Part 1: Theoretical questions

1. שלב א' – שינוי שמות של משתנים שהם bound: ((lambda (x y) (if (> x y) #t #f)) 8 3)  
   שלב ב' – השמת כל ביטוי למשנה טיפוס:

|  |  |
| --- | --- |
| Var | Expression |
|  | ((lambda (x y) (if (> x y) #t #f)) 8 3) |
|  | (lambda (x y) (if (> x y) #t #f)) |
|  | x |
|  | y |
|  | (if (> x y) #t #f) |
|  | (> x y) |
|  | > |
|  | #t |
|  | #f |
|  | 8 |
|  | 3 |

שלב ג' – בניית משוואות:

|  |  |
| --- | --- |
| Equations | Expression |
|  | ((lambda (x y) (if (> x y) #t #f)) 8 3) |
|  | (lambda (x y) (if (> x y) #t #f)) |
|  | (if (> x y) #t #f) |
|  | (> x y) |
|  | > |
|  | #t |
|  | #f |
|  | 8 |
|  | 3 |

שלב ד' – פתירת המשוואות:  
אתחול:

Substitution (empty)

|  |
| --- |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

צעד 1:  
משוואה:

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*אחד מצדי המשוואה המתקבלת הוא משתנה טיפוס, ולכן נפעיל את המשוואה על substitution:

Substitution

|  |
| --- |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

צעד 2:  
משוואה:

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*שני צידי המשוואה הם ביטויים טיפוסים מורכבים בעלי אותו בנאי, ולכן נפרק למשוואות של תתי הביטויים, נוסיף אותן לקבוצת המשוואות ונמחק את המשוואה המקורית של הצעד הזה.

Substitution

|  |
| --- |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

*צעד 3:  
משוואה:*

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*אחד מצדי המשוואה המתקבלת הוא משתנה טיפוס, ולכן נפעיל את המשוואה על substitution:

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

*צעד 4:  
משוואה:*

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*אחד מצדי המשוואה המתקבלת הוא משתנה טיפוס, ולכן נפעיל את המשוואה על substitution:

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

*צעד 5:  
משוואה:*

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*אחד מצדי המשוואה המתקבלת הוא משתנה טיפוס, ולכן נפעיל את המשוואה על substitution:

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

*צעד 6:  
משוואה:*

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*שני צידי המשוואה הם ביטויים טיפוסים מורכבים בעלי אותו בנאי, ולכן נפרק למשוואות של תתי הביטויים, נוסיף אותן לקבוצת המשוואות ונמחק את המשוואה המקורית של הצעד הזה.

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

*צעד 7:  
משוואה:*

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*אחד מצדי המשוואה המתקבלת הוא משתנה טיפוס, ולכן נפעיל את המשוואה על substitution:

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

*צעד 8:  
משוואה:*

שני הצדדים הם טיפוסים אטומיים שווים, ולכן נמשיך לצעד הבא לאחר שנמחק את המשוואה הראשונה.

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

צעד 9:  
משוואה:

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*אחד מצדי המשוואה המתקבלת הוא משתנה טיפוס, ולכן נפעיל את המשוואה על substitution:

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

צעד 10:  
משוואה:

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*אחד מצדי המשוואה המתקבלת הוא משתנה טיפוס, ולכן נפעיל את המשוואה על substitution:

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

צעד 11:  
משוואה:

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*אחד מצדי המשוואה המתקבלת הוא משתנה טיפוס, ולכן נפעיל את המשוואה על substitution:

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

צעד 12:  
משוואה:

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*אחד מצדי המשוואה המתקבלת הוא משתנה טיפוס, ולכן נפעיל את המשוואה על substitution:

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

צעד 13:  
משוואה:

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*אחד מצדי המשוואה המתקבלת הוא משתנה טיפוס, ולכן נפעיל את המשוואה על substitution:

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

צעד 14:  
משוואה:

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*שני הצדדים הם טיפוסים אטומיים שווים, ולכן נמשיך לצעד הבא לאחר שנמחק את המשוואה הראשונה.

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

צעד 15:  
משוואה:

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*שני הצדדים הם טיפוסים אטומיים שווים, ולכן נמשיך לצעד הבא לאחר שנמחק את המשוואה הראשונה.

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

צעד 16:  
משוואה:

*נפעיל את* substitution *על המשוואה:*אחד מצדי המשוואה המתקבלת הוא משתנה טיפוס, ולכן נפעיל את המשוואה על substitution:

Substitution

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Equations (empty)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

אלגוריתם הסקת הטיפוס הסתיים בהצלחה מאחר ולא נותרו משוואות לעבד (ולא נתקלו בשגיאה במשוואה האחרונה). לכן הסקנו שטיפוס הביטוי שבשאלה הוא Boolean.

* 1. הטענה נכונה כי מפעילים את f על x, מספר וסוג הפרמטרים מתאימים, ולכן טיפוס הביטוי הוא דרך ההחזרה של f שהוא T1
  2. הטענה אינה נכונה כי f מצפה לקבל פרמטר אחד בלבד, אולם היא מקבלת שניים.
  3. הטענה נכונה. מאותה סיבה בסעיף a, טיפוס ההחזרה של הביטוי (g x) הוא טיפוס ההחזרה של g שהוא T2. מאותה סיבה בדיוק, נקבל שטיפוס הביטוי כולו הוא טיפוס ההחזרה של f שהוא T1.
  4. הטענה שגויה מאותה סיבה בסעיף b
  5. cons: [T1\*T2->Pair(T1, T2)]  
     הסבר: cons מקבל שני ארגומנטים ויוצא מהם זוג סדור (כך שהארגומנט הראשון הוא הראשון בזוג והשני שני בזוג)
  6. car: [Pair(T1, T2)->T1]  
     הסבר: car מקבל זוג ומחזיר את הפריט הראשון שלו
  7. cdr: [Pair(T1, T2)->T2]  
     הסבר: cdr מקבל זוג ומחזיר את הפריט השני שלו

1. [T1->(T1 \* T1 \* T1)]
   1. {T1=T2}
   2. {}
   3. {T1=[T3->Number],T2=Number,T4=[T3->Number]}
   4. {T1=[Number->Number]}

Part 2: Type Checking

(define (f : (number -> (number \* number)))  
 (lambda ((x : number))  
 (values x (+ x 1)))  
  
(define (g : (T1 -> (string \* T1)))  
 (lambda ((x : T1))  
 (values “x” x))

Part 4: Promises

b.

* יותר ברור מה טיפוס הערך שיחושב ע"י הפעולה.
* קל יותר בהרבה לשרשר/לבצע הרכבה של שתי פעולות (ב-Promises על ידי op(…).then((res) => op2(…)) ולעומת זאת עם callback-ים זה יהיה משהו כמו:  
  op1(…, (err, res) => {op2(…, (err, res) => {…}})
* קוד שמטפל בשגיאות של פעולות יהיו במקומות מרוכזים יותר כאשר השגיאות יפעפעו עד למעלה (כמו ב-bind)