$5^6$ (98)	$\sqrt{2}$ (97)
$\frac{2}{\sqrt[3]{25}}$ (106)	$\sqrt{216}$ (105)	3 (104)	1.5 (103)	10 (102)

### מעבר מבסיס לבסיס ומשוואות לוגריתמיות:

חשב ללא מחשבון את ערכי הביטויים הבאים:

תזכורת:  $a, m > 0 \neq 1, \log_a b = \frac{\log_m b}{\log_m a}$

- |  |   |
|--|---|
| $\log_2 5 \cdot \log_{25} 4$ <b>(2)</b>                    | $\log_3 6 \cdot \log_6 3$ <b>(1)</b>                        |
| $\log_{0.1} 5 \cdot \log_{25} 100$ <b>(4)</b>              | $\log_{27} 4 \cdot \log_2 3$ <b>(3)</b>                     |
| $\log_5 8 \cdot \log_7 25 \cdot \log_2 49$ <b>(6)</b>      | $\log_{\sqrt{3}} 7 \cdot \log_{\sqrt{343}} 9$ <b>(5)</b>    |
| $\log_{81} 49 \cdot \log_{32} 3 \cdot \log_7 2$ <b>(8)</b> | $\log_4 169 \cdot \log_9 64 \cdot \log_{13} 243$ <b>(7)</b> |

הוכח את השוויוניים שלפניך:

- |   |  |
|---|--|
| $\log_6 \frac{1}{8} \cdot \log_2 6 = -3$ <b>(10)</b>                        | $\log_7 25 \cdot \log_5 7 = 2$ <b>(9)</b>                    |
| $\log_3 8 \cdot \log_5 3 \cdot \log_2 5 = 3$ <b>(12)</b>                    | $\log_4 25 \cdot \log_5 4 = 2$ <b>(11)</b>                   |
| $\log_{16} 3 \cdot \log_5 4 \cdot \log_3 25 = 1$ <b>(14)</b>                | $\log_7 2 \log_5 7 \log_{16} 5 = 0.25$ <b>(13)</b>           |
| $\log_a b \cdot \log_c a + \log_b a \cdot \log_c b = \log_c ab$ <b>(16)</b> | $\log_2 25 \cdot \log_5 9 \cdot \log_{81} 2 = 1$ <b>(15)</b> |

פתור את המשוואות הבאות:

- |   |  |
|---|--|
| $\log_{81} x + \log_3 x = 5$ <b>(18)</b>  | $\log_2 x + \log_8 x = 4$ <b>(17)</b>                                      |
| $\log_3 x + 3 \log_{27} x^2 = 3$ <b>(20)</b>                                      | $5 \log_5 x - \log_{\frac{1}{25}} x = 11$ <b>(19)</b>                      |
| $\log_5 x \cdot \log_{125} x = 3$ <b>(22)</b>                                     | $\log_2 x^3 + 4 \log_{16} x = 8$ <b>(21)</b>                               |
| $\log_3 (81x) \cdot \log_{27} \left(\frac{x}{9}\right) = \frac{7}{3}$ <b>(24)</b> | $\log_2 (8x) \cdot \log_{16} x = 7$ <b>(23)</b>                            |
| $\log_x 2 + \log_2 x = 2$ <b>(26)</b>   | $\log_2 (32x^2) \cdot \log_8 \left(\frac{4}{x^3}\right) = -12$ <b>(25)</b> |
| $4 \log_x 5 = 3 + 2 \log_{25} x$ <b>(28)</b>                                      | $\log_x 3 - 6 \log_{27} x = 1$ <b>(27)</b>                                 |
| $\log_6 (16x - 3) \cdot \log_{x\sqrt{5}} 6 = 2$ <b>(30)</b>                       | $\log_3 (6 - x) \cdot \log_x 3 = 2$ <b>(29)</b>                            |
| $\log_2 (4x) + \log_{8x} 4 = 3.5$ <b>(32)</b>                                     | $\log_5 x = 4.5 + \log_{5x} 125$ <b>(31)</b>                               |

$$\log_x (27x) \cdot \log_{81x} \left( \frac{1}{3} \right) + \frac{4}{5} = 0 \quad (34)$$

$$\log_x 4 + 3 \log_{4x} 16 = 4 \quad (33)$$

$$3 \cdot \log_{\sqrt{x}} (6x) - \log_{36} x = 4 \quad (36)$$

$$2 \log_{4x} 8 \cdot \log_{\frac{x}{2}} (16x) = 9 \quad (35)$$

$$\log_x 5 \cdot \log_{5x} (5x^2) = 2 \cdot \log_{25x} 5 \quad (37)$$

### תרגילי הבעה – נוסחת המעבר בין בסיסים:

(38) נתון:  $\log_2 5 = a$ . הבע באמצעות  $a$  את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $\log_5 2$

ב.  $\log_4 5$

ג.  $\log_{16} 5$

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

א.  $\log_2 3$

ב.  $\log_{32} 36$

ג.  $\log_{216} 96$

(40) נתון:  $\log_3 5 = a$ . הבע באמצעות  $a$  את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $\log_3 15$

ב.  $\log_{15} 3$

ג.  $\log_9 25$

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

א.  $\log 80$

ב.  $\log_8 40$

ג.  $\log_{80} 2000$

**(42)** נתון:  $\log_5 6 = a$ . הבע באמצעות  $a$  את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $\log_{36} 30$

ב.  $\log_{216} 180$

ג.  $\log_{\frac{1}{6}} \sqrt{125}$

**(43)** נתון:  $\log 2 = 0.3$ . חשב את ערכי הביטויים הבאים:

א.  $\log_{\sqrt{2}} 100$

ב.  $\log_8 40$

ג.  $\log_{\frac{1}{4}} 5$

**(44)** ענה על הסעיפים הבאים:

א. הוכח כי לכל  $a, b > 0 \neq 1$  מתקיימת הטענה הבאה:  $\log_a b = \frac{1}{\log_b a}$ .

ב. נתון:  $\log_a 5 = b$ . הוכח כי מתקיים:  $\log_a b = \frac{b}{\log_b 5}$ .

ג. נתון:  $2 \cdot \log_3 a \cdot \log_{(b+c)} 3 = 1$ .

הוכח כי לכל:  $a, b, c > 0 \neq 1$  מתקיים:  $a^2 = b + c$ .

### הוצאת לוג משני אגפים:

פתור את המשוואות הבאות (הוצאת לוג משני אגפים):

$x^{1+\log_3 x} = 729$  **(47)**

$x^{\log_3 x} = 3$  **(46)**

$x^{\log_2 x} = 16$  **(45)**

$x^{9-3\log_2 x} = \frac{x}{8}$  **(50)**

$x^{2\log_3 x+8} = x$  **(49)**

$x^{3\log_5 x+2} = 5$  **(48)**



שאלות עם לוגריתם טבעי:

51) חשב ללא מחשבון את ערכי הביטויים הבאים:

א. $\ln \sqrt{e}$	ב. $\ln \sqrt[3]{e^2}$
ג. $\ln \sqrt[4]{e \cdot e^2}$	ד. $\ln \sqrt[5]{\frac{1}{e^3}}$
ה. $\ln^2 e$	ו. $\ln e^2$
ז. $\ln 16 + \ln 3 - \ln 12 - \ln 4$	ח. $2 \ln e + 3 \ln \sqrt{e} - \ln e^3$
ט. $\frac{3 \ln x + 4 \ln \frac{1}{x^2} - \ln \sqrt[4]{x}}{\ln x^3 + 2 \ln \sqrt{x}}$	י. $\frac{3 \ln x - 4 \ln \sqrt{\frac{1}{x}} - \ln \sqrt[4]{x}}{\ln x^3 + 2 \ln \frac{1}{\sqrt{x}}}$
יא. $e^{\ln 3}$	יב. $e^{2 \ln 3}$
יג. $\sqrt[3]{e^{6 \ln 5}}$	יד. $\frac{e^{\ln 7} - \ln^3 e^2 + 3 \ln \sqrt{e}}{\ln 5e^2 + \ln 0.2}$
טו. $\frac{\ln \frac{4}{e^3} + e^{3 \ln 2} - 2 \ln 2}{\ln^3 \sqrt[4]{e}}$	

52) פתור את המשוואות הבאות (משוואות עם לוגריתם טבעי (ln)):

א. $\ln x + 7 = 0$	ב. $5 + 2 \ln x = 14$
ג. $\ln(x+1) = 3$	ד. $\ln(5-x) = 2$
ה. $\ln(1-3x) = 4$	ו. $3 \ln(2x-3) = 18$
ז. $\ln(x^2 - 2x - 2) = 0$	ח. $\ln(x^2 + 5x + 5) = 0$
ט. $\ln(e^x - 1) = 0$	י. $\ln(2e^x - 3) = x$
יא. $3 \ln^5 x = 20.4$	יב. $2 \ln^4 x + 3 = 165$
יג. $\ln(x-3) + \ln(x+4) = -\ln 10$	יד. $\ln(6-x) + \ln(x+2) = \ln 15$

$$\frac{\ln(2x^2 - 6x - 7)}{\ln(3 - x)} = 2 \quad \text{ט.ז}$$

$$\ln(x+2) - \ln(x-1) = 2 \quad \text{ט.ו}$$

$$\ln(e^{2x} + 5) - \ln(e^x + 1) = \ln 3 \quad \text{יח.}$$

$$\frac{\ln(4x+3)}{\ln(x^2)} = \frac{1}{2} \quad \text{יז.}$$

$$\frac{2\ln^2 x - 5\ln x}{2} + 1 = 0 \quad \text{כ.$$

$$\ln(1 - e^x) - \ln(6 + e^x) = 6 \quad \text{יט.}$$

$$x \ln x = 2x \quad \text{כב.}$$

$$x \ln x = 3 \ln x \quad \text{כא.}$$

$$2\ln^2 x + 2 = 2.5 \ln x^2 \quad \text{כד.}$$

$$5\ln^2 x - 3 = \ln x^2 \quad \text{כג.}$$

53) פתור את המשוואות הבאות (משוואות מעריכיות עם פתרון המבוטא ע"י  $(\ln)$ ):

$$3e^x + 7 = 5 \quad \text{ב.}$$

$$e^x = 17 \quad \text{א.}$$

$$e^{2x-3} = 5 \quad \text{ד.}$$

$$3e^x + 7 = 5e^x \quad \text{ג.}$$

$$e^{2x} + 7e^x = 30 \quad \text{ו.}$$

$$3e^{x+8} + 2 = e^{\ln 6} \quad \text{ה.}$$

$$2e^x - 9 = 3(\sqrt{e})^x \quad \text{ז.}$$

**תשובות סופיות:**

- |                                |                                  |                            |                              |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| -1 (4                          | $\frac{2}{3}$ (3                 | 1 (2                       | 1 (1                         |
| 0.1 (8                         | 15 (7                            | 12 (6                      | $2\frac{2}{3}$ (5            |
| 3 (20                          | 25 (19                           | 81 (18                     | 8 (17                        |
| $27, \frac{1}{243}$ (24        | $16, \frac{1}{128}$ (19          | $125, \frac{1}{125}$ (22   | 4 (21                        |
| $5, \frac{1}{625}$ (20         | $\sqrt{3}, \frac{1}{3}$ (22      | 2 (26                      | 0.07, 4 (25                  |
| $\frac{1}{4\sqrt{2}}, 2$ (23   | $\frac{1}{5\sqrt{5}}, 5^5$ (25   | 0.2, 3 (30                 | 2 (29                        |
| $6^6, \frac{1}{36}$ (23        | $4, \frac{1}{\sqrt[3]{128}}$ (21 | 3 (34                      | 4 (33                        |
| $\frac{a}{4}$ .א               | $\frac{a}{2}$ .ב                 | $\frac{1}{a}$ .א (38       | $\frac{1}{\sqrt[3]{25}}$ (37 |
|                                | $\frac{a+2}{3a}$ .א              | 0.8a .ב                    | $2a-1$ .א (39                |
|                                | .א .א                            | $\frac{1}{a+1}$ .ב         | $a+1$ .א (40                 |
|                                | $\frac{a+3}{3a+1}$ .א            | $\frac{2a+1}{3a}$ .ב       | $3a+1$ .א (41                |
|                                | $-\frac{1.5}{a}$ .א              | $\frac{2a+1}{3a}$ .ב       | $\frac{a+1}{2a}$ .א (42      |
|                                | $-1\frac{1}{6}$ .א               | $1\frac{7}{9}$ .ב          | $13\frac{1}{3}$ .א (43       |
| $\frac{1}{5}, \sqrt[3]{5}$ (48 | $9, \frac{1}{27}$ (47            | $3, \frac{1}{3}$ (46       | 0.25, 4 (45                  |
|                                |                                  | $8, \frac{1}{\sqrt[3]{2}}$ | $\frac{1}{81}, \sqrt{3}$ (49 |
| 1 .ה                           | -0.3 .ד                          | $\frac{3}{4}$ .א           | 0.5 .א (51                   |
| $2\frac{3}{8}$ .ו              | $-1\frac{5}{16}$ .ט              | 0.5 .ח                     | .2 .י                        |
| .320 .טז                       | $\frac{1}{4}$ .יד                | 25 .יג                     | 3 .יא                        |

- (52)** א.  $e^{-7} \approx 0.00091 \approx 0.001$       ב.  $e^{4.5} \approx 90.017$       ג.  $e^3 - 1$       ד.  $5 - e^2$
- ה.  $-17.87$       ו.  $\frac{e^6 + 3}{2} \approx 203.214$       ז.  $3, -1$       ח.  $-4, -1$
- ט.  $\ln 2$       י.  $\ln 3$       יא.  $4.337$       יב.  $e^3 \approx 20.086, e^{-3} \approx 0.05$
- יג.  $3.014$       יד.  $3, 1$       יו.  $\frac{e^2 + 2}{e^2 - 1} \approx 1.47$
- יז.  $-4$       יח.  $0, \ln 2$       יט.  $-0.6$
- כ.  $e^2 \approx 7.389, \sqrt{e} \approx 1.649$       יא.  $1, 3$       יב.  $e^2$
- כג.  $e, 0.548$       כד.  $e^2, 1.649$       כה.  $\phi$
- כו. אין פתרון.      ג.  $\ln 3.5 \approx 1.25$       נ.  $\ln 17 \approx 2.83$       **(53)**
- ה.  $\ln\left(\frac{4}{3}\right) - 8 \approx -7.712$       ד.  $\frac{\ln 5 + 3}{2} \approx 2.3$
- ז.  $2 \ln 3 \approx 2.198$       ו.  $\ln 3 \approx 1.099$

**אי-שוויונים לוגריתמיים :**

פתור את אי-השוויונים הבאים :

$\log_5(x-2) \leq 1$ (2)	$\log_4(x-3) < 0$ (1)
$\log(x+4) \geq \log(10-2x)$ (4)	$\log_{0.5}(3-x) < -2$ (3)
$\log_{\frac{1}{3}}(x^2+3) > \log_{\frac{1}{3}}(x+5)$ (6)	$\log_2(x+2) < \log_2(2x-3)$ (5)
$\log_2(x^2-3x)-2 > 0$ (8)	$\log_{0.5}\left(x^2-\frac{1}{2}x\right) > 1$ (7)
$\log_4\left(\frac{x+3}{x-2}\right) > \frac{1}{2}$ (10)	$\log_2\left(x^2-\frac{9}{16}\right) < 0$ (9)
$\log_4^2 x - 3\log_4 x + 2 > 0$ (12)	$\log_2\left(\frac{x-5}{x+2}\right) \geq 1$ (11)

(13) פתור את אי-השוויונים הבאים (שימוש בלוגריתם הטבעי (ln) :

$\ln(x+1) > \ln(2-x)$ .ב	$\ln x > \ln 3$ .א
$\ln(x^2+4) > \ln(2x+3)$ .ד	$2\ln x > 3$ .ג
$\ln(9x+1) \geq \ln(1+x^3)$ .ו	$\ln(4x-x^2) \leq \ln(6x+3)$ .ה
$6\ln x - (\ln x)^2 \leq 0$ .ח	$\ln^2 x - 8\ln x + 7 > 0$ .ז
	$2 - 3\ln x + \ln^2 x \leq 0$ .ט

**תשובות סופיות :**

$x < -1$ (3)	$2 < x \leq 7$ (2)	$3 < x < 4$ (1)
$-1 < x < 2$ (6)	$x > 5$ (5)	$2 \leq x < 5$ (4)
$-\frac{5}{4} < x < -\frac{3}{4}, \frac{3}{4} < x < \frac{5}{4}$ (9)	$x < -1, x > 4$ (8)	$-\frac{1}{2} < x < 0, \frac{1}{2} < x < 1$ (7)
$0 < x < 4, x > 16$ (12)	$-9 \leq x < -2$ (11)	$2 < x < 7$ (10)
$x > -1.5, x \neq 1$ .ד	$x > e^{1.5}$ .ג	$0.5 < x < 2$ .ב
$0 < x < e, x > e^7$ .ז	$0 \leq x \leq 3$ .ו	$0 < x < 4$ .ה
$e \leq x \leq e^2$ .ט	$0 < x \leq 1, x \geq e^6$ .ח	$x > 3$ .א (13)