# אלגברה ליניארית

## פרק 8 - מטריצות והעתקות לינאריות

### תוכן העניינים

1. מטריצה שמייצגת העתקה ..... 1
2. מטריצה שמייצגת העתקה מבסיס לבסיס ..... 7
3. ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים של העתקה ..... 10

# מטריצה שמייצגת העתקה

**הערה**:
כבסיס לפרק זה יש להכיר את המושגים וקטור קואורדינטות ביחס לבסיס
ומטריצת מעבר מבסיס לבסיס (סוף הפרק מרחבים וקטורים).
לפיכך, השאלה הראשונה עוסקת בכך.

## שאלות

**1)** נתונים שני בסיסים של $R^3$:

$B_1=\{(1,1,0),\ (0,1,0),\ (0,1,1)\}$ , $B_2=\{\ (1,0,1),(0,1,1),\ (0,0,1)\ \}$

א. מצאו את וקטור הקואורדינטות ביחס לבסיס $B_1$.
סמנו וקטור זה ב- $[v]_{B_1}$.

ב. מצאו את וקטור הקואורדינטות ביחס לבסיס $B_2$.
סמנו וקטור זה ב- $[v]_{B_2}$.

ג. מצאו מטריצת מעבר מהבסיס $B_1$ לבסיס $B_2$.
סמנו מטריצה זו ב- $[M]_{B_1}^{B_2}$.

ד. מצאו מטריצת מעבר מהבסיס $B_2$ לבסיס $B_1$.
סמנו מטריצה זו ב- $[M]_{B_2}^{B_1}$.

ה. אשרו את הטענות הבאות:

1. $[M]_{B_2}^{B_1}\cdot[v]_{B_1}=[v]_{B_2}$
2. $[M]_{B_1}^{B_2}\cdot[v]_{B_2}=[v]_{B_1}$
3. $[M]_{B_1}^{B_2}=\left([M]_{B_2}^{B_1}\right)^{-1}$


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

**2)** נתונה העתקה לינארית: $T:R^3\to R^3$ , $T(x,y,z)=(x+y,y+z,z-x)$.

נתונים שני בסיסים של $R^3$:

$B_1=\{(1,1,0),\ (0,1,0),\ (0,1,1)\}$ , $B_2=\{(1,0,1),(0,1,1),\ (0,0,1)\}$

א. מצאו את המטריצה שמייצגת את ההעתקה בבסיס $B_1$.

סמנו מטריצה זו ב- $[T]_{B_1}$.

ב. מצאו את המטריצה שמייצגת את ההעתקה בבסיס $B_2$.

סמנו מטריצה זו ב- $[T]_{B_2}$.

ג. אשרו את הטענות הבאות:

1. $[T]_{B_1}\cdot[v]_{B_1}=[T(v)]_{B_1}$

2. $[T]_{B_2}\cdot[v]_{B_2}=[T(v)]_{B_2}$

3. $[M]_{B_2}^{B_1}\cdot[T]_{B_1}\cdot[M]_{B_1}^{B_2}=[T]_{B_2}$

ד. האם ההעתקה הפיכה?

ה. חשבו את הדטרמיננטה והעקבה של ההעתקה.

ו. מצאו ערכים עצמיים ו-וקטורים עצמיים עבור ההעתקה.

ז. האם ההעתקה ניתנת ללכסון?

**3)** נתונה העתקה ליניארית $T:R^3\to R^3$.

ידוע שהמטריצה שמייצגת את ההעתקה בבסיס $B=\{(1,0,1),(0,1,1),(0,0,1)\}$,

היא $[T]_B=\begin{pmatrix}1&1&0\\1&2&1\\-2&-2&0\end{pmatrix}$.

מהי נוסחת ההעתקה? פתרו בשתי דרכים שונות.

**4)** יהיו $B_1$ ו- $B_2$ שני בסיסים של המרחב $R^3$, ויהי $T$ אופרטור לינארי על $R^3$.

נתון כי: $[M]_{B_1}^{B_2}=\begin{pmatrix}-1&-9&6\\1&6&-4\\1&5&-2\end{pmatrix}$ ו- $[T]_{B_1}=\begin{pmatrix}-29&-45&6\\20&31&-4\\13&19&-1\end{pmatrix}$.

חשבו את $[M]_{B_2}^{B_1}$ ואת $[T]_{B_2}$.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

**5)** מצאו את המטריצה שמייצגת את ההעתקה:

$$T:M_2[R]\to M_2[R] \quad , \quad T(A)=\begin{pmatrix}1 & 2\\ 3 & 4\end{pmatrix}A,$$

לפי הבסיס: $B=\left\{\begin{pmatrix}1 & 1\\ 0 & 0\end{pmatrix},\begin{pmatrix}0 & 1\\ 1 & 0\end{pmatrix},\begin{pmatrix}0 & 0\\ 1 & 1\end{pmatrix},\begin{pmatrix}0 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}\right\}$.

**6)** מצאו את המטריצה שמייצגת את ההעתקה $D:P_4[R]\to P_3[R],\ D\left(p(x)\right)=p'(x)$,
לפי הבסיס הסטנדרטי של הפולינומים ממעלה קטנה או שווה ל-4.

**7)** נתונה העתקה לינארית $T:M_2[R]\to M_2[R]$.
ידוע שהמטריצה שמייצגת את ההעתקה בבסיס הסטנדרטי
היא: $[T]_E=\begin{pmatrix}1 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 1 & 0 & 1\\ 1 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 1 & 0 & 1\end{pmatrix}$.
מצאו את נוסחת ההעתקה.

**8)** נתונה העתקה לינארית $T:P_2[R]\to P_2[R]$.
נתון כי המטריצה המייצגת את ההעתקה, לפי הבסיס הסטנדרטי,
היא: $[T]_E=\begin{pmatrix}1 & 1 & 1\\ 0 & 1 & 2\\ 0 & 0 & 1\end{pmatrix}$.
מצאו את נוסחת ההעתקה.

**9)** נתונה העתקה לינארית $T:P_2[R]\to P_2[R]$.
נתון כי המטריצה המייצגת את ההעתקה, לפי הבסיס $B=\left\{1,1-x,x+x^2\right\}$,
היא: $[T]_B=\begin{pmatrix}1 & 0 & 1\\ 0 & -1 & -1\\ 2 & 1 & 3\end{pmatrix}$.

א. מצאו את נוסחת ההעתקה. כלומר, מצאו את $T\left(p(x)\right)$.
* פתרו בשתי דרכים שונות.

ב. מצאו את $T^2\left(p(x)\right)$.

**10)** תהי $T:\mathbb{R}^n\to\mathbb{R}^n$ העתקה לינארית, ותהי $A$ מטריצה ממשית,
כך שמתקיים $T\left(v\right)=Av$ לכל $v\in\mathbb{R}^n$.
נתון כי $B$ בסיס ל-$\mathbb{R}^n$ ו-$\operatorname{rank}\left(A\right)=n$.
הוכיחו כי $[T]_B$ הפיכה.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

**11)** נתונה העתקה לינארית $T:P_3[R]\to P_3[R]$.
ידוע שהמטריצה שמייצגת את ההעתקה בבסיס הסטנדרטי
היא $[T]_E=\begin{pmatrix}0&1&0&1\\1&0&1&0\\0&1&0&1\\1&0&1&0\end{pmatrix}$.

א. מצאו גרעין ותמונה של ההעתקה.

ב. מצאו את נוסחת ההעתקה.

**12)** נתונה העתקה לינארית $T:M_2[R]\to M_2[R]$.
ידוע שהמטריצה שמייצגת את ההעתקה, בבסיס הסטנדרטי,
היא $[T]_E=\begin{pmatrix}1&2&3&0\\4&5&6&0\\7&8&9&0\\0&0&0&0\end{pmatrix}$.

א. מצאו גרעין ותמונה של ההעתקה.

ב. חשבו את העקבה, הדטרמיננטה והדרגה של ההעתקה.

ג. מצאו את נוסחת ההעתקה.

**13)** נתונה העתקה לינארית: $T:P_2[R]\to P_2[R]$ ; $T(a+bx+cx^2)=b+cx$.
הוכיחו ש- $T$ העתקה נילפוטנטית.

**14)** יהי $V=\mathbb{R}_2[x]$ מרחב הפולינומים ממעלה 2 ומטה מעל $\mathbb{R}$.
נתון הבסיס $B=\{1,x,x^2\}$, ונתונה ההעתקה הלינארית
$T:V\to V$ ; $T\left(p(x)\right)=xp''(x)-p'(x)$.

א. מצאו את המטריצה המייצגת $[T]_B$.

ב. מצאו בסיס וממד עבור $\mathrm{Im}(T),\mathrm{Ker}(T)$.

הערה: בפתרון סעיף זה לא נשתמש במטריצה המייצגת למציאת הגרעין והתמונה, היות ונוסחת ההעתקה כבר נתונה בתרגיל.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

**15)** נתונות שתי העתקות לינאריות $S,T:V\to V$.

יהי $B=\{u,v,w\}$ בסיס ל- $V$.

נתון כי: $\begin{cases}T(u)=u-v\\T(v)=v-w\\T(w)=w-u\end{cases}$ , $\begin{cases}S(u)=u+v\\S(v)=v+w\\S(w)=w+u\end{cases}$.

א. הוכיחו כי: $\mathrm{Ker}(S)=\{0\}$, $\mathrm{Ker}(T)\neq\{0\}$.

ב. עבור כל אחת מההעתקות קבע האם היא חח"ע ו/או על.

ג. קבעו האם $\{T(u),T(v),T(w)\}$ פורשת את $V$.

ד. קבעו האם $\{S(u),S(v),S(w)\}$ פורשת את $V$.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

## תשובות סופיות

**1)** א. $(x, y-x-z, z)$ ב. $(x, y, z-x-y)$ ג. $[M]_{B_1}^{B_2}=\begin{pmatrix}1&0&0\\-2&0&-1\\1&1&1\end{pmatrix}$

ד. $[M]_{B_2}^{B_1}=\begin{pmatrix}1&0&0\\1&1&1\\-2&-1&0\end{pmatrix}$ ה. שאלת הוכחה.

**2)** א. $[T]_{B_1}=\begin{pmatrix}2&1&1\\0&0&0\\-1&0&1\end{pmatrix}$ ב. $[T]_{B_2}=\begin{pmatrix}1&1&0\\1&2&1\\-2&-2&0\end{pmatrix}$ ג. הוכחה.

ד. לא. ה. הדטרמיננטה: 0, העקבה: 3.

ו. 0 ע"ע יחיד; הו"ע שלו: $(1,-1,1)$. ז. לא.

**3)** $T(x,y,z)=(x+y, y+z, z-x)$

**4)** $[T]_{B_2}=\begin{pmatrix}1&0&0\\0.5&-0.5&1\\-0.75&2.75&0.5\end{pmatrix}$, $[M]_{B_2}^{B_1}=\begin{pmatrix}2&3&0\\-0.5&-1&0.5\\-0.25&-1&0.75\end{pmatrix}$

**5)** $[T]_B=\begin{pmatrix}1&2&2&0\\0&-1&0&2\\3&5&4&-2\\0&-2&0&6\end{pmatrix}$

**6)** $[T]_E=\begin{pmatrix}0&1&0&0&0\\0&0&2&0&0\\0&0&0&3&0\\0&0&0&0&4\\0&0&0&0&0\end{pmatrix}$

**7)** $T\begin{pmatrix}x&y\\z&t\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}1&1\\1&1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x&y\\z&t\end{pmatrix}$

**8)** $T:P_2[R]\to P_2[R]$ ; $T(p(x))=p(x+1)$

**9)** א. $T(a+bx+cx^2)=(a+2b-2c)+(2a+4c)x+(2a+b+2c)x^2$

ב. $T^2(a+bx+cx^2)=(a+2c)1+(10a+8b+4c)x+(8a+6b+4c)x^2$

**10)** שאלת הוכחה.

**11)** א. $\mathrm{Ker}(T)=sp\{-x+x^3,-1+x^2\}$ , $\mathrm{Im}(T)=sp\{1+x^2,x+x^3\}$

ב. $T(a+bx+cx^2+dx^3)=(b+d)(1)+(a+c)x+(b+d)x^2+(a+c)x^3$

**12)** א. $\mathrm{Ker}(T)=sp\left\{\begin{pmatrix}1&-2\\1&0\end{pmatrix},\begin{pmatrix}0&0\\0&1\end{pmatrix}\right\}$ , $\mathrm{Im}(T)=sp\left\{\begin{pmatrix}1&4\\7&0\end{pmatrix},\begin{pmatrix}0&1\\2&0\end{pmatrix}\right\}$

ב. $\mathrm{tr}(T)=15$ , $\det(T)=0$ , $\mathrm{rank}(T)=2$

**13)** שאלת הוכחה.

**14)** א. $[T]_B=\begin{pmatrix}0&-1&0\\0&0&0\\0&0&0\end{pmatrix}$ ב. $B_{\mathrm{Im}(T)}=\{1\}$, $\dim(\mathrm{Im}(T))=1$

$B_{\mathrm{Ker}(T)}=\{1,x^2\}$, $\dim(\mathrm{Ker}(T))=2$

**15)** שאלת הוכחה.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

# מטריצה שמייצגת העתקה מבסיס לבסיס

## שאלות

**1)** מצאו את המטריצה המייצגת של כל אחת מההעתקות הלינאריות הבאות, ביחס לבסיסים הסטנדרטיים של $R^n$ :

א. $T:R^2\to R^3$ , $T(x,y)=(x+y,y,-x)$

ב. $T:R^4\to R^2$ , $T(x,y,z,t)=(4x-y-z+t,x+y+4z+t)$

**2)** נתונה העתקה לינארית $T:R^4\to R^2$ ; $T(x,y,z,t)=(x+y,z+t)$
מצאו את המטריצה שמייצגת את ההעתקה מהבסיס הסטנדרטי של $R^4$ לבסיס הסטנדרטי של $R^2$ .

**3)** תהי $T:R^3\to R^2$ העתקה לינארית המוגדרת על ידי :
$T(x,y,z)=(4x+y-z,x-y+z)$
חשבו את המטריצה המייצגת את ההעתקה $T$ מהבסיס $B_1=\{(1,1,0),(0,1,1),(0,0,1)\}$ של $R^3$ , לבסיס $B_2=\{(1,4),(1,5)\}$ של $R^2$ .
כלומר, את $[T]_{B_1}^{B_2}$ .

**4)** עבור העתקה לינארית $T:R^3\to R^2$ מתקיים : $[T]_{B_1}^{B_2}=\begin{pmatrix}1&2&3\\4&5&6\end{pmatrix}$,
כאשר : $B_2=\{(1,0),\ (0,1)\}$ , $B_1=\{(1,0,0),\ (0,1,0),\ (0,0,1)\}$
מצאו את נוסחת ההעתקה.

**5)** עבור העתקה לינארית $T:R^3\to R^2$ מתקיים : $[T]_{B_1}^{B_2}=\begin{pmatrix}2&1&-1\\0&0&1\end{pmatrix}$
כאשר $B_2=\{(1,1),\ (1,2)\}$ , $B_1=\{(1,1,1),\ (1,0,1),\ (0,0,1)\}$ .
מצאו את נוסחת ההעתקה.

**6)** נתונה העתקה לינארית $T:P_3[R]\to P_2[R]$ .
המטריצה שמייצגת את ההעתקה $T$ , מהבסיס הסטנדרטי של $P_3[R]$ לבסיס הסטנדרטי של $P_2[R]$ , נתונה על ידי : $[T]=\begin{pmatrix}0&1&2&0\\0&0&2&6\\0&0&0&3\end{pmatrix}$.
מצאו את נוסחת ההעתקה.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

**7)** נתונה העתקה לינארית $T:P_2[R]\to R^3$, אשר המטריצה המייצגת אותה מבסיס סטנדרטי לבסיס סטנדרטי היא: $[T]=\begin{pmatrix}1&1&0\\0&1&1\\0&0&1\end{pmatrix}$.

מצאו את נוסחת ההעתקה.

**8)** נתונה העתקה לינארית $T:M_2[R]\to P_3[R]$, שהמטריצה המייצגת אותה מבסיס סטנדרטי לבסיס סטנדרטי היא: $[T]=\begin{pmatrix}1&-1&0&0\\0&0&1&1\\1&0&-1&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}$.

מצאו את נוסחת ההעתקה.

**9)** תהי $T:V\to V$ העתקה לינארית, כך ש- $\dim(V)=n$,
ויהיו $B_1,B_2$ בסיסים סדורים של $V$. הוכיחו או הפריכו:

א. $[T]_{B_1}^{B_1}=I_n$

ב. אם $T$ העתקת זהות, אז בהכרח $[T]_{B_1}^{B_1}=I_n$.

ג. אם $T$ העתקת זהות, אז בהכרח $[T]_{B_2}^{B_1}[T]_{B_1}^{B_2}=I_n$.

**10)** נתונה העתקה לינארית $T:P_2[R]\to R^3$ המוגדרת על ידי:

$$T\left(a+bx+cx^2\right)=(a+b,b+c,c)$$

א. מצאו את המטריצה שמייצגת את ההעתקה מבסיס לבסיס.
(הבסיסים סטנדרטים)

ב. הוכיחו שההעתקה הפיכה וחשבו את $T^{-1}(a,b,c)$.

ג. חשבו את $T^4\left(a+bx+cx^2\right)$.

**11)** נתונה העתקה לינארית $T:M_2[R]\to P_3[R]$, המוגדרת על ידי:

$$T\begin{pmatrix}a&b\\c&d\end{pmatrix}=(a-b)+(c+d)x+(a-c)x^2+dx^3$$

א. מצאו את המטריצה שמייצגת את ההעתקה מבסיס לבסיס.
(הבסיסים סטנדרטים)

ב. הוכיחו שההעתקה הפיכה וחשבו את $T^{-1}\left(a+bx+cx^2+dx^3\right)$.

**12)** חשבו את $ST$ ואת $TS$, עבור ההעתקות:

$$S:R^2\to R^3 \quad ; \quad S(x,y)=(x-y,x+y,y)$$
$$T:P_2[R]\to R^2 \quad ; \quad T(a+bx+cx^2)=(a+b,b-c)$$


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

## תשובות סופיות

**1)** א. $[T]=\begin{pmatrix}1&1\\0&1\\-1&0\end{pmatrix}$ ב. $[T]=\begin{pmatrix}4&-1&-1&1\\1&1&4&1\end{pmatrix}$

**2)** $[T]=\begin{pmatrix}1&1&0&0\\0&0&1&1\end{pmatrix}$

**3)** $[T]=\begin{pmatrix}25&0&-6\\-20&0&5\end{pmatrix}$

**4)** $T(x,y,z)=(x+2y+3z,4x+5y+6z)$

**5)** $T(x,y,z)=(x+y,y+z)$

**6)** $T\left(a+bx+cx^2+dx^3\right)=(b+2c)1+(2c+6d)x+(3d)x^2$

**7)** $T\left(a+bx+cx^2\right)=(a+b,b+c,c)$

**8)** $T\begin{pmatrix}a&b\\c&d\end{pmatrix}=(a-b)+(c+d)x+(a-c)x^2+dx^3$

**9)** שאלת הוכחה.

**10)** א. $\begin{pmatrix}1&1&0\\0&1&1\\0&0&1\end{pmatrix}$ ב. $T^{-1}(a,b,c)=(a-b+c)1+(b-c)x+cx^2$

ג. לא ניתן.

**11)** א. $\begin{pmatrix}1&-1&0&0\\0&0&1&1\\1&0&-1&0\\0&0&0&1\end{pmatrix}$

ב. $T^{-1}(a+bx+cx^2+dx^3)=\begin{pmatrix}b+c-d&-a+b+c-d\\b-d&d\end{pmatrix}$

**12)** $ST\left(a+bx+cx^2\right)=(a+c,a+2b-c,b-c)$


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

# ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים של העתקה

## שאלות

**1)** נתונה העתקה לינארית, $T:M_2[R]\to M_2[R]$ ; $T(X)=PX$,
כאשר $P$ מטריצה לא ידועה מסדר 2.
נסמן ב- $W$ את קבוצת כל המטריצות $P$, שעבורן המטריצה $\begin{pmatrix}1 & 1\\ 0 & 1\end{pmatrix}$
היא וקטור עצמי של ההעתקה.
א. מצאו את $W$.
ב. הוכיחו כי $W$ היא תת-מרחב של $M_2[R]$, ומצאו לה בסיס.

**2)** נתונה העתקה לינארית, $T:M_{10}[R]\to M_{10}[R]$ ; $T(X)=PX$,
כאשר $P$ מטריצה לא ידועה מסדר 10.
ידוע כי $A$ היא מטריצה הפיכה, שמהווה וקטור עצמי של ההעתקה – המתאים לערך העצמי 4.
חשבו את $|P|$.

**3)** מצאו העתקה לינארית $T$, שעבורה המטריצה $\begin{pmatrix}1 & 2 & 3\\ 4 & 5 & 6\end{pmatrix}$,
היא וקטור עצמי המתאים לערך העצמי 4.

**4)** ענו על הסעיפים הבאים:
א. נתונה העתקה לינארית $T(x,y,z)=(4x-y-z,x+2y-z,x-y+2z)$
מצאו ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים של ההעתקה.
האם ההעתקה ניתנת ללכסון?
ב. נתונה העתקה לינארית: $T:R^3\to R^3$ , $T(x,y,z)=(x+y,y+z,z-x)$.
מצאו ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים עבור ההעתקה.
האם ההעתקה ניתנת ללכסון?

**5)** נתונה העתקה לינארית $T(x,y,z)=(x+z,y,x+z)$.
א. מצאו ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים של ההעתקה.
ב. האם ההעתקה ניתנת ללכסון?
ג. במידה וכן, חשבו $T^{2009}(x,y,z)$.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

**6)** נתונה העתקה לינארית:

$$T:M_2[R]\to M_2[R] \quad ; \quad T\begin{pmatrix} x & y \\ z & t \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x & y \\ z & t \end{pmatrix}$$

א. מצאו את המטריצה המייצגת את ההעתקה בבסיס הסטנדרטי.

ב. מצאו ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים של ההעתקה.

ג. האם ההעתקה ניתנת ללכסון?

ד. במידה והתשובה לסעיף ג' חיובית, חשבו את $T^{10}\begin{pmatrix} x & y \\ z & t \end{pmatrix}$.

**7)** נתונה העתקה לינארית: $T:P_2[R]\to P_2[R] \quad ; \quad T\big(p(x)\big)=p(x+1)$

א. מצאו את המטריצה המייצגת את ההעתקה בבסיס הסטנדרטי.

ב. מצאו ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים של ההעתקה.

ג. האם ההעתקה ניתנת ללכסון?

**8)** יהי $V$ מרחב וקטורי מממד $n$.
תהי $T:V\to V$ העתקה ליניארית.

א. הוכיחו ש-$T$ הפיכה אמ"ם כל הערכים העצמיים של $T$ שונים מאפס.

ב. הוכיחו כי אם $T$ הפיכה, אז ל-$T$ ול-$T^{-1}$ יש את אותם וקטורים עצמיים.
מה ניתן לומר על הקשר בין הערכים העצמיים של $T$ ושל $T^{-1}$?


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

## תשובות סופיות

**1)** א. $W=\left\{\begin{pmatrix}\lambda & 0\\ 0 & \lambda\end{pmatrix}\;\middle|\;\lambda\in R\right\}$ ב. $B_W=\left\{\begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}\right\}$

**2)** $4^{10}=|P|$

**3)** $T:M_{2x3}(R)\to M_{2x3}(R)\quad T(X)=4X$

**4)** א. $v_{\lambda=3}^{(1)}=(1,1,0)$ , $v_{\lambda=3}^{(2)}=(1,0,1)$ , $v_{\lambda=2}=(1,1,1)$ , ניתנת ללכסון.

ב. ערך עצמי: $x=0$ , וקטור עצמי: $v_{x=0}=(1,-1,1)$ , לא.

**5)** $v_{\lambda=2}=(1,0,1)$ , $v_{\lambda=1}=(0,1,0)$ , $v_{\lambda=0}=(-1,0,1)$ ב. ניתנת ללכסון.

ג. $T^{2009}(x,y,z)=\left(2^{2008}x+2^{2008}z,\,y,\,2^{2008}x+2^{2008}z\right)$

**6)** א. $[T]_E=A=\begin{pmatrix}1 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 1 & 0 & 1\\ 1 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 1 & 0 & 1\end{pmatrix}$

ב. $v_{x=2}^{(1)}=\begin{pmatrix}0 & 1\\ 0 & 1\end{pmatrix}$ , $v_{x=2}^{(2)}=\begin{pmatrix}1 & 0\\ 1 & 0\end{pmatrix}$ , $v_{x=0}^{(1)}=\begin{pmatrix}-1 & 0\\ 1 & 0\end{pmatrix}$ , $v_{x=0}^{(2)}=\begin{pmatrix}0 & -1\\ 0 & 1\end{pmatrix}$

ג. כן. ד. $T^{10}\begin{pmatrix}x & y\\ z & t\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}2^9x+2^9z & 2^9y+2^9t\\ 2^9x+2^9z & 2^9y+2^9t\end{pmatrix}$

**7)** א. $[T]_E=\begin{pmatrix}1 & 1 & 1\\ 0 & 1 & 2\\ 0 & 0 & 1\end{pmatrix}$ ב. $v_{\lambda=1}=1$ ג. לא ניתנת ללכסון.

**8)** שאלת הוכחה.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©