

רשימת חוקי לוגיקה

$$1 \vee p \equiv 1, 1 \wedge p \equiv p, 0 \vee p \equiv p, 0 \wedge p \equiv 0 \quad \underline{0,1 \text{ חוקי}(1-4)}$$

$$p \vee p \equiv p, p \wedge p \equiv p, \neg(\neg p) \equiv p \quad \underline{\text{חוקי משלים}(5-7)}$$

$$\underline{0} \equiv 1, \underline{1} \equiv 0, \underline{p \vee q} \equiv \underline{p \wedge q}, \underline{p \wedge q} \equiv \underline{p \vee q} \quad \underline{\text{חוקי דה-מורגן}(8-11)}$$

$$p \vee p \equiv p, p \wedge p \equiv p \quad \underline{\text{חוקי אידמפוטנטיות}(12-13)}$$

$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r), p \vee (q \wedge r) \equiv (p \vee q) \wedge (p \vee r) \quad \underline{\text{חוקי פלוג}(14-15)}$$

$$p \vee (p \wedge q) \equiv p, p \wedge (p \vee q) \equiv p \quad \underline{\text{חוקי בליעה}(16-17)}$$

$$p \vee (q \vee r) \equiv (p \vee q) \vee r, p \wedge (q \wedge r) \equiv (p \wedge q) \wedge r \quad \underline{\text{חוקי קבוץ}(18-19)}$$

$$p \vee q \equiv q \vee p, p \wedge q \equiv q \wedge p \quad \underline{\text{חוקי חלוף}(20-21)}$$

$$[p \rightarrow q] \wedge p \rightarrow q \quad \underline{(22) \text{Modus ponens}}$$

$$[p \rightarrow q] \wedge q \rightarrow p \quad \underline{(23) \text{Modus tolens}}$$

$$[p \rightarrow q] \equiv [q \rightarrow p] \quad \underline{(24) \text{Contrapositia}}$$

$$[(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow (p \rightarrow r) \quad \underline{(25) \text{Transitivity}}$$

$$(p \wedge q) \rightarrow p \quad (p \wedge q) \rightarrow q \quad \text{פרוט(26)}$$

$$[(p \vee q) \wedge p] \rightarrow q \quad \text{cut(27)}$$

$$[(p \wedge q) \rightarrow r] \equiv p \rightarrow (q \rightarrow r) \quad \text{exportatia(28)}$$

$$(p \rightarrow q) \equiv p \vee q \quad \text{גרירה(29)}$$

$$(p \leftrightarrow q) \equiv (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p) \equiv [(p \wedge q) \vee (p \wedge q)] \quad \text{שקילות(30)}$$

$$[(p \vee q) \wedge (p \vee r)] \rightarrow (q \vee r) \quad \text{רזולוציה(31)}$$

$$[(p \rightarrow q) \wedge (p \rightarrow r)] \rightarrow [p \rightarrow (q \wedge r)] \quad \text{(32)}$$

$$p \uparrow q \equiv p \wedge q \quad \text{(33)nand}$$

$$p \downarrow q \equiv p \vee q \quad \text{(34)nor}$$

$$p \oplus q \equiv [(p \vee q) \wedge (p \wedge q)] \equiv [(p \wedge q) \vee (p \wedge q)] \quad \text{(35)xor}$$

$$R(a) \vdash \exists R(x) \quad \text{(36)EG}$$

$\exists R(x) \vdash R(a)$ (37)EP(x/a) בתנאי ש-a שם עצם חדש בשפה

$R(x) \vdash \forall R(x)$ (38)UG בתנאי ש-כל ההופעות של x ב-R חפשיות.

$\forall R(x) \vdash R(t)$ (39)US(x/t) באחת משתי האפשרויות הבאות:
1. t הוא קבוע כלשהו בשפה. 2. t הוא משתנה שהצבתו איננה מקלקלת הופעות חפשיות ב-R של אף משתנה.

$\forall x(R(x)) \equiv \exists x(R(x))$ (40)DM

$\exists x(R(x)) \equiv \forall x(R(x))$ (41)DM

יום ג כט תמוז התשסג, 29-7-2003 .

מבחן בקורס לוגיקה ותכנות לוגי. מורה : גיורא דולה. מתרגל : רענן שכטר.
מועד ב.

משך המבחן שעתים וחצי. המבחן הוא ללא חומר עזר, למעט דפי הנוסחאות
המצורפים. המחברת משמשת לטייטה בלבד ולא תבדק. התשובות שתבדקנה הן
אלו שתתקבלנה על ידי הקפת האפשרות הנכונה בגוף השאלון. נסה לא לעכב
אותנו בשאלות שאיננו יכולים לענות אודותן, ולא להתלונן אחרי המבחן כי בגלל
איזושהי תשובה שקבלת מהמורה/מתרגל, הקפת אפשרות לא נכונה בשאלון.

המבחן כולל 5 שאלות. כלן חובה.

שאלות 1,2 הן בנושא תחשיב פסוקים ולכל אחת 12 או 9 סעיפים. סה"כ 21
סעיפים. משקל כל סעיף 2 נקודות סה"כ 42 נקודות אפשריות.

שאלות 3,4 הן שאלות מעקב בפרולוג. לכל שאלה יש 8 סעיפים במשקל 2.5
נקודות כ"א, סה"כ 40 נקודות.

שאלה 5 היא שאלת התאמה בין 3 קודים ו-6 תאורי תכניות, כל התאמה נכונה
שוה 6 נקודות ובסה"כ 18 נקודות.

בהצלחה.

ד. קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a, b ו- c) כך שנובע $K(a, b, c) \wedge K(b, a, c)$ נכון-לא נכון.

ה. קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a, b ו- c) כך שנובע $K(a, b, c) \wedge K(c, a, b)$ נכון-לא נכון.

ו. מודל מינימלי לרשימת הפסוקים 1-3 מכיל בדיוק: אבר אחד, 2 איברים, 3 איברים, 4 איברים, יותר מ-10 איברים. (הקף את התשובה הנכונה).

נוסיף את ההנחה

$$4. \forall x \forall y \forall z (K(x, y, z) \rightarrow \overline{K(y, x, z)}).$$

סעיפים ז-יב מתיחסים לאקסיומות 1-4.

ז. קימים שני קבועים שונים בשפה (נניח a ו- b) כך שנובע $K(a, a, b)$ נכון-לא נכון.

ח. קימים שני קבועים שונים בשפה (נניח a ו- b) כך שנובע $K(a, b, b)$ נכון-לא נכון.

ט. קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a, b ו- c) כך שנובע $K(a, b, c)$ נכון-לא נכון.

י. קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a, b ו- c) כך שנובע $K(a, b, c) \wedge K(b, a, c)$ נכון-לא נכון.

יא. קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a, b ו- c) כך שנובע $K(a, b, c) \wedge K(c, a, b)$ נכון-לא נכון.

יב. מודל מינימלי לרשימת הפסוקים 1-4 מכיל בדיוק: אבר אחד, 2 איברים, 3 איברים, 4 איברים, יותר מ-10 איברים. (הקף את התשובה הנכונה).

נוסיף את ההנחה

$$5. \forall x \forall y \forall z (K(x, y, z) \rightarrow \overline{K(x, z, y)}).$$

סעיפים יג-יח מתיחסים לאקסיומות 1-5.

יג. קימים שני קבועים שונים בשפה (נניח a ו-b) כך שנובע $K(a, a, b)$ נכון-לא נכון.

יד. קימים שני קבועים שונים בשפה (נניח a ו-b) כך שנובע $K(a, b, b)$ נכון-לא נכון.

טו. קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a, b ו-c) כך שנובע $K(a, b, c)$ נכון-לא נכון.

טז. קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a, b ו-c) כך שנובע $K(a, b, c) \wedge K(b, a, c)$ נכון-לא נכון.

יז. קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a, b ו-c) כך שנובע $K(a, b, c) \wedge K(c, a, b)$ נכון-לא נכון.

יח. מודל מינימלי לרשימת הפסוקים 1-5 מכיל בדיוק: אבר אחד, 2 איברים, 3 איברים, 4 איברים, יותר מ-10 איברים. (הקף את התשובה הנכונה).

נוסיף את ההנחה

$$6. \forall x \forall y \forall z (K(x, y, z) \rightarrow \overline{K(z, y, x)}).$$

סעיפים יט-כד מתיחסים לאקסיומות 1-6.

יט. קימים שני קבועים שונים בשפה (נניח a ו-b) כך שנובע $K(a, a, b)$ נכון-לא נכון.

כ. קימים שני קבועים שונים בשפה (נניח a ו-b) כך שנובע $K(a, b, b)$ נכון-לא נכון.

כא. קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a, b ו-c) כך שנובע $K(a, b, c)$ נכון-לא נכון.

כב. קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a, b ו-c) כך שנובע $K(a, b, c) \wedge K(b, a, c)$ נכון-לא נכון.

כג. קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a, b ו-c) כך שנובע $K(a, b, c) \wedge K(c, a, b)$ נכון-לא נכון.

כד. מודל מינימלי לרשימת הפסוקים 1-6 מכיל בדיוק: אבר אחד, 2 איברים, 3 איברים, 4 איברים, יותר מ-10 איברים. (הקף את התשובה הנכונה).

תשובה לשאלה 1 סעיפים א-ו: נמשיך לפתח את 1-3 ואת המסקנה נרשום כ-7 ואילך.

7. $K(a,b,c), 1, EP(x/a,y/b,z/c)$.

האם יתכן כי הקבועים זהים? ננסה את המודל הפרטי שבו $a=b=c$. אז 1,2,3 מתקימים ולכן התשובה ל-א-ה היא לא נכון, ו-ל-ו אבר אחד. במודל זה $U=\{a\}$ ומתקים $K(a,a,a)$.

תשובה לשאלה 1 סעיפים ז-יב: נוסיף את אקסיומה 4. אז $K(a,a,a)$ לא מתקים ולכן אקסיומה 1 מחיבת כי x,y יוחלפו על ידי שני קבועים שונים. וננסה כעת מודל חדש. אפשרות א היא $U=\{a,b\}, K=\{(a,b,a)\}$. אפשרות ב היא $U=\{a,b\}, K=\{(a,b,b)\}$. שני אלו הם מודלים ל-1-4.

ולכן התשובה הנכונה ל-ז היא לא כיון שאיננו מתקים באף אפשרות. התשובה הנכונה ל-ח היא לא כיון שאיננו מתקים ב-א. התשובה הנכונה ל-ט,י,יא היא לא כי אין חובה של שלשה איברים שונים. התשובה ל-יב היא שני איברים.

תשובה לשאלה 1 סעיפים יג-יח. נוסיף את אקסיומה 5. אקסיומה 5 פוסלת את אפשרות ב אך לא את א, ולכן התשובה הנכונה ל-יג ו-יד היא לא כיון שאיננו נכון במודל, ל-טו,טז,יז היא לא כי אין חובה של שלשה איברים, ול-יח היא שני איברים.

תשובה לשאלה 1 סעיפים יט-כד נוסיף את אקסיומה 6. הנחה זו פוסלת את המודל בן שני האיברים. ננסה שוב את הנחה 1 עם שלשה איברים שונים a,b,c . אז ההנחות 1-5 מתקיימות, ולכן קבלנו מודל נוסף: $U=\{a,b,c\}, K=\{(a,b,c)\}$. לכן התשובה ל-יט, כ היא לא, ול-כד היא 3 איברים. התשובה ל-כא היא כן, כיון שחייבים להיות שלשה איברים בשפה המקימים את היחס לפי אקסיומה 1, ואקסיומות 4,5,6 מחיבות איברים אלו להיות שונים. התשובות ל-כב, כג היא לא, כיון שהיחס לאחר סימן ה-וגם איננו מתקים במודל בעל שלשת האיברים.

1. מודל מינימלי לרשימת הפסוקים 1-2 מכיל בדיוק: איבר אחד, 2 איברים, 3 איברים, 5 איברים, יותר מ-10 איברים. (הקף את התשובה הנכונה).

הוסף את הנחה (אקסיומה) מספר 3 :

$$3. \overline{\forall x S(x, x)}.$$

השאלות הבאות מתיחסות לאקסיומות 1-3 .

ז . קימים שני קבועים שונים בשפה (נניח a ו-b) כך שנובע $S(a,b)$ נכון-לא נכון.

ח . קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a b ו-c) כך שנובע $S(a,b) \wedge S(b,c)$ נכון-לא נכון.

ט . קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a b ו-c) כך שנובע $S(a,b) \wedge S(a,c)$ נכון-לא נכון.

י . קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a b ו-c) כך שנובע $S(a,b) \wedge S(a,c) \wedge (\neg S(b,c)) \wedge (\neg S(c,b))$ נכון-לא נכון.

יא. הפסוק $\forall x \exists y (S(y,x))$ נובע נכון-לא נכון.

יב. מודל מינימלי לרשימת הפסוקים 1-3 מכיל בדיוק: איבר אחד, 2 איברים, 3 איברים, 5 איברים, יותר מ-10 איברים. (הקף את התשובה הנכונה).

הוסף את הנחה/אקסיומה מספר 4 .

$$4. \overline{\forall x \forall y \forall z [(S(x, y) \wedge S(y, z)) \rightarrow S(x, z)]}.$$

השאלות הבאות מתיחסות להנחות 1-4 .

יג . קימים שני קבועים שונים בשפה (נניח a ו-b) כך שנובע $S(a,b)$ נכון-לא נכון.

יד . קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a ו-b ו-c) כך שנובע $S(a,b) \wedge S(b,c)$ נכון-לא נכון.

יו . קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a ו-b ו-c) כך שנובע $S(a,b) \wedge S(a,c)$ נכון-לא נכון.

יז . קימים שלשה קבועים שונים בשפה (נניח a ו-b ו-c) כך שנובע $S(a,b) \wedge S(a,c) \wedge (\neg S(b,c)) \wedge (\neg S(c,b))$ נכון-לא נכון.

יז. הפסוק $\forall x \exists y (S(y,x))$ נובע נכון-לא נכון.

יח. מודל מינימלי לרשימת הפסוקים 1-4 מכיל בדיוק: איבר אחד, 2 איברים, 3 איברים, 5 איברים, יותר מ-10 איברים. (הקף את התשובה הנכונה).

תשובה לשאלה 2

נביט בפסוק 1. נובע קיום אבר אחד או שנים שונים. אם אחד, נסמנו ב-a ואז ננסה מודל $U=\{a\}, S=\{(a,a)\}$. המודל מקים את 1, ואז פסוק שנים מתקים גם כן, ולכן, זהו מודל לפסוקים 1-2. בן אבר אחד, ולכן, התשובה לטענות א-ד היא לא, התשובה ל-ו היא אבר אחד.

כדי להבין את התשובה ל-ה ננסה למצוא מודל בו ה לא מתקים. למשל $U=\{a,b\}, S=\{(a,a)\}$. זהו המודל הקודם שהוספנו לו אבר שאיננו שותף ביחס, ולכן גם ה לא נכון.

תשובה לסעיפים ז-יב: נוסף את אקסיומה 3. אקסיומה 3 פוסלת את המודל בן אבר אחד, ולכן מחיבת לקחת שני אברים שונים a, b . אז $S(a, a), S(b, b)$ בלתי אפשריים לפי אקסיומה 3 ולכן לפי אקסיומה 1 מתקים $S(a, b)$ ולפי אקסיומה 2 חיב להתקים $S(b, a)$. לכן יש מודל מינימלי יחיד בן 2 איברים. התשובה ל-ז היא כן, התשובה ל-ח, ט, י היא לא, ול-יב 2 איברים. שוב כדי לסתור את יא, נוסף אבר c לעולם שלא ישתתף באף יחס, ואז גם יא לא נכון.

תשובה לסעיפים יג-יח: נוסף את אקסיומה 4. נוספה הדרישה כי המשלים של היחס הוא טרנזיטיבי. נשים לב כי המודל בן שני האיברים מקים גם את האקסיומה הזו, ולכן אין סבה לפסול אותו, וכמו כן המודל בן שלשת האיברים גם הוא מקים את האקסיומה הזו, ולכן התשובה לכל הסעיפים נשארת זהה לתשובה של שש סעיפים לאחור.

שאלה 3

נתון הקוד הבא:

$$\begin{aligned}
 &a([X], [X]). \\
 &a([X|Y], Z) : -a(Y, U), b(X, U, Z). \\
 &b(X, [], [X]). \\
 &b(X, [Y|Z], [Y|U]) : -b(X, Z, U).
 \end{aligned}$$

טור א

- א. הבט בשאילתא $?-b(2, [1, 3], X)$.
 הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X = 1$ -א $[2, 1, 3]$ 2-א $[2, 3, 1]$ 3-א $[1, 3, 2]$ 4-א no.
 ב-המשך לסעיף א. מספר לולאות השאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף א מקים ב-1 $k=1$ ב-2 $k=2$ ב-3 $k=3$ ב-4 $k=4$.
 ג. הבט בשאילתא $?-b(2, [1, 3, 1, 4, 1], X)$.

הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X = [2,1,3,1,4,1]$ ג-1 $[1,3,1,4,1,2]$ ג-2

ג-3 $[1,4,1,3,1,2]$ ג-4 no .

ד-המשך לסעיף ג. מספר לולאות שאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל
 השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש
 תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ג מקים ד-1 $k=6$ ד-2 $k=7$ ד-3 $k=8$
 ד-4 $k=9$.

ה. הבט בשאילתא $?-a([2,1,3],X)$.

הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X = [3,1,2]$ ה-1 $[2,3,1]$ ה-2 $[2,3,1]$ ה-3

ה-4 $[1,3,2]$ no .

ו-המשך לסעיף ה. מספר לולאות שאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל
 השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש
 תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ה מקים ו-1 $k=7$ ו-2 $k=8$ ו-3 $k=9$ ו-4
 $k=10$.

ז. הבט בשאילתא $?-a([2,1,3,1],X)$.

הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X = [3,1,2,1]$ ז-1 $[3,1,2,1]$ ז-2 $[2,1,3,1]$ ז-3

ז-4 $[1,3,1,2]$ no .

ח-המשך לסעיף ז. מספר לולאות שאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל
 השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש
 תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ז מקים ח-1 $k=11$ ח-2 $k=12$ ח-3 $k=13$
 ח-4 $k=14$.

תשובות:

א-מעקב:

$?1-b(2,[1,3],X1)$

$?2-b(2,[3],X2)$

$?3-b(2,[],X3)$

והתשובות החוזרות הן $X3=[2], X2=[3,2], X1=X=[1,3,2]$ ולכן נקבל א-3 ו
 ב-3 .

ג-מעקב:

$?1-b(2,[1,3,1,4,1],X1)$

$?2-b(2,[3,1,4,1],X2)$

$?3-b(2,[1,4,1],X3)$

$?4-b(2,[4,1],X4)$

$?5-b(2,[1],X5)$

$?6-b(2,[],X6)$

והתשובות החוזרות הן

$$X_6=[2], X_5=[1,2], X_4=[4,1,2], X_3=[1,4,1,2], X_2=[3,1,4,1,2], \\ X_1=X=[1,3,1,4,1,2] \text{ ולכן נקבל ג-2 ו ד-1.}$$

ה-מעקב:

$$?1-a([2,1,3],X_1)$$

$$?2-a([1,3],X_2)$$

$$?3-a([3],X_3)$$

נקבל תשובה $X_3=[3]$ ונתחיל לפתוח לולאות:

$$?4-b(1,[3],Z_4)$$

$$?5-b(1,[],Z_5).$$

ונקבל תשובות $Z_5=[1], Z_4=X_2=[3,1]$ שוב נפתח לולאות:

$$?6-b(2,[3,1],Z_6)$$

$$?7-b(2,[1],Z_7)$$

$$?8-b(2,[],Z_8)$$

והתשובות החוזרות הן $Z_8=[2], Z_7=[1,2], Z_6=X_1=[3,1,2]$ ולכן נקבל ה-1 ו
2-ו.

ז-מעקב:

$$?1-a([2,1,3,1],X_1)$$

$$?2-a([1,3,1],X_2)$$

$$?3-a([3,1],X_3)$$

$$?4-a([1],X_4)$$

נקבל תשובה $X_4=[1]$ ונתחיל לפתוח לולאות:

$$?5-b(3,[1],Z_5)$$

$$?6-b(3,[],Z_6).$$

ונקבל תשובות $Z_6=[3], Z_5=X_3=[1,3]$ שוב נפתח לולאות:

$$?7-b(1,[1,3],Z_7)$$

$$?8-b(1,[3],Z_8)$$

$$?9-b(1,[],Z_9)$$

והתשובות החוזרות הן $Z_9=[1], Z_8=[3,1], Z_7=X_2=[1,3,1]$, ושוב נפתח
לולאות:

$$?10-b(2,[1,3,1],Z_{10})$$

$$?11-b(2,[3,1],Z_{11})$$

$$?12-b(2,[1],Z_{12})$$

$$?13-b(2,[],Z_{13})$$

והתשובות החוזרות הן
 $Z_{13}=[2], Z_{12}=[1,2], Z_{11}=[3,1,2], Z_{10}=X_1=[1,3,1,2]$
 ולכן נקבל ז-3 ו ח-3 .

טור ב

- א. הבט בשאילתא $?-b(2,[1,3,1],X)$.
 הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X=$ א-1 $[2,1,3,1]$ א-2 $[1,3,1,2]$ א-3 $[1,2,1,3]$ א-4 no .
 ב-המשך לסעיף א. מספר לולאות השאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף א מקים ב-1 $k=1$ ב-2 $k=2$ ב-3 $k=3$ ב-4 $k=4$.
- ג. הבט בשאילתא $?-b(2,[1,3,1,4],X)$.
 הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X=$ א-1 $[1,3,1,4,2]$ א-2 $[1,2,1,3,4]$ א-3 $[4,1,3,1,2]$ א-4 no .
 ד-המשך לסעיף ג. מספר לולאות השאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ג מקים ד-1 $k=7$ ד-2 $k=6$ ד-3 $k=5$ ד-4 $k=4$.
- ה. הבט בשאילתא $?-a([2,1],X)$.
 הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X=$ א-1 $[1,2]$ א-2 $[2,1]$ א-3 $[1,1,2]$ א-4 no .
 ו-המשך לסעיף ה. מספר לולאות השאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ה מקים ו-1 $k=7$ ו-2 $k=6$ ו-3 $k=5$ ו-4 $k=4$.
- ז. הבט בשאילתא $?-a([2,1,3,1,1],X)$.
 הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X=$ א-1 $[1,3,1,2,1]$ א-2 $[1,2,1,3,1]$ א-3 $[1,1,3,1,2]$ א-4 no .
 ח-המשך לסעיף ז. מספר לולאות השאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ז מקים ח-1 $k=18$ ח-2 $k=19$ ח-3 $k=20$ ח-4 $k=21$.

תשובות:

א-מעקב:

$$?1-b(2,[1,3,1],X1)$$

$$?2-b(2,[3,1],X2)$$

$$?3-b(2,[1],X3)$$

$$?4-b(2,[],X4)$$

והתשובות החוזרות הן $X4=[2], X3=[1,2], X2=[3,1,2], X1=X=[1,3,1,2]$ ולכן נקבל א-2 ו ב-4 .

ג-מעקב:

$$?1-b(2,[1,3,1,4],X1)$$

$$?2-b(2,[3,1,4],X2)$$

$$?3-b(2,[1,4],X3)$$

$$?4-b(2,[4],X4)$$

$$?5-b(2,[],X5)$$

והתשובות החוזרות הן

ולכן $X5=[2], X4=[4,2], X3=[1,4,2], X2=[3,1,4,2], X1=X=[1,3,1,4,2]$ נקבל ג-1 ו ד-3 .

ה-מעקב:

$$?1-a([2,1],X1)$$

$$?2-a([1],X2)$$

נקבל תשובה $X2=[1]$ ונתחיל לפתוח לולאות:

$$?3-b(2,[1],Z3)$$

$$?4-b(2,[],Z4).$$

ונקבל תשובות $Z4=[2], Z3=X1=[1,2]$

ולכן נקבל ה-1 ו ו-4 .

ז-מעקב:

$$?1-a([2,1,3,1,1],X1)$$

$$?2-a([1,3,1,1],X2)$$

$$?3-a([3,1,1],X3)$$

$$?4-a([1,1],X4)$$

$$?5-a([1],X5)$$

נקבל תשובה $X5=[1]$ ונתחיל לפתוח לולאות:

$$?6-b(1,[1],Z6)$$

$$?7-b(1,[],Z7).$$

ונקבל תשובות $Z7=[1], Z6=X4=[1,1]$ שוב נפתח לולאות:

$$?8- b(3,[1,1],Z8)$$

$$?9-b(3,[1],Z9)$$

$$?10-b(3,[],Z10)$$

והתשובות החוזרות הן $Z10=[3], Z9=[1,3], Z8=X3=[1,1,3]$ ושוב נפתח לולאות:

$$?11- b(1,[1,1,3],Z11)$$

$$?12- b(1,[1,3],Z12)$$

$$?13- b(1,[3],Z13)$$

$$?14- b(1,[],Z14)$$

והתשובות החוזרות הן

$$Z14=[1], Z13=[3,1], Z12=[1,3,1], Z11=X2=[1,1,3,1]$$

ושוב נפתח לולאות:

$$?15- b(2,[1,1,3,1],Z15)$$

$$?16- b(2,[1,3,1],Z16)$$

$$?17- b(2,[3,1],Z17)$$

$$?18- b(2,[1],Z18)$$

$$?19-b(2,[],Z19)$$

והתשובות החוזרות הן

$$Z19=[2], Z18=[1,2], Z17=[3,1,2], Z16=[1,3,1,2], Z15=X1=[1,1,3,1,2]$$

ולכן נקבל ז-3 ו ח-2.

שאלה 4

נתון הקוד הבא:

$$a([], [], []).$$

$$a([], [X|Y], [X|Y]).$$

$$a([X|Y], [], [X|Y]).$$

$$a([X|Y], [Z|U], [X,Z|V]) :- a(Y, U, V).$$

א. הבט בשאילתא $?-a([2,2],[1,3],X)$.

הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X=$ 1-א $[2,2,1,3]$ 2-א $[1,3,2,2]$ 3-א
 4-א $[3,1,2,2]$ 5-א $[2,1,2,3]$ 6-א $[2,2,3,1]$ 7-א $[1,2,3,2]$
 . no

ב-המשך לסעיף א. מספר לולאות השאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל
 השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש
 תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף א מקים ב-1 $k=1$ ב-2 $k=2$ ב-3 $k=3$ ב-4
 $k=4$.

ג. הבט בשאילתא $?-a([2,2,2,2],[1,3,4],X)$.

הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X=$ 1-ג $[2,2,2,2,1,3,4]$ 2-ג
 3-ג $[2,1,2,3,2,4,2]$ 4-ג $[1,3,4,2,2,2,2]$ 5-ג $[1,2,3,2,4,2,2]$
 6-ג $[2,2,2,2,4,3,1]$ 7-ג . no

ד-המשך לסעיף ג. מספר לולאות השאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל
 השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש
 תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ג מקים ד-1 $k=1$ ד-2 $k=2$ ד-3 $k=3$ ד-4
 $k=4$.

ה. הבט בשאילתא $?-a([2,2,2,2],[1,3,4,5,6],X)$.

הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X=$ 1-ה $[2,2,2,2,1,3,4,5,6]$ 2-ה
 3-ה $[1,2,3,2,4,2,5,2,6]$ 4-ה $[1,3,4,5,6,2,2,2,2]$ 5-ה $[6,5,4,3,1,2,2,2,2]$
 6-ה $[2,1,2,3,2,4,2,5,6]$ 7-ה . no
 ו-המשך לסעיף ה. מספר לולאות השאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל
 השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש
 תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ה מקים ו-1 $k=1$ ו-2 $k=2$ ו-3 $k=3$ ו-4
 $k=4$.

ז. הבט בשאילתא $?-a([2,2],[1,3,4,5,6],X)$.

הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X=$ 1-ז $[2,2,1,3,4,5,6]$ 2-ז
 3-ז $[6,5,4,3,1,2,2]$ 4-ז $[2,1,2,3,4,5,6]$ 5-ז $[2,2,6,5,4,3,1]$
 6-ז $[1,2,3,2,4,5,6]$ 7-ז . no
 ח-המשך לסעיף ז. מספר לולאות השאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל
 השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש
 תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ז מקים ח-1 $k=1$ ח-2 $k=2$ ח-3 $k=3$ ח-4
 $k=4$.

תשובות

א מעקב:

$$?1-a([2,2],[1,3],X1)$$

$$?2-a([2],[3],X2)$$

$$?3-a([],[],X3)$$

והתשובות החוזרות הן

$$X3=[],X2=[2,3],X1=[2,1,2,3]$$

ולכן נקבל א-4 ו ב-3 .

ג מעקב:

$$?1-a([2,2,2,2],[1,3,4],X1)$$

$$?2-a([2,2,2],[3,4],X2)$$

$$?3-a([2,2],[4],X3)$$

$$?4-a([2],[],X4)$$

והתשובות החוזרות הן

$$X4=[2],X3=[2,4,2],X2=[2,3,2,4,2],X1=[2,1,2,3,2,4,2]$$

ולכן נקבל ג-2 ו ד-4 .

ה מעקב:

- ?1-a([2,2,2,2],[1,3,4,5,6],X1)
- ?2-a([2,2,2],[3,4,5,6],X2)
- ?3-a([2,2],[4,5,6],X3)
- ?4-a([2],[5,6],X4)
- ?5-a([],[6],X5)

והתשובות החוזרות הן

$$X5=[6], X4=[2,5,6], X3=[2,4,2,5,6], X2=[2,3,2,4,2,5,6], X1=[2,1,2,3,2,4,2,5,6]$$

ולכן נקבל ה-6 ו-3.

ז מעקב

- ?1-a([2,2],[1,3,4,5,6],X1)
- ?2-a([2],[3,4,5,6],X2)
- ?3-a([],[4,5,6],X3)

והתשובות החוזרות הן $X3=[4,5,6], X2=[2,3,4,5,6], X1=[2,1,2,3,4,5,6]$ ולכן נקבל ז-3 ו-ח-3

טור ב

- א. הבט בשאילתא ?-a([2,2,2,2],[1,3,4],X). הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא X=1-א [2,2,2,2,1,3,4] 2-א [1,2,3,2,4,2,2] 3-א [2,1,2,3,2,4,2] 4-א [1,3,4,2,2,2,2] 5-א [1,2,3,2,4,2,2] 6-א [2,2,2,2,4,3,1] 7-א no .
- ב-המשך לסעיף א. מספר לולאות השאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף א מקים ב-1 k=1 ב-2 k=2 ב-3 k=3 ב-4 k=4 .
- ג. הבט בשאילתא ?-a([2,2,2,2],[1,3,4,5,6],X).

הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X=$ ג-1 [2,2,2,2,1,3,4,5,6] ג-2 [2,2,2,2,6,5,4,3,1]
 ג-3 [1,2,3,2,4,2,5,2,6] ג-4 [1,3,4,5,6,2,2,2,2] ג-5 [6,5,4,3,1,2,2,2,2] ג-6 [2,1,2,3,2,4,2,5,6] ג-7 no .
 ד-המשך לסעיף ג. מספר לולאות שאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל
 השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש
 תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ג מקים ד-1 $k=7$ ד-2 $k=6$ ד-3 $k=5$ ד-4
 $k=4$.

ה. הבט בשאילתא $?-a([2,2],[1,3,4,5,6],X)$.

הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X=$ ה-1 [2,2,1,3,4,5,6] ה-2 [2,2,6,5,4,3,1]
 ה-3 [2,1,2,3,4,5,6] ה-4 [2,2,6,5,4,3,1] ה-5 [1,2,3,2,4,5,6]
 ה-6 [1,3,4,5,6,2,2] ה-7 no .
 ו-המשך לסעיף ה. מספר לולאות שאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל
 השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש
 תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ה מקים ו-1 $k=1$ ו-2 $k=2$ ו-3 $k=3$ ו-4
 $k=4$.

ז. הבט בשאילתא $?-a([2,2],[1,3],X)$.

הפלט הראשון כלפי המשתמש הוא $X=$ ז-1 [2,2,1,3] ז-2 [1,3,2,2] ז-3 [3,1,2,2]
 ז-4 [2,1,2,3] ז-5 [2,2,3,1] ז-6 [1,2,3,2] ז-7 no .
 ח-המשך לסעיף ז. מספר לולאות שאילתא שיסומן k שנפתחו בפועל – כולל
 השאילתא המקורית (הכונה-לכל שאילתא שהחלה לסרוק את הקוד בחפוש
 תשובה) עד לקבלת התשובה שבסעיף ז מקים ח-1 $k=1$ ח-2 $k=2$ ח-3 $k=3$ ח-4
 $k=4$.

תשובות א 2 ב 4 ג 6 ד 3 ה 3 ו 3 ז 4 ח 3

שאלה 5

לפניך שלשה קודים שמספריהם א ב ו-ג וששה אפיונים שמספריהם 1,2,3,4,5,6.
 הבן כל קוד וכל אפיון במחברתך. לכל קוד מתאים אפיון אחד בדיוק. רשום להלן
 את הזווג הנכון שבין כל קוד וכל אפיון, על ידי הקפת האפשרות הנכונה.

קוד א

$a([\], [\], [\])$.
 $a([\], [X|Y], [X|Y])$.
 $a([X|Y], [\], [X|Y])$.
 $a([X|Y], [Z], [X, Z|Y])$.
 $a([X|Y], [Z, W|U], [X, Z, W|V]) : -a(Y, U, V)$.

קוד ב

$a([\], [\], [\])$.
 $a([X], [X], [\])$.
 $a([X, Y|Z], [X|U], [Y|V]) : -a(Z, U, V)$.
 $b([X], [X])$.
 $b([X|Y], U) : -b(Y, Z), c(X, Z, U)$.
 $c(X, [\], [X])$.
 $c(X, [Y|Z], [Y|U]) : -c(X, Z, U)$.
 $d([\], [\], [\])$.
 $d([\], [X], [X])$.
 $d([X], [\], [X])$.
 $d([X|Y], [Z|U], [X, Z|V]) : -d(Y, U, V)$.
 $e(X, Y) : -a(X, U, Z), b(U, V), d(V, Z, Y)$.

קוד ג

$a([\], [\], 0)$.
 $a([X|Y], [Z|U], V) : -a(Y, U, W), V \text{ is } W + X * X + Z * Z + 2 * X * Z$.

קוד א מתאים לאפיון מספר: 1 2 3 4 5 6
 קוד ב מתאים לאפיון מספר: 1 2 3 4 5 6
 קוד ג מתאים לאפיון מספר: 1 2 3 4 5 6

תשובות א-3, ב-2, ג-6.

קוד א

$a([\], [\], [\])$.
 $a([\], [X|Y], [X|Y])$.
 $a([X|Y], [\], [X|Y])$.
 $a([X], [Y|Z], [X, Y|Z])$.
 $a([X, W|Y], [Z|U], [X, W, Z|V]) : -a(Y, U, V)$.

קוד ב

$a([\], [\], [\])$.
 $a([X], [X], [\])$.
 $a([X, Y|Z], [X|U], [Y|V]) : -a(Z, U, V)$.
 $b([X], [X])$.
 $b([X|Y], U) : -b(Y, Z), c(X, Z, U)$.
 $c(X, [\], [X])$.
 $c(X, [Y|Z], [Y|U]) : -c(X, Z, U)$.
 $d([\], [\], [\])$.
 $d([\], [X], [X])$.
 $d([X], [\], [X])$.
 $d([X|Y], [Z|U], [X, Z|V]) : -d(Y, U, V)$.
 $e(X, Y) : -a(X, U, Z), b(Z, V), d(U, V, Y)$.

קוד ג

$a([\], [\], 0)$.
 $a([X|Y], [Z|U], V) : -a(Y, U, W), V \text{ is } W + X*X + Z*Z$.

קוד א מתאים לאפיון מספר: 1 2 3 4 5 6

קוד ב מתאים לאפיון מספר: 1 2 3 4 5 6
קוד ג מתאים לאפיון מספר: 1 2 3 4 5 6

תשובות א-4, ב-1, ג-5.

אפיונים:

1 - התכנית בעלת שני שדות. המשתנה השמאלי הוא משתנה קלט והמשתנה הימני הוא משתנה פלט, המתקבל על ידי הפוך סדר האיברים במקומות הזוגיים בלבד של הקלט. האיברים במקומות האי זוגיים לא משתנים. דוגמות ריצה:
`code([1,2,3,4,5,6],X).`
`X=[1,6,3,4,5,2].`
`code([1,2,3,4,5,6,7],X).`
`X=[1,6,3,4,5,2,7].`

2 - התכנית בעלת שני שדות. המשתנה השמאלי הוא משתנה קלט והמשתנה הימני הוא משתנה פלט, המתקבל על ידי הפוך סדר האיברים במקומות האי-זוגיים בלבד של הקלט. האיברים במקומות הזוגיים לא משתנים. דוגמות ריצה:
`code([1,2,3,4,5,6],X).`
`X=[5,2,3,4,1,6].`
`code([1,2,3,4,5,6,7],X).`
`X=[7,2,5,4,3,6,1].`

3- התכנית בעלת שלשה שדות. המשתנים השמאלי והאמצעי הם רשומות קלט והמשתנה הימני הוא רשומת פלט. הפלט מורכב מאחוד הרשומות, כאשר כל פעם לוקחים אבר אחד מהרשומה השמאלית עם שני אברים מהרשומה האמצעית. האיברים העודפים מושמים בסוף. דוגמות ריצה:
`code([1,2],[a,b,c,d],X).`
`X=[1,a,b,2,c,d].`
`code([1,2],[a,b,c,d,e],X).`
`X=[1,a,b,2,c,d,e].`

4- התכנית בעלת שלשה שדות. המשתנים השמאלי והאמצעי הם רשומות קלט והמשתנה הימני הוא רשומת פלט. הפלט מורכב מאחוד הרשומות, כאשר כל פעם לוקחים שני אברים מהרשומה השמאלית עם אבר אחד מהרשומה האמצעית. האיברים העודפים מושמים בסוף. דוגמת ריצה:

`code([1,2,3,4],[a,b],X).`

$X=[1,2,a,3,4,b].$

`code([1,2,3,4,5],[a,b],X).`

$X=[1,2,a,3,4,b,5].$

5 - התכנית בעלת שלשה שדות. המשתנים השמאלי והאמצעי הם רשומות קלט שוות אורך של מספרים והמשתנה הימני הוא רשומת פלט. הפלט הוא סכום הרבועים של הרכיבים ה- i של כל רשומה, לכל i . דוגמת ריצה:

`code([1,2,3],[0,4,5],X).`

$X=(1^2+0^2)+(2^2+4^2)+(3^2+5^2)=55.$

6 - התכנית בעלת שלשה שדות. המשתנים השמאלי והאמצעי הם רשומות קלט שוות אורך של מספרים והמשתנה הימני הוא רשומת פלט. הפלט הוא סכום הרכיבים ה- i ברבוע של שתי הרשומות, לכל i . דוגמת ריצה:

`code([1,2,3],[0,4,5],X).`

$X=(1+0)^2+(2+4)^2+(3+5)^2=101.$