



מטה מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי
על שם עמוס דה-שליט



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מגוון – מחקר ופיתוח בהוראת מדעי-המחשב
המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
ומוסד הטכניון למחקר ופיתוח בע"מ

תכנות פונקציונלי

פרדיגמה תכנותית נוספת

ספר ראשון

פרק שני: הגדרת פונקציות חדשות

החומרים ניתנים להורדה ושימוש בחינם במסגרת בית הספר.

חל איסור על הפצה מסחרית של החומרים.

פיתוח היחידה:

פרופ' אורי לירון - ראש הפרויקט

תמי לפידות - ראש צוות הפיתוח

דלית לוי

תמר פז

יעוץ אקדמי: ד"ר שאול מרקוביץ

פרק שני: הגדרת פונקציות חדשות

24	מעבדה.....
24	הגדרת פונקציות חדשות.....
30	הגדרת פונקציות לוגיות.....
32	ייצוג ועיבוד מידע מורכב.....
37	סיכום.....
38	תרגילים נוספים.....

חלק ראשון: הגדרת פונקציות חדשות

תרגיל 1

בכיתה י"א 2 נערכו 3 מבחנים במדעי המחשב. המורה למדעי-המחשב החליט שהציון בתעודה יקבע לפי הממוצע של המבחנים האלה.

א. הציונים של תמר הם 90, 100, 95. איזה ביטוי צריך לתת למחשב כדי לקבל את הממוצע של תמר?

ב. כדי להקל עליו בחישוב הממוצע של כל אחד מהתלמידים, רצה המורה להשתמש בפונקציה שתקבל 3 ציונים ותחשב עבורו את הממוצע (באנגלית average).
בחלון הדו-שיח בדוק כיצד מגיב המחשב להוראה (average 90 100 95).
נסה להסביר מדוע המחשב מגיב כך.

ג. נניח שיש לנו 3 ציונים ונכתוב ביטוי מתימטי כללי המחשב את הממוצע:

$$\frac{\text{ציון ראשון} + \text{ציון שני} + \text{ציון שלישי}}{3}$$

כיצד נתרגם את הביטוי הזה לשפת Scheme ?

$$(+ (/ \quad \quad \quad) 3)$$

תרגיל 2

נלמד כעת כיצד ללמד את המחשב פונקציה חדשה המחשבת ממוצע של 3 מספרים.
בחלון ההגדרות (בחלק העליון של המסך) כתבו את ההגדרה של הפונקציה -

```
(define (average g1 g2 g3)
  (/ (+ g1 g2 g3) 3))
```

שם הפונקציה הוא average והיא מקבלת 3 מספרים המיוצגים ע"י הפרמטרים - g1, g2, g3
 גוף הפונקציה מורכב מהביטוי לחישוב ממוצע של 3 מספרים.

לחצו על המקש execute (נמצא בשורת הכפתורים בצד שמאל למעלה).

כעת נוכל להפעיל את הפונקציה בחלון הדו-שיח (בחלק התחתון של המסך).

למשל, תנו את ההוראה (average 8 3 4)

אם הציונים של תמר הם 90, 100, 95 איזה הוראה צריך לתת כדי לקבל את הציון הממוצע של תמר?
 בדקו את ההוראה בחלון הדו-שיח (בחלק התחתון של המסך)

תרגיל 3

כתבו פונקציה בשם kafil שמכפילה 3 מספרים.

```
(define (kafil a b c)
  (
```

בידקו שהפונקציה kafil מבצעת הכפלה של הפרמטרים.

סדר העבודה:

1. עוברים לחלון ההגדרות (בחלק העליון) ומגדירים פונקציות חדשות.
2. לוחצים על כפתור execute
3. עוברים לחלון הדו-שיח (בחלק התחתון) ומפעילים את הפונקציות.

תרגיל 4

נכתוב פונקציה בשם bli2 שמקבלת רשימה ומחזירה אותה בלי שני האברים הראשונים שלה.

למשל, בתגובה להוראה (bli2 '(I love you very much))

הפונקציה תחזיר את הרשימה (you very much)

א. כתבו ביטוי בשפת Scheme שמחזיר רשימה בלי שני האברים הראשונים שלה.

ב. בחלון ההגדרות השלימו את הגדרת הפונקציה bli2

```
(define (bli2 L)
```

```
(
    ))
```

שם הפונקציה הוא bli2 ויש לה פרמטר אחד L.

ג. לחצו על כפתור execute

ד. בחלון הדו-שיח תנו את ההוראה (bli2 '(I love you very much))

תרגיל 5

נכתוב פונקציה בשם last שמקבלת רשימה ומחזירה את האיבר האחרון שלה.

למשל, בתגובה להוראה (last '(I love you very much))

הפונקציה תחזיר את much

א. נכתוב ביטוי בשפת Scheme שמחזיר את האיבר האחרון ברשימה.

```
( first ( reverse '( רשימה ) ) )
```

```
| _____ |
```

ב. בחלון ההגדרות כתבו את הגדרת הפונקציה

הגדרה של פונקציה חדשה רושמים כך:
(define (פראמר -הפונקציה)
 (ביטוי חוקי בשפה)

ג. לחצו על כפתור execute

ד. בחלון הדו-שיח תנו את ההוראה (last '(I love you very much))

תרגיל 6

בתרגיל הקודם כתבתם פונקציה בשם last שמקבלת רשימה ומחזירה את האיבר האחרון שלה.
א. עברו לחלון הדו-שיח והפעילו את הפונקציה last על הרשימות הבאות:

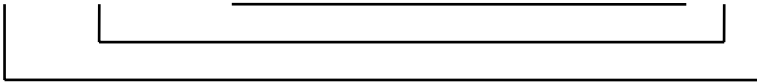
(last '(98 88 82 80 77 73 65 63))

(last '(alon rina rotem nati))

(last '(25 28 30 32 38))

ב. לפניכם ביטוי מורכב

(last (reverse (rest '(I love you very much))))



מה יוחזר בתגובה לביטוי הזה?
בידקו במחשב (בחלון הדו-שיח)

תרגיל 7

נכתוב כעת פונקציה חדשה שפועלת על שתי רשימות של מספרים.
הפונקציה תחזיר את הסכום של האיברים הראשונים בשתי הרשימות.
למשל, כשנפעיל את הפונקציה כך ((10 20 30) '(1 2 3 4) sum-first) נקבל 11.

א. כדי לקבל את האיבר הראשון של רשימה, צריך לכתוב את הביטוי -

ב. כדי לקבל את סכום האיברים הראשונים בשתי רשימות, צריך לכתוב את הביטוי -

ג. הגדירו את הפונקציה sum-first בחלון ההגדרות.

לחצו על כפתור execute

בחלון הדו-שיח, הפעילו את הפונקציה ובידקו שהיא מחזירה את הסכום המבוקש.

תרגיל 8

הגדירו במחשב פונקציה בשם `sum-length` שמקבלת שתי רשימות ומחזירה את סכום האורכים שלהן. למשל, בתגובה להוראה `(sum-length '(x y z) '(a b c d))` נקבל 7 תזכורת: הפונקציה `length` מחזירה אורך של רשימה.

תרגיל 9

הגדירו במחשב פונקציה בשם `length2` אשר מחזירה את אורך האיבר השני ברשימה. למשל, בתגובה להוראה `((length2 '(daniel 60 80 75) (tal 100 92) (oded 89)))` נקבל 3

תרגיל 10

הגדירו במחשב פונקציה בשם `plus` שמקבלת רשימה של מספרים ומחזירה את הסכום של שני האיברים הראשונים ברשימה. למשל, בתגובה להוראה `(plus '(20 4 15 67 3 78))` נקבל 24 כי שני האיברים הראשונים הם 20 ו-4

תרגיל 11

הגדירו במחשב פונקציה בשם `place` שמקבלת רשימה שהאיבר הראשון בה הוא מספר `n`. הפונקציה מחזירה את האיבר שנמצא ברשימה במקום ה-`n` ברשימה. למשל, בתגובה להוראה `(place '(3 hanan ofer tal ilana))` נקבל `ofer`. בתגובה להוראה `(place '(5 50 27 81 19 100 73))` נקבל 19.

תרגיל 12

א. העתיקו את הפונקציה הבאה לחלון ההגדרות.

```
(define (sod x L)
  (cons x (rest L)))
```

לחצו על execute ובידקו מה מוחזר בכל אחד מהמקרים הבאים:

	ההוראה	מה מוחזר?
1	(sod 7 '(1 2 3))	
2	(sod 15 '(20 1 6))	
3	(sod (+ 1 3) '(5 3 2 1))	

ב. מה מחזירה הפונקציה sod ?

תנו לפונקציה שם משמעותי שירמז על תפקידה.

ג. כתבו פונקציה put-last שמקבלת מספר ורשימה. הפונקציה תוסיף את המספר לסוף הרשימה.

למשל, בתגובה להוראה (put-last 15 '(20 1 6)) נקבל את הרשימה (20 1 6 15)

ד. כתבו פונקציה replace-last שמקבלת מספר ורשימה. הפונקציה תחליף את האיבר האחרון ברשימה.

למשל, בתגובה להוראה (replace-last 15 '(20 1 6)) נקבל את הרשימה (20 1 15)

חלק שני: הגדרת פונקציות לוגיות

תרגיל 13

א. העתיקו את הפונקציה הבאה למחשב (בחלון העליון).

```
(define (big4? num)
  (> num 4))
```

לחצו על execute ובידקו מה מוחזר בכל אחד מהמקרים הבאים:

	ההוראה	מה מוחזר?
1	(big4? 7)	
2	(big4? (+ 10 5))	
3	(big4? 1)	
4	(big4? 3)	
5	(big4? (* 2 2))	
6	(big4? -7)	

ב. מדוע קראנו לפונקציה בשם big4? ומה מסמל סימן השאלה?

פונקציה לוגית היא פונקציה שמחזירה אחד משני ערכים - #t (אמת) או #f (שקר)

ג. כתבו פונקציה לוגית שמקבלת מספר ומחזירה #t אם המספר הוא 1. בכל מקרה אחר, הפונקציה תחזיר #f

ד. כתבו פונקציה לוגית שמקבלת שני מספרים ומחזירה $\#t$ אם הסכום שלהם חיובי. בכל מקרה אחר, הפונקציה תחזיר $\#f$. (שימו לב: המספרים יכולים להיות גם שליליים)

ה. כתבו פונקציה לוגית שמקבלת שתי רשימות ומחזירה $\#t$ אם האיברים הראשונים שלהם זהים. בכל מקרה אחר, הפונקציה תחזיר $\#f$.

ו. כתבו פונקציה לוגית שמקבלת מספר ומחזירה $\#t$ אם הוא מספר חיובי וזוגי. אחרת, יחזיר $\#f$.

תרגיל 14

כתבו פונקציה לוגית שמקבלת רשימה של שני מספרים ומחזירה $\#t$ אם הם מהווים נקודה במערכת צירים. מערכת הצירים מוגדרת כך $-200 \leq x \leq 200$, $-120 \leq y \leq 120$

חלק שלישי: ייצוג ועיבוד מידע מורכב

תרגיל 15

במשחק איקס-עיגול יש לוח 3×3 ובו 9 משבצות.

במשחק יש שני שחקנים ולכל אחד מהם יש סימן קבוע. למשל, לשחקן אחד הסימן x ולשני הסימן o. מטרת השחקנים היא להשלים שלישייה מאותו סימן. השלישייה יכולה להיות שורה, עמודה או אלכסון.

א. כיצד ניתן לייצג את לוח המשחק בעזרת רשימות? הצע שתי דרכים שונות. (שימו לב שהלוח הוא בעצם מערך דו-ממדי)

ב. בחר אחת מהדרכים שהצעת בסעיף הקודם וכתוב פונקציה `get` שמקבלת לוח משחק ומשבצת מסוימת על הלוח ומחזירה את הסימן שנמצא באותה המשבצת.

לוח המשחק

למשל, עבור הלוח הבא והמשבצת 5 יוחזר הסימן X

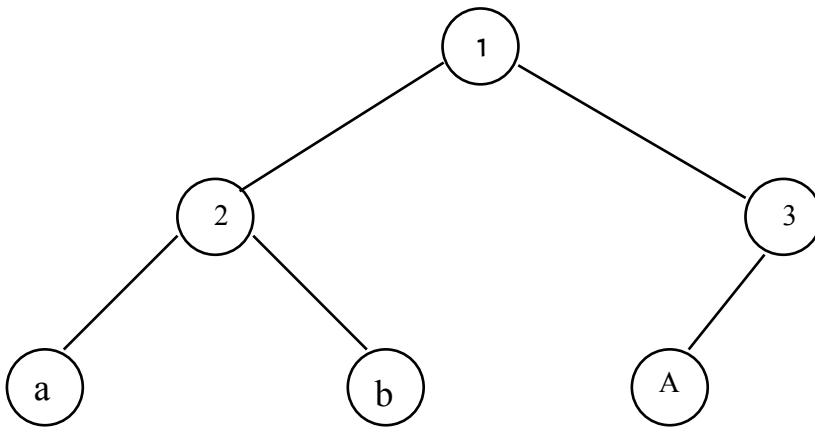
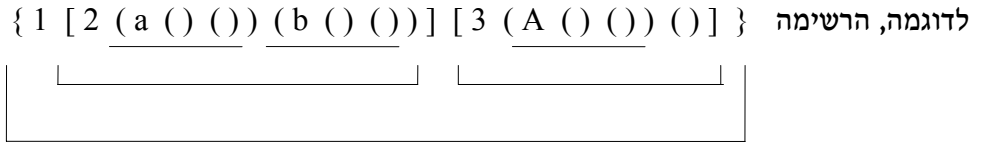
x		o
	x	o

ג. פונקציה `teko?` היא פונקציה לוגית שמקבלת לוח משחק ובודקת האם יש תיקו במשחק. אם יש תיקו הפונקציה תחזיר `#t`, אחרת יוחזר `#f` (תיקו פרושו שכל הלוח מלא אבל אף אחד לא מנצח). הסבר במילים מה צריכה לבצע הפונקציה `teko?`

ד. הסבר במילים מה צריכה לבצע פונקציה `win?` (שמקבלת לוח משחק) כדי לקבוע האם יש מנצח במשחק.

תרגיל 16

עץ בינארי הוא מבנה נתונים המורכב מאברים המכונים "צמתים". לכל צומת יכולים להיות לכל היותר שני צמתים שהם "בנים" שלו. כל "בן" יכול להיות בעצמו תת-עץ. צמתים שאין להם בנים נקראים "עלים". אפשר לממש את העץ בעזרת רשימה בת שלושה אברים: שורש העץ יופיע ראשון, הבן (או התת-עץ) השמאלי יופיע שני והבן (או התת-עץ) הימני יופיע שלישי. כלומר, המבנה הכללי יהיה [root left-son right-son]



מייצגת את העץ הבא:

א. כתבו פונקציה לוגית empty-tree? שמקבלת עץ ומחזירה #t אם העץ ריק ו-#f אחרת.

ב. כתבו פונקציה root שמקבלת עץ ומחזירה את השורש שלו.

ג. כתבו פונקציה left-son שמקבלת עץ ומחזירה את הבן (או התת-עץ) השמאלי שלו.

ד. כתבו פונקציה right-son שמקבלת עץ ומחזירה את הבן (או התת-עץ) הימני שלו.

ה. כתבו פונקציה replace-root שמקבלת עץ ושורש חדש ומחזירה את העץ עם השורש החדש (במקום השורש הקודם).

ו. כתבו פונקציה replace-left שמקבלת עץ ובן (או תת-עץ) שמאלי חדש ומחזירה את העץ עם תת העץ השמאלי החדש.

ז. כתבו פונקציה replace-right שמקבלת עץ ובן (או תת-עץ) ימני חדש ומחזירה את העץ עם תת העץ הימני החדש.

ח. הסבירו במילים מה צריך לעשות כדי לדעת האם איבר מסוים הוא עלה בעץ (כלומר, אין לו בנים).

תרגיל 17

נתונה רשימה המכילה נתונים על תכניות טלוויזיה.

התכניות מסודרות לפי אחוז הצפייה בהן כך שהתכנית הראשונה ברשימה היא זו שנצפתה ע"י מירב הצופים.

לדוגמה, הרשימה הבאה מייצגת נתונים על שתי תכניות טלוויזיה

'(((time 9) (name news) (channel 1) (rate 19)) ((time 8) (name sports) (channel 2) (rate 16))))

א. כתבו במילים שלכם מה מחזיר הביטוי (first (first L)) כאשר L היא רשימת התכניות?

ב. כתבו במילים שלכם מה מחזיר הביטוי (list-ref (first L) 1) כאשר L היא רשימת התכניות?

ג. כתבו במילים שלכם מה מחזיר הביטוי (last (list-ref (first L) 2)) כאשר L היא רשימת התכניות?

ד. כתבו את הפונקציות הבאות:

- הפונקציה good-time מקבלת את רשימת התכניות ומחזירה את השעה בה נרשמו אחוזי הצפייה הגבוהים ביותר. רמז: שימו לב לסדר האיברים ברשימה.

- הפונקציה bad-time מקבלת את רשימת התכניות ומחזירה את השעה בה נרשמו אחוזי הצפייה הנמוכים ביותר.

- הפונקציה rating מקבלת את רשימת התכניות ומקום ברשימה זו (למשל 2), ומחזירה את אחוז הצופים בתכנית המתאימה. למשל, עבור רשימת הנתונים שבדוגמה ומקום 2, הפונקציה תחזיר 16.

- הפונקציה the-best מקבלת את רשימת התכניות ומחזירה את שם התכנית הנצפית ביותר.

סיכום: הגדרת פונקציות חדשות

א. בפרק השני למדנו כיצד להגדיר פונקציות חדשות בשפה.

ב. כל הגדרה נפתחת במילה `define` ולאחריה **כותרת** הפונקציה וגוף הפונקציה.

ה**כותרת** מכילה את שם הפונקציה ואת שמות הפרמטרים. למשל, `(average a b)`.

גוף הפונקציה הוא ביטוי ב-Scheme המתאר את החישוב שהפונקציה מבצעת. למשל `(/ (+ a b) 2)`

ג. באופן כללי, פונקציה חדשה מגדירים כך:

(... פונקציה `define`)

(`אז הפונקציה - ביטוי אוקי בשפה`)

ד. את הפונקציות החדשות מגדירים בחלון ההגדרות ואילו בחלון הדו-שיח, מפעילים את הפונקציה.

ה. פונקציה עם פרמטרים היא כמו אלגוריתם כללי.

בעת הקריאה לפונקציה אנחנו נותנים ערכים לפרמטרים ובעזרתם מחשבים את האלגוריתם עבור נתונים מסוימים.

למשל, הפונקציה `last` יכולה להחזיר את האיבר האחרון של כל רשימה.

ו. הפרמטרים של הפונקציות הם משתנים שערכם יכול להשתנות מהרצה להרצה.

ז. **פונקציה לוגית** היא פונקציה שמחזירה אחד משני ערכים - `#t` (אמת) או `#f` (שקר)

מומלץ לסמן פונקציה כזו על ידי תוספת של סימן שאלה בסוף שמה.

ח. ראינו שאפשר לייצג **מידע מורכב** בעזרת רשימות. ראינו גם כיצד לשלוף מידע מתוך הרשימות האלה.

ט. כאשר פונקציה מורכבת מחישובים רבים, כדאי להגדיר **פונקציות עזר**.

צורת עבודה כזו יכולה לסייע גם בפתרון הבעיה וגם בקבלת תכנית ברורה יותר.

תרגילים נוספים לפרק "הגדרת פונקציות חדשות"

תרגיל 1

נתונה הפונקציה david:

```
(define (david num)
  (* 2 num))
```

א. מה יחזירו הביטויים הבאים -

(david 10) -

(david 0.5) -

(david 0) -

ב. השלימו: הפונקציה david מקבלת ומחזירה

ג. תנו לפונקציה שם משמעותי -

ד. נתונות מספר פונקציות. סמנו אלה מהן שקולות לפונקציה david (כלומר, את הפונקציות שמחזירות את אותו הערך שמחזירה הפונקציה david עבור כל קלט).

1. (define (david num)
 (* 2 num))

4. (define (goliat num)
 (* num 2))

2. (define (dan Y)
 (* Y 2))

5. (define (david num)
 (+ num num))

3. (define (kaful2 david)
 (* 2 david))

6. (define (num david)
 (+ david david))

תרגיל 2

א. השלימו את הגדרת הפונקציה הבאה, כך שתקבל אורך ורוחב של מלבן ותחזיר את שטח המלבן.

```
(define (malben-area side1 side2)
  (
    ))
```

ב. הפונקציה הבאה מקבלת אורך ורוחב של מלבן. מה היא מחזירה?

```
(define (malben-what side1 side2)
  (+ (* 2 side1) (* 2 side2)))
```

ג. אפשר לכתוב את הפונקציה מסעיף ב' גם בצורה אחרת, תוך שימוש בפונקציה הכופלת פי 2 (הפונקציה מהתרגיל הראשון). כתבו את הפונקציה malben-what מחדש לפי העקרון הזה.

תרגיל 3

נתונה הפונקציה rinat:

```
(define (rinat L)
  (first (rest L)))
```

א. מה יחזירו הביטויים הבאים -

(rinat '(10 100 1000 10000)) -

(rinat '(a ((b c) d) e)) -

(rinat '(hi)) -

ב. השלימו: הפונקציה rinat מקבלת ומחזירה

ג. תנו לפונקציה שם משמעותי -

ד. נתונות מספר פונקציות. סמנו אלה מהן שקולות לפונקציה rinat (כלומר, את הפונקציות שמחזירות את אותו הערך שמחזירה הפונקציה rinat עבור כל קלט).

1. (define (rinat num)
 (first (rest num)))

4. (define (ronit list)
 (first (rest list)))

2. (define (ronit L)
 (rest (first L)))

5. (define (david num)
 (first (rest num)))

3. (define (rinat L)
 (* 2 L))

6. (define (rinat list)
 (rest (rest list)))

תרגיל 4

הפונקציה הבאה הוגדרה במחשב:

```
(define (ribua number)
  (* number number))
```

רשמו את הערך המוחזר מכל אחד מהביטויים שבטבלה הבאה:

	הביטוי	הערך המוחזר
1	(+ [min 8 4 2] [sqrt 16])	
2	(ribua [first '(2 -4 6)])	
3	(* [first '(2 3 4 6)] [second '(2 3 4 6)])	
4	(- 4 (ribua 3))	
5	(sub1 [sqrt { abs (+ 10 -20 6) }])	

תרגיל 5

כתבו פונקציה אשר קולטת רשימה של 3 מספרים ומחזירה את מכפלתם.

תרגיל 6

כתבו פונקציה אשר קולטת רשימה ומחזירה את הרשימה ללא האיבר האחרון.

למשל, עבור הרשימה '(a b c d)' הפונקציה תחזיר '(a b c)'

תרגיל 7

נתונה פונקציה:

(define (what is my name)

(/ (+ is my name) 3))

א. מה שם הפונקציה? _____

ב. כמה פרמטרים יש לפונקציה? _____

ג. מה תחזיר הפונקציה בכל אחד מהמקרים הבאים?

(what 10 20 30) -

(what 10 10 10) -

ד. תנו לפונקציה ולפרמטרים שמות משמעותיים.

שם הפונקציה _____

שמות הפרמטרים _____

תרגיל 8

נתונה הפונקציה bli3.

(define (bli3 L)

(rest (rest (rest L))))

א. חשבו מה מחזירה הפונקציה עבור כל אחת מהרשימות הבאות.

1. (bli3 '(Avi Amit Idan Aviv Gil)) -

2. (bli3 '(10 20 30 40 50 60)) -

3. (bli3 '(good night to you)) -

4. (bli3 '((I miss you) baby (very much))) -

5. (bli3 '(good morning noam ())) -

ב. מה מחזיר כל אחד מהביטויים הבאים? (הפונקציות rinat, david, לקוחות מתרגילים 3,1 בהתאמה).

1. (first (bli3 '(Avi Amit Idan Aviv Gil))) -
2. (rinat (bli3 '(10 20 30 40 50 60))) -
3. (david (rinat (bli3 '(-5 19 7 3 10 92 44)))) -
4. (cons 100 (bli3 '(10 20 30 40 50 60))) -
5. (rinat (cons (+ 2 18) (bli3 '(10 20 30 40 50 60))))
6. (cons (bli3 '(10 20 30 40 50)) (bli3 '(60 70 80 90)))

תרגיל 9

הוגדרה הפונקציה הבאה:

```
(define (last L)
  (first (reverse L)))
```

א. כתבו במלים מה מחזיר הביטוי הבא - (last (reverse (rest L)))

ב. רשמו ביטוי שקול לזה המופיע בסעיף א (כלומר, ביטוי אחר המחזיר את אותו ערך).

ג. כתבו במלים מה מחזיר הביטוי הבא - (last (reverse (rest (reverse L))))

ד. רשמו ביטוי שקול לזה המופיע בסעיף ג.

תרגיל 10

הוגדרה הפונקציה הבאה. (L היא רשימה באורך 2 לפחות)

```
(define (put2 x L)
  (cons (first L)
        (cons x (rest (rest L))))))
```

א. מה תהיה תגובת המחשב להוראות הבאות:

1. (put2 50 '(10 20 30 40))
2. (put2 (last '(1 2 3)) '(10 20 30 40))
3. (put2 50 (rest '(10 20 30 40)))

ב. כתבו במילים מה מבצעת הפונקציה put2

תרגיל 11

א. כתבו פונקציה push שמקבלת שתי רשימות ומחזירה את הרשימה השנייה כשבתחילתה נוסף האיבר הראשון של הרשימה הראשונה. למשל עבור הביטוי (push '(a b c d) '(1 2 3)) תוחזר הרשימה (a 1 2 3).

ב. כתבו פונקציה change שמקבלת שתי רשימות ומחזירה את הרשימה השנייה כשבמקום האיבר הראשון שלה מופיע האיבר הראשון של הרשימה הראשונה. למשל עבור הביטוי (change '(a b c d) '(1 2 3)) תוחזר הרשימה (a 2 3).

תרגיל 12

לפניכם 3 פונקציות. הפונקציה part-1 מחזירה מילה. שתי הפונקציות האחרות מחזירות רשימה. איזו רשימה תחזיר הפונקציה together ?

```
(define (part-1)
```

```
  (list-ref [ reverse '(programming history english geography) ]
            [ length (cons '(a b) '(c d)) ]))
```

```
(define (part-2)
```

```
  (cons '(is) [ rest (rest '(fun and easy)) ]))
```

```
(define (together)
```

```
  (cons (part-1) (part-2)))
```

תרגיל 13

נתונות שתי פונקציות:

```
(define (father L)
```

```
  (rest (son L)))
```

```
(define (son L)
```

```
  (rest (rest L)))
```

א. השלימו:

הפונקציה son מקבלת רשימה ומחזירה

הפונקציה father מקבלת רשימה ומחזירה

ב. רישמו ליד כל אחד מהמשפטים הבאים "נכון" או "לא נכון"

- הפונקציה father משתמשת רק בפונקציות יסוד.
- הפונקציה son משתמשת בפונקציה father
- הפונקציה son מחזירה תמיד רשימה.
- אם L היא רשימה עם פחות משני איברים, הפעלת הפונקציה son תגרום להודעת שגיאה.
- הפונקציה son לא תפעל כראוי אם לא נגדיר את הפונקציה father

תרגיל 14

התבוננו בפונקציות הבאות ורשמו ליד כל אחד מהמשפטים שלאחריהן "נכון" או "לא נכון".

(define (last L) (first (reverse L)))	(define (before-last L) (second (reverse L)))	(define (sheni L) (first (rest L)))
(define (sum-two L) (+ (first L) (sheni L)))	(define (sum-two-last L) (+ (last L) (before-last L)))	

- הפונקציה last היא פונקצית יסוד בשפת Scheme
- הפונקציה last משתמשת רק בפונקציות יסוד
- הפונקציה before-last משתמשת רק בפונקציות יסוד
- הפונקציה sum-two-last משתמשת רק בפונקציות חדשות
- לכל הפונקציות החדשות המוגדרות לעיל יש פרמטר אחד בשם L
- אם נקרא לפרמטר של הפונקציה last בשם אחר, היא לא תפעל כראוי.
למשל כך (define (last x) (first (reverse x)))
- אם ניתן לפונקציה sheni שם אחר (למשל ten) הפונקציה לא תחזיר את האיבר השני ברשימה
- הפונקציות sum-two ו- sum-two-last הן פונקציות שקולות
- הפונקציה sum-two לא תוכל להתבצע אם לא הגדירו גם פונקציה חדשה בשם sheni
- הפונקציה sum-two לא תוכל להתבצע אם לא הגדירו גם פונקציה חדשה בשם last

תרגיל 15

בכל אחד מהמשפטים הבאים, סמנו את החלק הנכון:

- הביטוי `(define (two list1 list2))` הוא **כותרת של פונקציה / הרצה של פונקציה**.
- הביטוי `(two '(1 2) '(a b))` הוא **כותרת של פונקציה / הרצה של פונקציה**.
- את ההוראה `(func1 8)` כותבים **בחלון העליון / בחלון התחתון / אפשר בשני החלונות**.
- הביטוי `(define (func1 8))` הוא **בטוי חוקי / לא חוקי**.
- בתגובה לביטוי `(add1 (one 34))` **תמיד תתקבל הודעת שגיאה / תמיד יתקבל ערך מספרי / תתקבל שגיאה רק אם לא הוגדרה הפונקציה one**.
- כאשר מגדירים `(define (func 2lists) ...)` הכותרת היא חלק מהגדרת פונקציה **ללא פרמטרים / עם פרמטר אחד / עם שני פרמטרים**.
- בתוך הגדרה של פונקציה חדשה **ניתן / לא ניתן** להשתמש בפונקציה שהוגדרה כבר בחלון העליון.
- כאשר מגדירים `(define func list ...)` הכותרת היא **כותרת חוקית / לא חוקית להגדרת פונקציה חדשה**.
- כאשר מגדירים `(define (a b c) ...)` שם הפונקציה הוא **`a \ b \ c`**.
- כאשר מגדירים `(define (func1 func2) ...)` הכותרת היא **כותרת חוקית / לא חוקית להגדרת פונקציה חדשה**.
- הפרמטרים של הפונקציה מקבלים את **שם** בזמן הגדרת הפונקציה / **בזמן הקריאה** לפונקציה.
- הפרמטרים של הפונקציה מקבלים את **ערכם** בזמן הגדרת הפונקציה / **בזמן הקריאה** לפונקציה.

תרגיל 16

תלמידים התבקשו לכתוב פונקציה שמקבלת שני ציונים בהיסטוריה ושניים בספרות ומחזירה את הממוצע הגבוה יותר בין המקצועות. למשל: `maxgrade 70 80 60 100` תחזיר 80 (כי הממוצע של הסטוריה הוא 75 והממוצע של ספרות הוא 80).

להלן חמישה פתרונות שנתנו התלמידים. לכל פתרון כזה רשמו אם הוא ייתן את התשובה המבוקשת.

הסבירו מדוע מתקבלת תגובה כזו.

פתרון מספר	הפונקציות	התשובה המתקבלת
1	<pre>(define (average x y) (/ (+ x y) 2)) (define (maxgrade his1 his2 sif1 sif2) (max (average x y) (average x y)))</pre>	
2	<pre>(define (average his1 his2) (/ (+ x y) 2)) (define (maxgrade his1 his2 sif1 sif2) (max (average his1 his2) (average sif1 sif2)))</pre>	
3	<pre>(define (average x y) (/ (+ x y) 2)) (define (maxgrade a b c d) (max (average a b) (average c d)))</pre>	
4	<pre>(define (average x y) (/ (+ x y) 2)) (define (maxgrade his1 his2 sif1 sif2) (max (average x y) (average sif1 sif2)))</pre>	
5	<pre>(define (average his1 his2) (/ (+ his1 his2) 2)) (define (maxgrade his1 his2 sif1 sif2) (max (average his1 his2) (average sif1 sif2)))</pre>	

תרגיל 17

א. כתבו פונקציה more-two שמקבלת רשימה ושני אטומים ומוסיפה את שני האטומים בתחילת הרשימה. למשל הביטוי (a b c) more-two יחזיר את הרשימה (c b a 5 120).

ב. נתונים שני פרמטרים L (רשימה) ו-p (אטום). מה יחזירו הביטויים שבטבלה? השלימו.

L	p	(cons p (reverse L))	(reverse (cons p (reverse L)))
'(a b c d e)	1		
'(1999 (is good))	'year		
'(you are very)	'nice		

ג. כתבו פונקציה שמקבלת רשימה ואטום ומוסיפה את האטום בתחילת הרשימה וגם בסופה. למשל, עבור הרשימה (a b c) והאטום 120 תוחזר הרשימה (120 a b c 120).

ד. כתבו פונקציה שמקבלת רשימה ואטום. הפונקציה מוסיפה את האטום גם לפני האיבר הראשון וגם אחרי האיבר הראשון. למשל, עבור הרשימה (a b c) והאטום 120 תוחזר הרשימה (120 a 120 b c).

תרגיל 18

הפונקציה update1 פועלת על שני פרמטרים, רשימה באורך כלשהו ונתון (אטום או רשימה).

```
(define (update1 L new)
  (cons new (rest L)))
```

א. כיתבו במילים שלכם מה מחזירה הפונקציה. העזרו בביטויים הבאים:

```
(update1 '(a b c d e) 1)
```

```
(update1 '(mickey loves mini) 'donald)
```

```
(update1 '(mickey loves mini) '(donald loves))
```

הפונקציה update1 פועלת על שני פרמטרים, רשימה L ונתון new (אטום או רשימה)

ומחזירה

ב. נתונים שני פרמטרים L (רשימה) ו- new (אטום או רשימה).

מה יחזיר הביטוי (update1 (rest L) new) ? השלימו את הטבלה.

L	new	(update1 (rest L) new)
'(a b c d e)	1	
'(a b c)	1	
'(you are nice)	'very	
'(you are nice)	'(1999 year)	

ג. השלימו את הפונקציה update2 אשר מעדכנת את האיבר השני ברשימה.

לדוגמה, הביטוי (update2 '(mickey loves mini) hates) יחזיר את הרשימה (mickey hates mini)

```
(define (update2 L new)
```

```
(
  (
    ) (update1 (rest L) new)))
```

ד. כתבו פונקציה בשם update-last אשר מעדכנת את האיבר האחרון ברשימה.

לדוגמה, הביטוי (update-last '(mickey loves mini) donald) יחזיר את הרשימה (mickey loves donald)

תרגיל 19

לפניכם ארבע פונקציות. מה מחזירה כל אחת מהן? מדוע?

(define (f1) 8)

(define (f2) '8)

(define (f3) '(8))

(define (f4) (8))

(define (f5) (f1))