*שאלה 1 (25 נקודות)

נתונה התכנית שלהלן :

```
what( InpL, L) :- f( InpL, L - []).
f( [], T-T) :- !.
f( [X|L], P - T) :-
    f( L, P - L1),
    g ( X, L, L1 - T).
g ( _ , [ ], T - T) :- !.
g ( X, [Y|Ys], [(X,Y)|Rest] - T) :-
    g ( X, Ys, Rest - T).
```

conc(P, L1, Res)

g(איבר, רשימה, רשימת הפרש)

f(רשימה, רשימת הפרש)

(14 נק׳) א. מהן התשובות לשאילתות :

?- what([-3, test, 1], L1).

?- what([100, x, y, z], L2).

יש לצרף מעקב עבור אחת משתי השאילתות. לפתור מעקב מפורט של g אובגזה

(11 נק׳) ב. מה מבצעת התכנית what(InpL, L) באופן כללי כאשר היא מקבלת כקלט רשימת אטומים InpL ומחזירה את התוצאה במשתנה L ?

שאלה 2 (25 נקודות: א׳-5 נק׳; ב׳- 5 נק׳; ג׳- 15 נק׳)

נתאר משחק בין שני שחקנים :

על השולחן יש ערימה של 7 גפרורים.

במהלך הראשון מחלק השחקן הפותח את הערימה לשתי ערימות.

בכל מהלך בהמשך, בוחר השחקן, שתורו לשחק, באחת מהערימות שעל השולחן ומחלק אותה לשתי ערימות **לא ריקות ושונות זו מזו בגודלן**. לאחר כל מהלך ממוינות כל הערימות לפי גודלן משמאל לימין (כך שהערימה השמאלית היא בעל המספר הקטן ביותר של גפרורים).

המשחק מסתיים כאשר לא ניתן לבצע מהלך (דהיינו אין ערימה הניתנת לחלוקה כנדרש בשאלה).

השחקן שלא יכול לבצע בתורו מהלך - מפסיד.

א. הגדירו את מרחב המצבים של הבעיה. לבדוק הגדרה

תארו את המצב ההתחלתי ותארו מצב מטרה על-פי ההגדרה שבחרתם. *כמה מצבי מטרה

(אין צורך לפרט את יתר המצבים במרחב המצבים.)

ב. ציירו את ~~עץ המשחק המלא.~~

ג. סמנו על גבי העץ שציירתם בסעיף הקודם את חלקי העץ אשר ייגזמו במהלך חיפוש אלפא-ביתא משמאל לימין. פונקציית הערכה?

כתבו (בתוך הצמתים) את ערכיהם של הצמתים אשר ייסרקו.

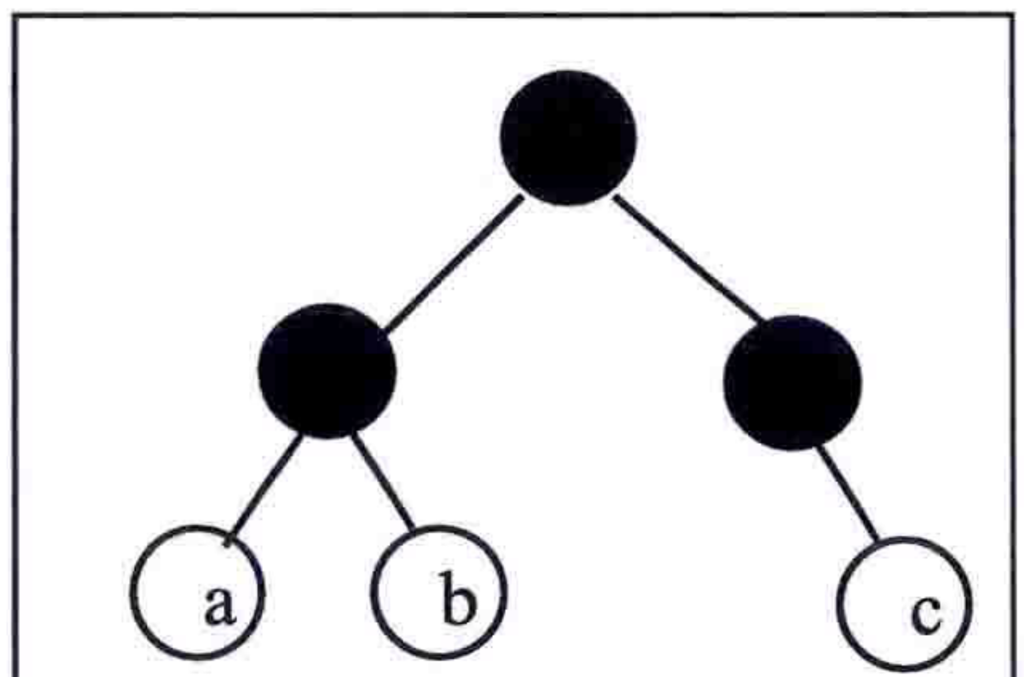
תיאור

שאלה 3 (25 נקודות)

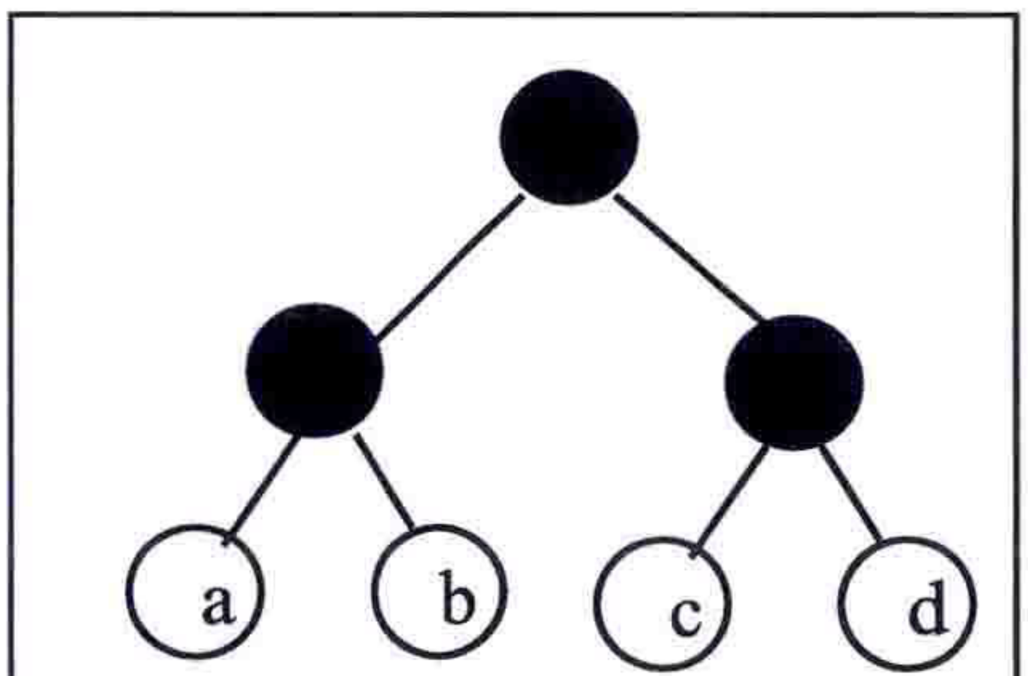
עץ עלים הוא עץ בינרי שעליו הם אטומים ולצמתיו הפנימיים אין שם. באופן פורמלי הוא יוגדר כדלהלן:

- עץ ריק יוגדר כ-nil.
- עלה (עץ בעל צומת יחיד) הוא אטום (שונה מ-nil). * atomic/atom
- אם T1 ו-T2 הם עצי עלים, אזי גם T1 link T2 הוא עץ עלים.

דוגמאות:



T2=(a link b) link (nil link c)



T1=(a link b) link (c link d)

(5 נק') א. כיצד מייצגים בפרולוג עץ עלים (כפי שהוגדר והודגם לעיל) כך שניתן יהיה להשתמש בו בתכנית?

(20 נק') ב. כתבו פרדיקט transform(LeafTree, Tree) הממיר עץ עלים לעץ בינרי רגיל ולהפך (עץ בינרי רגיל מוגדר בסעיף 9.2 בספר הלימוד), כמוסבר להלן:

- אם עץ העלים (LeafTree) הוא הנתון, כל הצמתים הפנימיים בעץ הרגיל (Tree) ייקראו '$'.
- אם העץ הרגיל הוא הנתון, בעץ העלים שייווצר יש לשמר רק את העלים שבעץ המקורי, ולא את הצמתים הפנימיים.

דוגמאות:

```
?- transform((a link b) link (a link c), T).
T = t(t(t(nil,a,nil),$,t(nil,b,nil)),$,t(t(nil,a,nil),$,t(nil,c,nil)))

?- transform(T, t(t(nil,a,nil),c,t(nil,b,nil))).
T = a link b
```

[illegible]

שאלה 4 (25 נקודות)

עומק הקינון של ביטוי מורכב מוגדר כעומק הקינון המקסימלי של הארגומנטים שלו + 1.
עומק הקינון של אטום, מספר או משתנה הוא אפס.

דוגמאות:

* אלגברי, min, max או var מספר

עומק הקינון של f(a,b,c,d) הוא 1 ,

עומק הקינון של f(a(1,2),b,c,d) הוא 2 ,

עומק הקינון של f(a(1,2),b(c(d))) הוא 3.

ביטוי מורכב הינו **מאוזן** אם לכל הארגומנטים שלו יש אותו עומק קינון עד כדי ±1 וכן כל הארגומנטים הינם מאוזנים בעצמם. הפרש [illegible] בין כל שניים?
אטום, מספר או משתנה הינם ביטויים מאוזנים.

דוגמה:
שלושת הביטויים שהובאו לעיל הם מאוזנים. אולם, שני הביטויים הבאים אינם מאוזנים:
f(b,c(1,e(3))), f(a(1,2),b(c(d(e)))).

כתבו פרדיקט balanced(Term) המקבל כקלט ביטוי Term ומצליח אם ורק אם Term מאוזן.
על הפרדיקט להיות יעיל ולעבור על כל אחד מחלקי הביטוי פעם אחת בלבד.
הדרכה: כדי להשיג יעילות מומלץ להשתמש בפרדיקט עזר עם ארגומנט(ים) נוסף(ים).

פתרון לא יעיל יקבל לכל היותר מחצית מהניקוד.

בהצלחה!