

סוג הבדיקה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים

ב. בגרות לנבחנים חיצוניים

מועד הבדיקה: קיץ תשע"ה, 2015

מספר השאלה: 603,899205

## מַדְעֵי הַמִּחְשָׁב ב'

2 ייחדות לימוד (השלמה ל-5 י"ל)

### הוראות לנבחן

א. משך הבדיקה: שלוש שעות.ב. מבנה השאלה ופתחה הערכה: בשאלון זה שני פרקים.

פרק ראשון — בפרק זה ארבע שאלות,  
ומהן יש לענות על שתיים.

פרק שני — בפרק זה שאלות באربعة מסלולים שונים.  
ענה על שאלות בק במסלול שלמדת,  
לפי ההוראות בקבוצת השאלות במסלול זה.

סה"כ — 100 נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: כל חומר עזר, חוץ מחשב הנitin לתכניות.ד. הוראות מיוחדות:

(1) את כל התכניות שאתה נדרש לכתוב בשפת מחשב בפרק הראשון  
כתב בשפה אחת בלבד — Java או C#.

(2) רשום על הכריכה החיצונית של המחברת באיזו שפה אתה כותב — Java או C#.

(3) רשום על הכריכה החיצונית של המחברת את שם המסלול שלמדת.  
המסלול הוא אחד מארבעת המסלולים האלה:

מערכות מחשב ואסambilי, מבוא לחקיר ביצועים, מודלים חישוביים, תכניות מונחה עצמים.

הערה: בתכניות שאתה כותב לא יורדו לך נקודות, אם כתובות אותן גדולה במקום  
אות קטנה או להפר.

כתב במחברת הבדיקה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בтипewriter (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיותות כלשhn על דפים שמוחוץ למחברת הבדיקה עלול לגרום לפסילת הבדיקה!

**הנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולນבחנים כאחד.**

**בהתלה!**

/המשר מעבר לדף/

## השאלות

בשאלון זה שני פרקים: פרק ראשון ופרק שני.

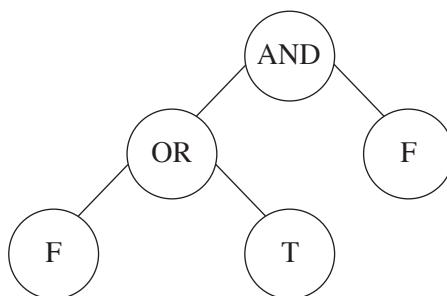
עליך לענות על שאלות משני הפרקים, לפי ההוראות בכל פרק.

### פרק ראשון (50 נקודות)

**שים לב:** בכל שאלה שנדרש בה שימוש אתה יכול להשתמש בפעולות של המחלקות רישימה, תור, מחסנית, עץ ביןרי וחוליה, בלי למסמך אותן. אם אתה משתמש בפעולות נוספות, عليك למסמך אותן.

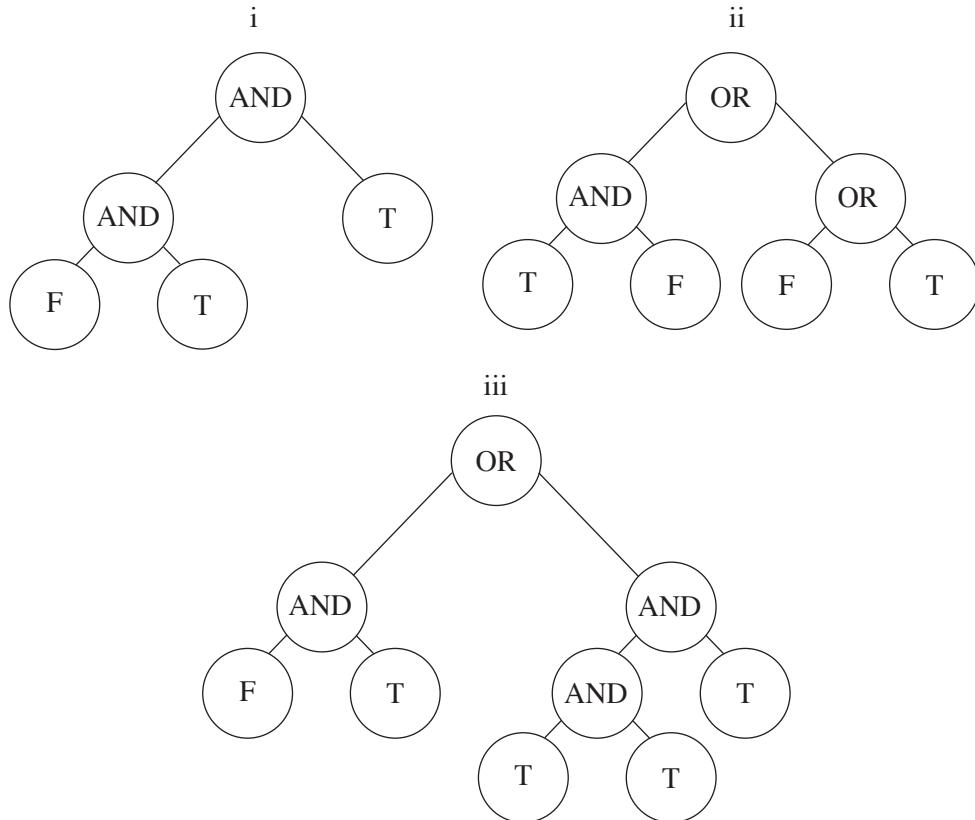
ענה על שתיים מהשאלות 1-4 (לכל שאלה – 25 נקודות).

1. **עץ ביטוי בוליאני** הוא עץ בינארי לא ריק מטיפוס מחירות, המייצג ביטוי בוליאני. בכל עלה שלו נמצאת אחת מן המחרוזות: "T" או "F". המחרוזת "T" מייצגת `true` והמחרוזת "F" מייצגת `false`.  
בכל צומת שאינו עלה נמצאת אחת מן המחרוזות: "AND" או "OR". המחרוזת "AND" מייצגת את הפעולה הבוליאנית "זוגם", והמחרוזת "OR" מייצגת את הפעולה הבוליאנית "או".  
לכל צומת שאינו עלה יש שני בניים.  
כדי לחשב את הביטוי הבוליאני שהעץ מייצג, מפעילים את הפעולה הבוליאנית שבצומת שאינו עלה על הערכים המתקיים מהתת-עציים השמאלי והימני של צומת זה.  
לדוגמה: הביטוי הבוליאני שמייצג העץ שלפניך הוא  $(F \text{ OR } T) \text{ AND } (F)$  וערך זה `false`.



**א.** לפניך שלושה עצים i–iii שכל אחד מהם הוא עץ ביטוי בוליאני.

לכל אחד מן העצים כתוב את הביטויי הבוליאני שהוא מייצג, ואת הערך המתקבל ממנו.

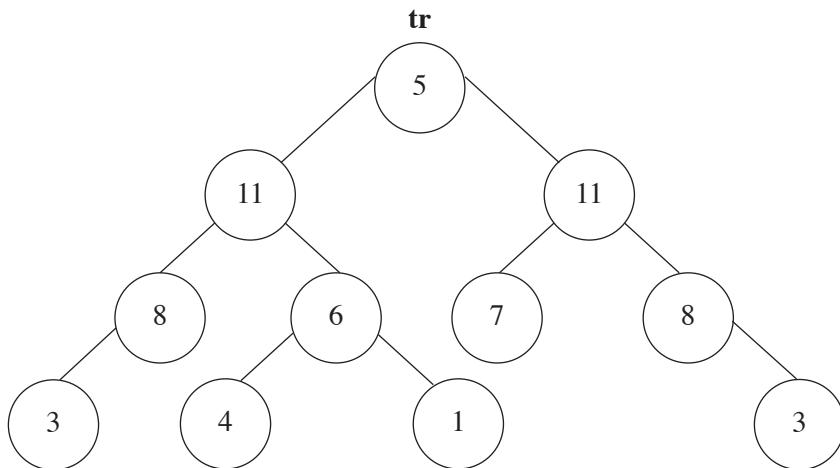


**ב.** כתוב ב- Java או ב- C# פעלת חיצונית שתקבל עץ ביטוי בוליאני, ותחזיר את

הערך הבוליאני (false או true) של הביטוי שהעץ מייצג.

המשר בעמוד 4/

- .2. בשאלת זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שנייה.
- א. נתון עץ ביניאי .tr



לפניך הפעולה `wrap` ב- Java המשמשת בפעולת `branch`, והפעולה `#Wrap` ב- C# המשמשת בפעולת `Branch`.  
שים לב: הפעולה כתובה בשני נוסחים. ענה על התת-סעיפים (1)-(2) שלפניך על פי הנוסח שמלמדת.

הנוסח לפוטרים על פי התכנית הוכחית (ב- Java וב- C#) בעמוד 5,  
הנוסח לפוטרים על פי התכנית החדשת (ב- Java וב- C#) בעמוד 6.  
(1) עקב אחר ביצוע הפעולה `wrap` ב- Java או `#Wrap` ב- C#, בעבור העץ `tr`

הנתון, ורשום את הערך שיווצר.

הראה את המעקם הרקורסיבי.

(2) הבא דוגמה לעץ ביניאי שבuboרו הפעולה `wrap` ב- Java או `#Wrap` ב- C#.  
ת痴יר `tr`, ודוגמה לעץ ביניאי שבuboרו הפעולה `ת痴יר` `.false`  
על כל אחד מהעצים להכיל 5 צמתים בדיקן.

לפתרונות על פי התכנית הנוכחית

Java

```
public static boolean wrap(BinTreeNode<Integer> tr)
{
    return branch(tr.getLeft(), tr.getRight());
}

public static boolean branch(BinTreeNode<Integer> t1, BinTreeNode<Integer> t2)
{
    if ((t1 == null) && (t2 == null))
        return true;
    if (((t1 != null) && (t2 == null)) || ((t1 == null) && (t2 != null)))
        return false;
    return ((t1.getInfo() == t2.getInfo()) && branch(t1.getLeft(), t2.getRight()));
}
```

C#

```
public static bool Wrap(BinTreeNode<int> tr)
{
    return Branch(tr.GetLeft(), tr.GetRight());
}

public static bool Branch(BinTreeNode<int> t1, BinTreeNode<int> t2)
{
    if ((t1 == null) && (t2 == null))
        return true;
    if (((t1 != null) && (t2 == null)) || ((t1 == null) && (t2 != null)))
        return false;
    return ((t1.GetInfo() == t2.GetInfo()) && Branch(t1.GetLeft(), t2.GetRight()));
}
```

(שים לב: סעיף ב של השאלה בעמוד 7.)

/המשר בעמוד 6/

לפתרונות על פי התכנית החדשהJava

```
public static boolean wrap(BinNode< Integer > tr)
{
    return branch(tr.getLeft(), tr.getRight());
}
public static boolean branch(BinNode<Integer> t1, BinNode<Integer> t2)
{
    if ((t1 == null) && (t2 == null))
        return true;
    if (((t1 != null) && (t2 == null)) || ((t1 == null) && (t2 != null)))
        return false;
    return ((t1.getValue() == t2.getValue()) && branch(t1.getLeft(), t2.getRight()));
}
```

C#

```
public static bool Wrap(BinNode<int> tr)
{
    return Branch(tr.GetLeft(), tr.GetRight());
}
public static bool Branch(BinNode<int> t1, BinNode<int> t2)
{
    if ((t1 == null) && (t2 == null))
        return true;
    if (((t1 != null) && (t2 == null)) || ((t1 == null) && (t2 != null)))
        return false;
    return ((t1.GetValue() == t2.GetValue()) && Branch(t1.GetLeft(), t2.GetRight()));
}
```

**(שים לב: סעיף ב של השאלה בעמוד הבא.)**

המשך בעמוד 7 /

(אין קשר לסעיף א.). ב.

לפניך קטע תוכנית הכתוב ב- Java ובי- C#.  
נתון ש- a הוא מערך מטיפוס שלם בגודל n.

```

int i = 0;
while (i < n - 1)
{
    if (a[i] > a [i+1])
    {
        a[i] = a[i] + a[i+1];
        a[i+1] = a[i] - a[i+1];
        a[i] = a[i] - a[i+1];
        i = 0;
    }
    else
        i++;
}

```

(1) עקוב אחר קטע התוכנית בעבור המערך a בגודל 4 שלפניך.

a	5	7	8	12
---	---	---	---	----

במיעקב יש להראות את ? ואת המערך בסיום כל איטרציה.

(2) מהי סיבוכיות זמן הריצה של קטע התוכנית בעבור מערך בגודל n , ממוין בסדר עולה? נמק את תשובתך.

(3) עקוב אחר קטע התוכנית בעבור המערך a בגודל 4 שלפניך.

a	12	8	7	5
---	----	---	---	---

במיעקב יש להראות את ? ואת המערך בסיום כל איטרציה.

(4) מהי סיבוכיות זמן הריצה של קטע התוכנית בעבור מערך בגודל n , ממוין בסדר יורד? נמק את תשובתך.

.3

המחלקה מסלול-אוטובוס – **BusRoute** – מותארת מסלול של קו אוטובוס. כל מסלול מכיל מספר כלשהו של תחנות, לכל הפחות שתיים, בסדר מסוים. כל תחנה מיוצגת על ידי שני מספרים שלמים המציינים את מיקומה במישור. כל תחנה מופיעה במסלול פעם אחת.

לדוגמה, מסלול בן חמישה תחנות המתחיל בתחנה (2, 0) ומסתיים בתחנה (0, 5):

$$(0, 5) \rightarrow (5, 4) \rightarrow (1, 4) \rightarrow (0, 2) \rightarrow (3, 1)$$

האוטובוס נוסע מתחנה לתחנה, לפי סדר התחנות.

אורך המסלול הוא סכום המרחקים בין תחנה לתחנה.

הנה שנותונה המחלקה תחנה – **Station** – שתכונותיה שני מספרים שלמים  $x$  ו-  $y$  המציינים את מיקומה של התחנה במישור.

במחלקה **Station** הוגדרו שתי הפעולות:

פולה בונה (`Station(int x, int y)`

פולה שכותרת:

ב- Java `double distance(Station other)`

ב- C# `double Distance(Station other)`

ה פעולה מקבלת תחנה `other` ומחזיר את המרחק בין התחנה הנוכחיית ובין התחנה `other`.

לפניך ממשק המחלקה מסלול-אוטובוס – **BusRoute** – הכתוב ב- Java ו- C#:

#### Java

<code>BusRoute(Station first, Station second)</code>	פעולה בונה המקבלת שתי תחנות, ויצרת מסלול-אוטובוס עם שתי התחנות.
<code>void addStation(Station newStation)</code>	פעולה המקבלת תחנה, ומוסיפה אותה בסוף המסלול-אוטובוס הקיים. הנץ שתחנה זו אינה קיימת במסלול.
<code>double routeLength()</code>	פעולה המחזיר את אורך המסלול-אוטובוס, כלומר את סכום המרחקים בין תחנה לתחנה.

#### C#

<code>BusRoute(Station first, Station second)</code>	פעולה בונה המקבלת שתי תחנות, ויצרת מסלול-אוטובוס עם שתי התחנות.
<code>void AddStation(Station newStation)</code>	פעולה המקבלת תחנה, ומוסיפה אותה בסוף המסלול-אוטובוס הקיים. הנץ שתחנה זו אינה קיימת במסלול.
<code>double RouteLength()</code>	פעולה המחזיר את אורך המסלול-אוטובוס, כלומר את סכום המרחקים בין תחנה לתחנה.

(שים לב: סעיפים השאלה בעמוד הבא.)

- א. כתוב ב- Java או ב- C# את כוורתה המחלקה **BusRoute** ואת התכונת/התכונות שלה. כתוב תיעוד לכל תכונה.
- ב. מימוש ב- Java או ב- C# את הפעולה הבונה של המחלקה **BusRoute**.
- ג. מימוש ב- Java או ב- C# את הפעולה המושיפה תחנה למסלול-אוטובוסים.
- ד. מימוש ב- Java או ב- C# את הפעולה המחזיראת אורך המסלול-אוטובוס.
- ה. כתוב ב- Java או ב- C# בפעולה הראשית במחלקה Program קטע תכנית שייצור את המסלול-אוטובוס שבדוגמה שבתחלת השאלה, וידפיס את אורך המסלול-אוטובוס.
- הערה: אתה יכול להשתמש בפעולות המחלקה **Station** בלי לממש אותן.

/המשך בעמוד 10/

בחברה "עובדיה עיליה" יש ממשימות: בהולות, דוחופות ורגילות. ממשימות בהולות מתבצעות ראשוניות, אחרתן מתבצעות ממשימות דוחופות ולבסוף ממשימות רגילות.  
בחברה יש מערכת ממוחשבת **סדרן ממשימות**.

ההנעה של המשימות **סדרן ממשימות** נעשית על פי הכללים הבאים:

- ממשימה בהולה חדשה תוכנס לפנִי כל המשימות — בהולות, הדוחופות והרגילות — שנמצאות כרגע **בסדרן ממשימות**.
- ממשימה דוחופה חדשה תוכנס אחרי כל המשימות בהולות ולפנִי המשימות הדוחופות והרגילות שנמצאות כרגע **בסדרן ממשימות**.
- ממשימה רגילה חדשה תוכנס אחרי כל המשימות — בהולות, הדוחופות והרגילות — שנמצאות כרגע **בסדרן ממשימות**.

הוצאה לбиוץ של ממשימה מסדרן ממשימות נעשית על פי הסדר שנוצר **בסדרן ממשימות**.

נתונה המחלקה **משימה** – Task, שיש לה שתי תכונות:

- content – מחוوظת שהיא תיאור המשימה,
- ר' code – מספר שלם המיצג את המשימה: 1 מיצג ממשימה בהולה; 2 מיצג ממשימה דוחפה;  
3 מיצג ממשימה רגילה.

הנה שכל תכונה יש פעולות get ו- set ב- Java או `Get` ו- `Set` ב- C#.

יש לממש את המחלקה **סדרן ממשימות** בעוזרת מספר כלשהו של מחסניות ותורמים, כך שSİיבורקיות זמן הריצה של פעולות ההנעה **סדרן ממשימות** ושל פעולות הוצאה מסדרן ממשימות תהיה O(1).

- א. כתוב ב- Java או ב- C# את כוורת המחלקה **סדרן ממשימות** ואת התכונות שלה.  
כתבו תיעוד לכל תכונה.
- ב. כתוב ב- Java או ב- C# פעולה בונה ללא פרמטרים של המחלקה **סדרן ממשימות**.
- ג. כתוב ב- Java או ב- C# במחלקה **סדרן ממשימות**, פעולה שתתקבל ממשימה ותכניס אותה **סדרן ממשימות**, בהתאם לכללים המתוירים בתחילת השאלה.
- ד. כתוב ב- Java או ב- C# במחלקה **סדרן ממשימות**, פעולה שתוציא את המשימה הבאה לביצוע, ותחזיר אותה.  
אם אין **משימה** **בסדרן ממשימות**, הפעולה תחזיר null.

**פרק שני** (50 נקודות)בפרק זה שאלות בארבעה מסלולים:

מערכות מחשב וasm, עמודים 11-14.

מבוא לחקור ביצועים, עמודים 15-25.

מודלים חישוביים, עמודים 26-30.

תכנות מונחה עצמים ב- C#, Java, עמ' 31-40; תכנות מונחה עצמים ב- C, עמודים 41-50.

**ענה בק על שאלות במסלול שלמדת.****מערכות מחשב וasm**אם למדת במסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 5-8 (לכל שאלה – 25 נקודות).

5. לפניך קטע תכנית באסםבי.

MOV	BX , 3000H
MOV	CX , 5
AGAIN: MOV	AL , CL
CMP	AL , 3
JNZ	NEXT ;(*)
MOV	[BX] , CL
INC	BX
NEXT: LOOPZ	AGAIN
SHOOV: MOV	AL , CL
CMP	AL , 3
JNZ	NEXT1
MOV	[BX] , CL
INC	BX
NEXT1: LOOP	SHOOV ;(**)
	NOP

א. עקב בעזרת טבלת מעקב אחר הביצוע של קטע התכנית. בטבלת המעקב יש לכלול עמודה לכל אחד מהאוגרים: AL, BX, CL.

ענה על הטעיפים ב-ד שלפניך.

אין קשר בין הטעיפים, וכל אחד מהם מתייחס לקטע התכנית כתוב בתחילת השאלה.

ב. קבוע כמה בתים יירשמו בזיכרון, החל בכתובת H,3000, לאחר ביצוע קטע התכנית.

ג. מחקו את ההוראה המסומנת ב-(\*). קבוע מה יירשם בזיכרון, החל בכתובת H,3000, עם סיום קטע התכנית בלי ההוראה שנמחקה.

ד. התיחס לקטע התכנית המופיע בתחילת השאלה, כולל ההוראה המסומנת ב- (\*).

במקום השרה המסומנת ב-(\*) נכתבה השרה NEXT1: LOOPNE SHOOV.

קבע מה יירשם בזיכרון, החל בכתובת H,3000, עם סיום קטע התכנית לאחר השינוי.

.6

בשאלה זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שנייהם.

א. בטבלה שלפניך כתובות הוראות שהן קטוע תכנית באסטטלי.

העתק את הטבלה למחברתך, והשלם בכל אחת מן העמודות את מצב הדגלים לאחר הביצוע של כל אחת מן ההוראות.

הנה שלפנוי הביצוע של קטוע התכנית כל שלושת הדגלים CF , ZF , SF מואופסים, והערך של BL הוא –1 .

הוראות	CF	ZF	SF
MOV AL, 3H			
CMP AL, 3H			
CMP AL, 2H			
CMP AL, 5H			
XOR AL, AL			
DEC AL			
MUL BL			

.ב

(א) אין קשר לסעיף א).

(1) כתוב באסטטלי שגורה (פראצדורה) שתתקבל כפרמטר, באמצעות המחסנית, מספר בין 0 ל- 255 .

השגרה תאחסן באוגר AX את מספר ה-1-ים שיש בייצוג הבינארי של המספר. נתון מערך ARR בן 100 איברים שכל אחד מהם בגודל בית. המערך מכיל מספרים. כתוב באסטטלי קטוע תכנית שיאחסן באוגר CX את מספר האיברים במערך שיש בייצוג הבינארי שלהם מספר איזוגי של 1-ים. עליק להשתמש בשגרה שכתבת בתת-סעיף ב(1) .

בשאלה זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שנייהם.

- א. לכל אחד מן היגדים (1)-(10) שלפניך, קבע אם הוא נכון או לא נכון. אם ההיגד אינו נכון, הסבר מדוע.

(1) לפניך קטוע תכנית באסמבלי.

PUSH AL  
POP AH

קטוע התכנית מכניס את הערך שב-AL ל- AH .

(2) בשיטת המשלים ל- 2 , באמצעות 8 ביטים אפשר לייצג מספרים בין 128 – ל- +127 .

(3) הוראה שלפניך מעטיקה את הערך של הכתובת בזיכרון השמורה ב- AX לתוך BX .

MOV BX , [AX]

(4) הוראה CALL משנה את SI .

(5) הוראה RET מגדילה את ערכו של SP .

(6) הוראה RET מקטינה תמיד את ערכו של IP .

(7) לפניך קטוע תכנית באסמבלי שבו השגרה (פרוצדורה) DONOTHING אינה מבצעת דבר, ואיינה משנה את ערכי האוגרים.

LP: MOV CX , NUMBEROFTIMES  
CALL DONOTHING  
LOOP LP

אם NUMBEROFTIMES שווה ל- 0, הפרוצדורה DONOTHING תיקרא פעם אחת.

(8) הוראה שלפניך מאפסת את BX .

XOR BX , BX

(9) קטוע התכנית שלפניך מאפס את DL .

MOV CL , 8  
SHR DL , CL

(10) במקטע הנתונים הוגדרו המשתנים : NUM1 , NUM2

NUM1 DB 100  
NUM2 DB -156

היצוג שלהם בזיכרון הוא זהה.

(המשך סעיף ב של השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 14/

(אין קשר לסעיף א). ב.

לפניך קטע תוכנית הכתוב באסמבלי.

```

MOV    AL , -1
MOV    DL , 00001111B      ;(*)
MOV    CL , 4
AND    AL , DL
SHR    AL , CL

```

- (1) עקב בעורת טבלת מעקב אחר הביצוע של קטע התוכנית, כתוב מה יהיה הערך של AL לאחר הביצוע. בטבלת המעקב יש לכלול עמודה לכל אחד מן האוגרים: AL , CL , DL , 0.00001111B נכתב המספר 00001111. (2) בשורה המסומנת ב- (\*) במקום המספר 00001111B האם קטע התוכנית יתורגם בלי שגיאות לשפת מכונה? נמק את תשובה.

.8. א. כתוב באסמבלי שגרה (פרוצדורה) בשם FINDSECOND שתקבל, באמצעות המחסנית, שני פרמטרים: מצביע לערך של בתים, ומספר האיברים במערך. השגרה FINDSECOND תאחסן באוגר AX את הערך השני בגודלו במערך. לדוגמה בעברו המערך:

03H	08H	0CH	01H	09H
-----	-----	-----	-----	-----

הערך H 09 יוחסן באוגר AX.

הנתונות:

— המספרים במערך חיוביים.

— המספרים במערך שונים זה מזה.

— במערך יש לפחות שני מספרים.

.ב. במקטע הנתונים הוגדר המערך ARR בן 100 איברים שכל אחד מהם בגודל בית. המערך מכיל מספרים.

כתב באסמבלי קטע תוכנית שידפיס את המספר השני בגודלו במערך, ביצוגו על פי בסיס 10.

הנה שהמספרים במערך חיוביים ושונים זה מזה.

עליך להשתמש בשגרה FINDSECOND שכתבת בסעיף א.

**מבוא לחקור ביצועים**

אם למדת מסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 9-12 (לכל שאלה – 25 נקודות).

9. בשאלת זו שישה סעיפים, א-ו, שאין קשר ביניהם. ענה על בל הסעיפים.

A. נתונים האילוצים:

$$6x_1 + 3x_2 \leq 18$$

$$-4x_1 + 2x_2 \leq 4$$

$$x_1 + x_2 \geq 3$$

$$x_1 \geq 0$$

$$x_2 \geq 0$$

סרטט במחברתך את תחום הפתרונות האפשריים הנקבע על סמך האילוצים הנתונים.

סמן את תחום הפתרונות האפשריים של האילוצים,

ורשם בגרף שמתקיים את הערכאים של  $x_1$  ו-  $x_2$  בעבר כל אחד מן הקדקודים של

תחומי הפתרונות האפשריים.

**כל אחד מן הסעיפים ב-ו מתייחס לבועית התכנון הלינארי שלפניר.**

בעית התכנון הלינארי:

$$\max \{z = 20x_1 + 15x_2\}$$

בכפוף לאילוצים האלה:

$$2x_1 + x_2 \leq 6$$

$$-2x_1 + x_2 \leq 2$$

$$x_1 + x_2 \leq b$$

$$x_1 \geq 0$$

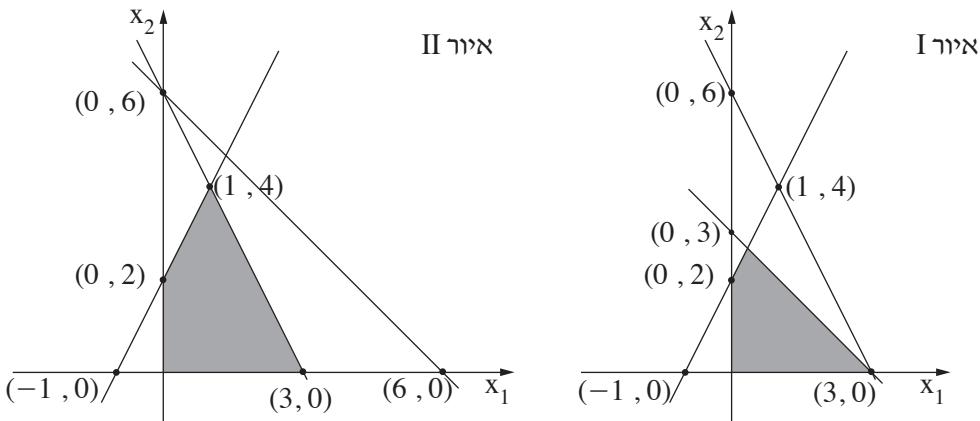
$$x_2 \geq 0$$

$b$  הוא פרמטר.

עבור  $b = 3$  תחום הפתרונות האפשריים מוצג באיוור I.

עבור  $b = 6$  תחום הפתרונות האפשריים מוצג באיוור II.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)



- בעבור  $3 = b$ , מהו הפתרון האופטימלי של הבעיה הנתונה? נמק את קביעתר.

בעבור  $6 = b$ , הפתרון האופטימלי של הבעיה הנתונה הוא (1, 4). הסבר מדוע.

מצאו שני ערכיהם של  $a$  (השווים מ-6) שבuborom הפתרון האופטימלי של הבעיה הנתונה הוא (1, 4). נמק את תשובתך.

הופכים את סימן האישויון של האילוץ הראשון בבעית התכנון הלינארי שלפני סעיף ב, והוא כעת:  $6 \geq x_1 + 2x_2$ .

בעבור  $3 = b$  צייר את תחום הפתרונות האפשריים.

מהו הפתרון האופטימלי לבעיה שהתקבלה לאחר השינוי זהה? נמק את תשובתך.

הופכים את סימן האישויון של שני האילוצים הראשונים בבעית התכנון הלינארי שלפני סעיף ב.

בעבור  $3 = b$  האילוצים הם עתה:

$$\begin{aligned}2x_1 + x_2 &\geq 6 \\ -2x_1 + x_2 &\geq 2 \\ x_1 + x_2 &\leq 3 \\ x_1 &\geq 0 \\ x_2 &\geq 0\end{aligned}$$

אם לא — הסבר מדוע איו פתרון.  
האם יש פתרון אופטימלי לבעה שהתקבלה לאחר השינוי זה? אם כן — מצא אותו,

- בשאלה זו שישה סעיפים, א-ו, שאין קשר ביניהם. ענה על כל הסעיפים.
- א. בעיית תובלה שלושה מקורות ושלושה יעדים. העליות ליחידה מכל מקור לככל יעד נתונות בטבלה ש לפניך.

מקורות	יעדים			היצע
	1	2	3	
1	8	9	6	18
2	4	5	8	a
3	5	10	7	10
<b> ביקוש</b>	12	15	15	

קבע מה צריך להיות היצע a כדי לקבל טבלת עליות וביקושים, ללא יעד דמה ולא מקור דמה.

ב. בטבלה ש לפניך נתון חלק מפתרון בסיסי אפשרי בעיית התובלה:  $x_{11} = 9$ ,  $x_{12} = 1$ .

מקורות	יעדים			היצע
	1	2	3	
1	10 9	15 1	17	10
2	10	18	14	12
3	15	20	18	9
<b> ביקוש</b>	9	12	10	

העתק למחברתך את הטבלה, והשלם בה את הפתרון הבסיסי האפשרי לפי שיטות הפינה הצפונית-מערבית.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)/  
המשך בעמוד 18/

ג. בטבלה שלפניך נתון חלק מפתרון בסיסי אפשרי לביעית תובלה, ונתונים הערכים של

$u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$  שמתאימים לפתרון זה.

מקורות	יעדים			היצע	$u_i$
	1	2	3		
1	2	5	7	20	2
2	0	8	4	10	0
3	10	0	8	15	-8
ביקוש	20	15	10		
$v_j$	0	8	16		

העתק למחברתך את הטבלה, והשלם בה את הפתרון בהתחשב בערכים של

$u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$ , כך שיתקבל פתרון בסיסי אפשרי.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 19

ד. בטבלה של פניך נתון פתרון בסיסי אפשרי לביעית תובלה, ונתון הערך של  $u_1$ .

מקורות	יעדים			היצוא	$u_i$
	1	2	3		
1	6	7	9	18	0
2	2	0	6	10	
3	7	12	10	10	
ביקוש	10	15	13		
$v_j$					

(1) העתק למחברתך את הטבלה, והשלם בה את הערכים של  $u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$ .

(2) הסבר מדוע הפתרון הנתון אינו פתרון אופטימי.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 20/

ה. בטבלה שלפניך נתון פתרון אפשרי לביעית תובלה, ונתונים הערכיים של  $u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$  שמתאימים לפתרון זה.

מקורות	יעדים			היצע	$u_i$
	1	2	3		
1	10 20	25	30	20	10
2	10 30	22	14 20	50	10
3	16	20 40	20 20	60	16
<b>ביקוש</b>	50	40	40		
$v_j$	0	4	4		

בחר בהיגד הנכון מבין ההיגדים 1-4 שלפניך. העתק אותו למחברתך ונמك את בחירתך.

- .1. הפתרון הנתון אינו פתרון בסיסי אפשרי.
- .2. הפתרון הנתון הוא פתרון בסיסי אפשרי אך לא אופטימלי.
- .3. הפתרון הנתון הוא פתרון אופטימלי יחיד.
- .4. הפתרון הנתון הוא פתרון אופטימלי, אך אינו פתרון אופטימלי יחיד.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

. נ. בטבלה שלפניך נתונה בעיית תובלה.  
נתוני הבעיה, כולל העליות ליחידה מכל מקור לכלי יעד, מוצגים בטבלה שלפניך.

מקורות	יעדים			היצע
	1	2	3	
1	22	30	32	20
2	30	18	24	20
3	15	10	8	30
4	25	15	22	30
<b>ביקוש</b>	30	40	25	

נתון תנאי, שעל פיו אסור שיישאר מלאי במקור 1. הבעיה הנתונה אינה מאוזנת, שכן הצעה תלמיד להוסיף יעד 4 אשר קיבל את חמשת המוצרים מההצעה העודף. העליות ליחידה מכל מקור לכלי יעד נתונות בטבלה שלפניך. ערכי העליות של יעד ה<sup>4</sup> הנתונים בטבלה הם הפרמטרים  $w, x, y, z$ .

מקורות	יעדים				היצע
	1	2	3	4	
1	22	30	32	x	20
2	30	18	24	y	20
3	15	10	8	z	30
4	25	15	22	w	30
<b>ביקוש</b>	30	40	25	5	

מה צריך להיות הערך של כל אחד מן הפרמטרים  $w, y, z, x$  כדי שייהי אפשר למצוא פתרון בסיסי אפשרי לבעיית התובלה הנתונה?

בחור בתשובה הנכונה מבין ארבע התשובות של פיניך, העתק אותה למחברתך, ונמק את בחירתך.

(M הוא מספר גדול מאוד.)

$$x = 0, y = 0, z = 0, w = 0 \quad .1$$

$$x = M, y = M, z = M, w = M \quad .2$$

$$x = M, y = 0, z = 0, w = 0 \quad .3$$

$$x = 0, y = M, z = M, w = M \quad .4$$

/המשך בעמוד

בשאלה זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שנייהם.

**א.**  $G = (V, E)$  הוא גראף מכוון המיוצג על ידי מטריצת הסמיכות שלפניך.

	a	b	c	d	e
a	0	0	0	0	1
b	0	0	0	1	0
c	1	0	0	0	0
d	0	0	0	0	1
e	0	0	1	0	0

(1) סרטט את הגרף  $G$  המיוצג על ידי מטריצת הסמיכות.

(2) מצא את רכיבי/רכיבי הקשרות חזקה (رك"חים — Strong Connected Components) של גראף הנתון.

(3) מהו המספר המינימלי של קשתות שיש להוסיף להוסיפו לא-הgraף כדי让他 될 רכיב אחד בלבד? מהי הקשת או מהן הקשתות שיש להוסיף?

(4) כמה רכיבי קשרות חזקה (رك"חים) יש בגראף המוחלט  $G^T = (V, E^T)$  של גראף הנתון  $G$ , ומה הם?

שים לב — קשת מכוונת כלשהי (a, b) בגראף  $G$  נהפכת בגראף המוחלט  $G^T$  לקשת מכוונת (b, a).

**ב.** אין קשר לסעיף א).

$G = (V, E)$  הוא גראף לא מכוון המיוצג על ידי רשימת הסמיכות שלפניך:

a	$\rightarrow$	b	$\rightarrow$	c	$\rightarrow$			
b	$\rightarrow$	a	$\rightarrow$	c	$\rightarrow$	d	$\rightarrow$	
c	$\rightarrow$	e	$\rightarrow$	a	$\rightarrow$	b	$\rightarrow$	
d	$\rightarrow$	b	$\rightarrow$					
e	$\rightarrow$	c	$\rightarrow$					

(1) סרטט את הגרף  $G$  המיוצג על ידי רשימת הסמיכות.

(2) כמה רכיבי קשרות (Connected Components) יש בגראף  $G$ , ומה הם?

(3) הפעל אלגוריתם סריקה לעומק (DFS) על הגרף  $G$  החל בקודוד a.

סרטט במחברתך רק את העץ הפורש (DFS) / היער הפורש (DFS) שמתקיים.

התבוסס על הייצוג הנתון ברשימת הסמיכות.

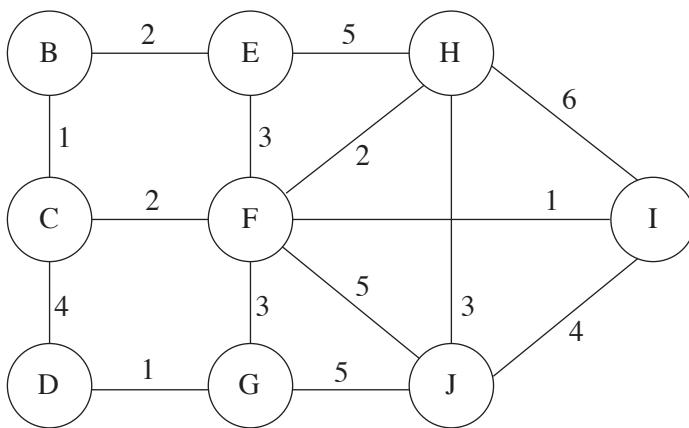
(4) הפעל אלגוריתם סריקה לרוחב (BFS) על הגרף  $G$  החל בקודוד a.

סרטט במחברתך רק את העץ הפורש (BFS) / היער הפורש (BFS) שמתקיים.

התבוסס על הייצוג הנתון ברשימת הסמיכות.

12. בשאלת זו שלושה סעיפים, א-ג, שאין קשר ביניהם. ענה על שלושתם.

א. לפניך רשת  $(V, E)$ .



(1) מצא את כל המסלולים הקצרים ביותר מקודו C לקודו J ברשת הנתונה.

תאר כל אחד מן המסלולים תיאור סכמתי.

(2) מצא את העץ הפורש המינימלי לפי האלגוריתם של קראוסקל. תאר את העץ זה תיאור סכמתי.

ב. נתונים גרען **קשר לא מכובן**  $(V, E) = G$  וכן פונקציית משקל  $w: E \rightarrow R^+$ .

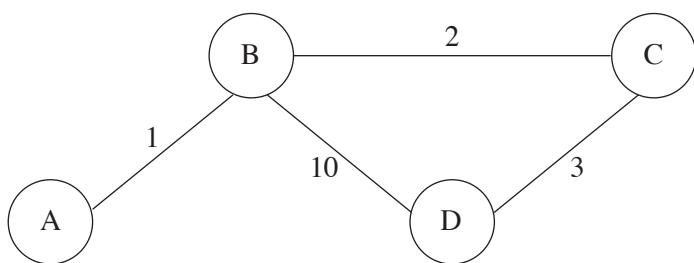
נגידר פונקציית משקל חדשה  $c: E \rightarrow R^+$  באופן זהה: לכל קשת  $e \in E$ ,  $c(e) = w(e) + a$ ,  $a$  הוא מספר כלשהו, גדול מ-0.

תלמיד טען שם  $T$  הוא עץ פורש מינימלי של  $G$  על פי האלגוריתם של קראוסקל תחת פונקציית המשקל  $w$ , איזי  $T$  הוא עץ פורש מינימלי של  $G$  על פי האלגוריתם של קראוסקל גם תחת פונקציית המשקל  $c$ .

האם התלמיד צודק? אם כן — נמק מדוע, אם לא — הבא דוגמה שתפרק את טענת התלמיד.

(שים לב: סעיף ג' של השאלה בעמוד הבא.)

ג. נתונים גրף קשור לא מכווון  $G = (V, E)$  וכן פונקציית משקל  $w: E \rightarrow \mathbb{R}^+$ .



בעבור הגרף  $G$  הנתון, עץ המסלולים הקצרים ביותר מקדוקוד  $A$  לשאר קדוקודי הגרף הוא:

$$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$$

נגידר פונקציית משקל חדשה  $c_2(e) = w(e) + a$ ,  $E \rightarrow \mathbb{R}^+$  באופן זהה: לכל קשת  $e$  בערך  $c_2(e)$  הוא מספר כלשהו, גדול מ-0.

(1) הבא דוגמה ל-  $a$  שבעבורו עץ המסלולים הקצרים ביותר מקדוקוד  $A$  לשאר קדוקודי הגרף לא ישתנה.

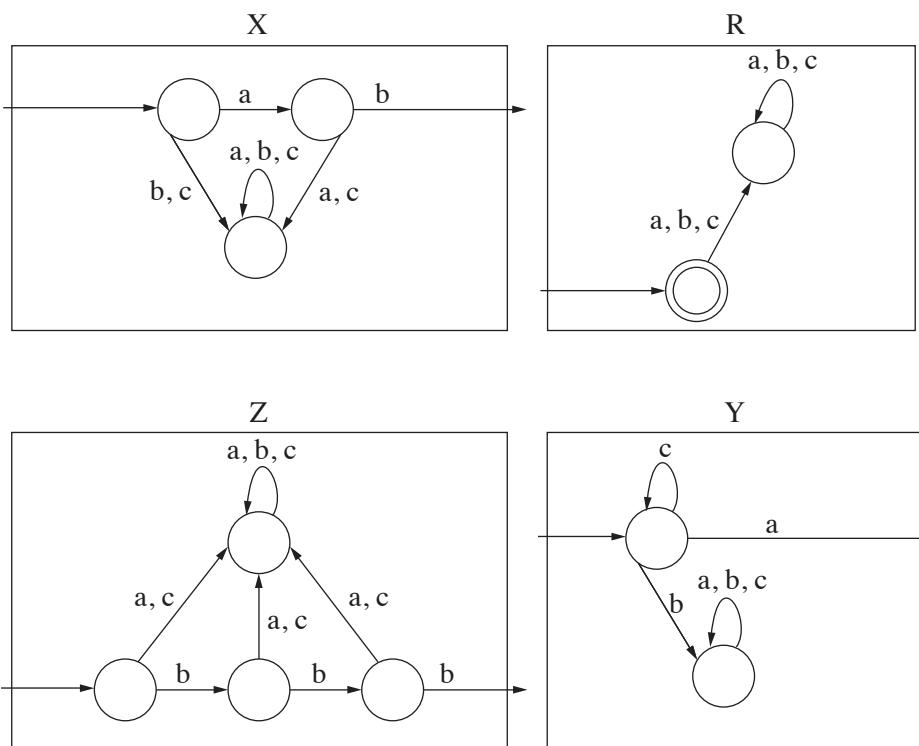
(2) הבא דוגמה ל-  $a$  שבעבורו עץ המסלולים הקצרים ביותר מקדוקוד  $A$  לשאר קדוקודי הגרף ישתנה.

**מודלים חישוביים**

אם למדת מסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 13-16 (לכל שאלה – 25 נקודות).

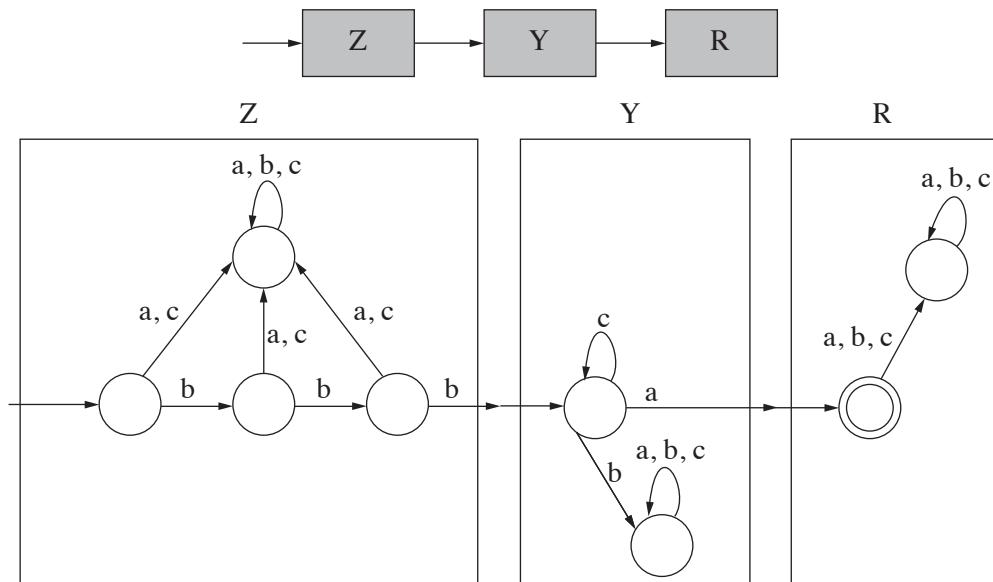
13. בפעל "אוטומטים בעמ'" מייצרים את ארבעת הסוגים של רכיבים לבניית אוטומטים סופיים  
דטרמיניסטיים שלפניך.

כל אחד מן הרכיבים אינו אוטומט, אך אפשר להרכיב מהם אוטומט סופי דטרמיניסטי, על ידי חיבורם זה לזה בסדר מסוים, משמאלו לימין. אפשר להשתמש ביותר מרכיב אחד מכל סוג.

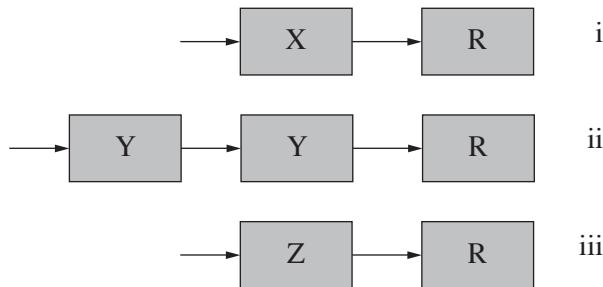


(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

למשל כדי לבנות אוטומט שמקבל את השפה  $\{b^3c^n a \mid n \geq 0\}$  יש לחבר את הרכיבים שלפניך בסדר המתוואר, משמאל לימין:



a. כתוב את השפה שמקבל כל אחד מן האוטומטים i - iii שלפניך.



b. נתונות השפות  $L_3, L_2, L_1$  :

$$L_1 = \{ab^4c^n a \mid n \geq 0\}$$

$$L_2 = \{c^n a^2 b^7 ab \mid n \geq 0\}$$

$$L_3 = \{b^6 c^n a^2 b^4 \mid n \geq 0\}$$

לכל אחת מן השפות  $L_3, L_2, L_1$  רשום את הרכיבים הנחוצים מבין הרכיבים  $X, Y, Z, R$ . משמאלי לימין, לפי הסדר שצורך לחבר כדי לקבל אוטומט סופי דטרמיניסטי שייקבל את השפה. אפשר להשתמש ביוטר מרכיב אחד מאותו סוג.

בשאלה זו שלושה סעיפים, א-ג, שאין קשר ביניהם. ענה על שלושת.

א. לפניך השפה  $L$  מעל הא"ב  $\{a, b\}$ .

$L$  היא אוסף המילים שבכל אחת מהן הערך המוחלט של ההפרש בין מספר הפעמים שמוופיעו הינו  $a$  לבין מספר הפעמים שמוופיעו הינו  $b$  שווה ל-1, ובעבור כל רישא\* של כל מילה השyiיכת לשפה  $L$  הערך המוחלט של ההפרש הזה הוא כלל היוצר 1.

\* רישא של מילה  $w$  היא כל מילה המתקבלת על ידי הורדת מספר כלשהו של תווים מסוף המילה  $w$ , כולל המילה הריקה, והמילה  $w$  עצמה.

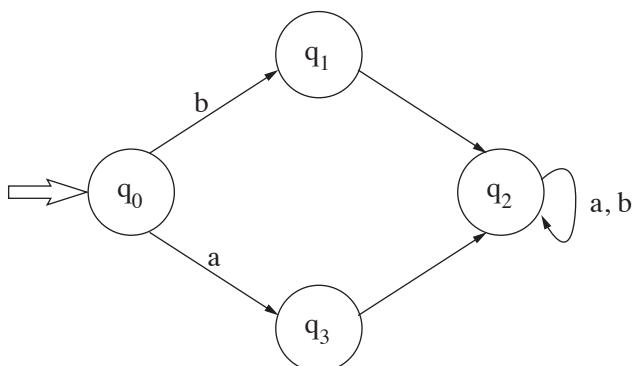
לדוגמה:  $w = abba$

כל הרישאות של המילה  $w$  הן:  $\epsilon, a, ab, abb, abba$

דוגמיה למילה ששייכת לשפה  $L$ :  $ababa$

דוגמאות למילים שאינן שייכות לשפה  $L$ :  $\epsilon, baab, aaabb$

לפניך סרטוט חלקו של אוטומט סופי דטרמיניסטי המקבל את השפה  $L$ . בסרטוט חסרים מעברים, סימני קלט ומצבים מקבלים.



הסרטוט כולל את כל המצבים של האוטומט.

העתק למחברתך את הסרטוט, והשלם אותו כך שהאוטומט יקבל את השפה  $L$ .

עליך להשלים את המעברים החסרים ואת סימני הקלט החסרים, ולסמן את כל המצבים מקבלים.

**שים לב:** אין להוסיף לאוטומט מצבים, ואין להוריד מהם מצבים.

(**שים לב:** המשך השאלה בעמוד הבא.)

**ב.** נתונות שתי שפות רגולריות  $L_1, L_2$ .

$$N \Delta I = \{w_1 w_2 \mid w_1 \in L_1, w_2 \in L_2, |w_1| = |w_2|\}$$

הבא דוגמה לשתי שפות  $L_1, L_2$  כך ש:  $L_2 \cap L_1$  הן שפות רגולריות

ו-  $L_3$  היא שפה לא רגולרית. הסבר את תשובתך.

**ג.**

לפניך השפות הרגולריות  $L_3, L_2, L_1$  מעלה א"ב  $\{a, b, c\}$

$$L_1 = \{a^n b^k \mid n, k \geq 0\}$$

$$L_2 = \{c^n \mid n \geq 0\}$$

$$L_3 = \{\varepsilon\}$$

לפניך השפה  $L$ .

$$L = \{c^n b^k a^j \mid n > 0, k, j \geq 0\}$$

הראה שהשפה  $L$  רגולרית באמצעות השפות  $L_3, L_2, L_1$  ותכונות סגירות בלבד. הסבר את תשובתך.

**15.** לפניך השפה  $L$ .

$$L = \left\{ a^s b^{2s} a^{i_1} b^{j_1} a^{i_2} b^{j_2} \dots a^{i_n} b^{j_n} \mid \begin{array}{l} s \geq 1, n \geq 1 \\ i_k \geq 1, j_k \geq 1 \text{ מתקיים } 1 \leq k \leq n \end{array} \right\} \text{ לכל } k$$

**א.** כתוב את המילה הקצרה ביותר בשפה  $L$ .

**ב.** בנה אוטומט מחסנית שיקבל את השפה  $L$ .

16. בשאלת זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שנייהם.

א. לפני השפות  $L_1$  ו-  $L_2$  מעלה'a'b {0,1} :

$$L_1 = \{w \in \{0,1\}^* \mid \#_0(w) \leq \#_1(w) \leq 2 \times \#_0(w)\}$$

$$L_2 = \{0^s \mid s \geq 0\}$$

\* 1, 0 הוא אוסף כל המילים מעלה'a'b {1, 0}, כולל המילה הריקה,

$\#_0(w)$  מציין את מספר ה-0ים במילה  $w$ ,

$\#_1(w)$  מציין את מספר ה-1ים במילה  $w$ .

נתונות שתי מילים ב-  $L_2$  :  $w_1 = 0^i$  ו-  $w_2 = 0^j$  כר' ש:  $i < j$ .

מצא מילה  $w$  כר' שיתקיים:

$$w_1 \cdot w \in L_1$$

$$w_2 \cdot w \notin L_1$$

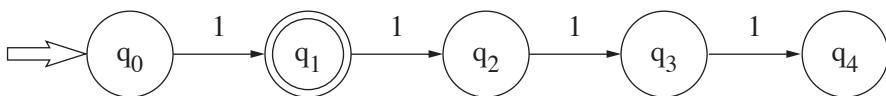
ב. (אין קשר לסעיף א.).

פנייה לשפה  $L$  מעלה'a'b {0,1} .

$$L = \{10^i(11)^j \mid i, j \geq 0\} \cup \{10^k 1 \mid k \geq 0\}$$

פנייה סרטוט חלקו של אוטומט סופי לא דטרמיניסטי מקבל את השפה  $L$ .

בסרטוט חסרים מעברים, סימני קלט ומצבים מקבלים.



הסרטוט כולל את בל המצבים של האוטומט לא דטרמיניסטי.

העתק למחברתך את הסרטוט, והשלם אותו כר' שהאוטומט יקבל את השפה  $L$ .

עליך להשלים את המעברים החסרים ואת סימני הקלט החסרים, ולסמן את המצבים

המקבלים החסרים.

שים לב: אין להוסיף לאוטומט מצבים, ואין להוריד מהם מצבים.

תכנות מונחה עצמים

אם למדת מסלול זה ואתה כותב ב- Java, ענה על שתיים מהשאלות 17-20.  
(כל שאלה – 25 נקודות)

17. בשאלת זו שלושה סעיפים, א-ג, שאין קשר ביניהם. ענה על שלושתם.

א. לפניך קטע קוד בפועלה ראשית במחלקה Run:

C c = new A();

B b1 = (B) (new A());

B b2 = new D();

A a = new D();

(1) הנח כי D, C, B, A הן מחלקות, ונתון כי לכל אחת מהן יש מחלקה יורשת אתת לכל היותר.

כתבו שתי אפשרויות להיררכיות המחלקות כך שקטע הקוד יהיה תקין.

(2) נתון גם כי הפעולה () מוגדרת במחלקה B בלבד, וכן נתון כי בתכנית הראשית כללות גם ההוראות האלה:

c.f();

b1.f();

קבע באיזו מבין שתי האפשרויות להיררכיות המחלקות שכתבת בתת-סעיף א'(1) ההוראות האלה תקיןות.

העתק את היררכיות המחלקות הזו, והסביר מדוע בהיררכיה האחראית ההוראות איןן תקיןות.

ב. לפניך קטע תוכנית בפועלה הראשית במחלקה Program :

CC c = new AA();

BB b1 = (BB) (new AA(2));

קבע מי מבין CC, BB, AA לא יכול להיות ממשק. הסבר מדוע.

(שים לב: סעיף ג של השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 32

ג. לפניך המחלקות A, B והמחלקה Run ובה הפעולה הראשית main . רשום את הפלט של הפעולה הראשית.

```
public class A
{
    public A()
    {
        f();
    }
    public void f()
    {
        System.out.println("Class A");
    }
}

public class B extends A
{
    public B()
    {
        super();
    }
    public void f()
    {
        System.out.println("Class B");
    }
}

public Class Run
{
    public static void main(String[] args)
    {
        A a = new B();
    }
}
```

.18 לפניך המחלקות Run והמחלקה DD, CC, BB, AA ובה פעולה ראשית.

```

public class AA
{
    protected int i;
    public AA(int i)
    {
        this.i = i;
    }
}

public class BB extends AA
{
    public BB(int i)
    {
        super(i + 1);
    }

    public boolean what(Object other)
    {
        return ((other != null) &&
                (other instanceof BB) &&
                (this.i == ((BB)other).i));
    }

    public boolean what (BB other, int k)
    {
        return ((other != null) &&
                (this.i - k == ((BB)other).i));
    }
}

public class CC extends BB
{
    public CC(int i)
    {
        super(i);
    }
}

```

```

public class DD extends BB
{
    public DD(int i)
    {
        super(i + 1);
    }

    public boolean what(BB other , int k)
    {
        return super.what(other , 1);
    }
}

public class Run
{
    public static void main(String[] args)
    {
        AA a = new AA(1);
        BB b = new BB(1);
        CC c = new CC(1);
        DD d = new DD(1);
        BB b1 = new DD(1);
        AA c1 = new CC(1);
        //***
    }
}

```

- .DD , CC , BB , AA סרטט את היררכיות המחלקות .  
ב. עקוב אחר הפעולה הראשית.  
ג. בעקבות יש לכתוב את ערכי המשתנים, ובabbo כל עצם יש לכתוב את ערכי התוכנות שלו.

- i      a = c;  
ii     b = a;  
iii    c = (CC) b1;

**בעבור כל אחת מן ההוראות ו-iii בצע:**

- כתוב את הוראה במקום \*\*\*// בפעולה הראשית של המחלקה Run .

— קבע אם הוראה תקינה או אינה תקינה.

אם הוראה תקינה — הצג את השינויים שנוצרו בעצמים בעקבות הוראה.  
אם הוראה אינה תקינה — נמק את קביעתך, וכותב אם השגיאה היא שגיאת הידור  
(קומפילציה) או שגיאת זמן ריצה.

ד. **לפניך ההוראות ו-iv .**

- i    System.out.println(b1.what(b));  
ii   System.out.println(b1.what(b , 1));  
iii   System.out.println(((CC) c1).what(c));  
iv   System.out.println(d.what(a));

**בעבור כל אחת מן ההוראות ו-iv בצע:**

- כתוב את הוראה במקום \*\*\*// בפעולה הראשית של המחלקה Run .

— כתוב מה יהיה הפלט בעקבות כל אחת מן ההוראות.

- .19. לפניך המשך IThing, המחלקות D, C, B, A, ופעולה ראשית במחלקה Run.
- א. עקבות אחר הפעולה הראשית, וכותב את הפלט המתkeletal.
- במיעקב יש לכתוב את ערכי המשתנים, ובabbo כל עצם את ערכי התוכנות שלו.

```
public interface IThing
{
    public int value();
}

public class A implements IThing
{
    private int a;
    public A(int a)
    {
        this.a = a;
    }
    public int value()
    {
        return this.a;
    }
}

public class B implements IThing
{
    protected IThing a, b;
    public B(IThing a, IThing b)
    {
        this.a = a;
        this.b = b;
    }
    public int value()
    {
        return this.a.value() + this.b.value();
    }
}
```

```

public class C extends B
{
    public C(IThing a, IThing b)
    {
        super(a, b);
    }
    public int value()
    {
        return this.a.value() * this.b.value();
    }
}

public class D implements IThing
{
    private IThing[] things;
    private int limit;
    public D(IThing[] things, int limit)
    {
        this.things = things;
        this.limit = limit;
    }
    public int value()
    {
        int val = 0;
        for (int i = 0; i < limit; i++)
        {
            val += this.things[i].value();
        }
        return val;
    }
}

```

(שים לב: המשך הסעיף בעמוד הבא.)

```

public class Run
{
    public static void main(String[] args)
    {
        IThing[] things = new IThing[5];
        things[0] = new A(2);
        things[1] = new B(things[0] , things[0]);
        things[2] = new C(things[0] , things[1]);
        things[3] = things[2];
        things[4] = new D(things , 4);      // (*) 
        for(int i = 0; i < things.length; i++)
        {
            System.out.println(things[i].value());
        }
    }
}

```

.ב. הסבר בקצרה מה תהיה ההשפעה על ריצת התכנית אם בשורה המסומנת ב- (\*) יחליפו את ההוראה הקיימת בהוראה שלפניר:  
`things[4] = new D(things , 5);`

.20. החברה "צעוצים זה הם" מעוניינת למחשב את מAGER הצעצועים במחסן המרכזי שלה.

כדי לעשות זאת הוגדרו שתי מחלקות בעבר שני סוגי של צעצועים:

מחלקה **Doll** בעבר בובות, והמחלקה **Car** בעבר מכוניות צעצוע.

מחלקה **Doll** חמש תכונות ושתי פועלות.

התכונות: שם הבובה, מחיר הבסיס של הבובה, צבע שער, מספר האביזרים המצורפים, מחיר לאביזר (לכל האביזרים מחיר זהה).

הפעולות:

(i) החזרת מחיר הבובה לצרכן. מחיר הבובה לצרכן הוא מחיר הבסיס שלה, בתוספת מחיר האביזרים המצורפים אליה (המוחושב על פי מספר האביזרים כפול המחיר לאביזר).

(ii) עדכון מחיר הבסיס של בובה על ידי הגדלו ב- ק אחוזים. ק הוא מספר ממשי המתkeletal כפרמטר.

מחלקה **Car** ארבע תכונות ושתי פועלות.

התכונות: שם מכונית הצעצוע, מחיר הבסיס של המכונית, סיווג גודל המכונית, צבע המכונית.

התכונה "סיווג גודל המכונית" מוצגת על ידי מספר שלם: 0 — מכונית קטנה; 1 — מכונית בינונית; 2 — מכונית גדולה.

הפעולות:

(i) החזרת מחיר המכונית לצרכן. מחיר המכונית לצרכן נקבע על פי גודלה. הממחיר לצרכן של מכונית קטנה הוא מחיר הבסיס,

המחיר לצרכן של מכונית בינונית הוא מחיר בסיס + 15 ש"ח,

והמחיר לצרכן של מכונית גדולה הוא מחיר הבסיס + 30 ש"ח.

(ii) עדכון מחיר הבסיס של מכונית על ידי הגדלו ב- ק אחוזים. ק הוא מספר ממשי המתkeletal כפרמטר.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

לפניך תרשימים המחלקות של מאגר הצעצועים הממוחשב:

<b>Doll</b>
— String name
— double basePrice
— String color
— int accNums
— double accPrice
+ double price()
+ void updatePrice(double percent)
+ Doll(String name , double basePrice , String color , int accNum , double accPrice)

<b>Car</b>
— String name
— double basePrice
— String color
— int size
+ double price()
+ void updatePrice(double percent)
+ Car (String name , double basePrice , String color , int size)

מקרה:	
מצין —	private
מצין +	public

שים לב: סעיפים השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 40

**א.** הוגדרה מחלקה חדשה **Toy**, שהמחלקות **Car** ו- **Doll** יירושות ממנה.

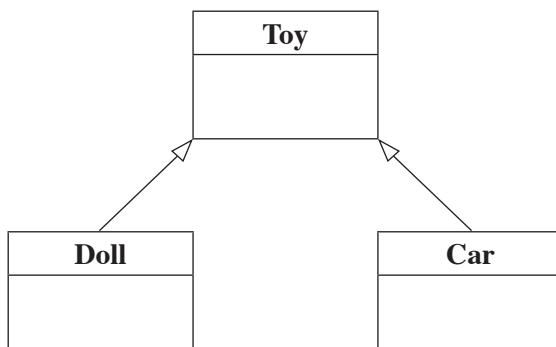
לפניך שلد של תרשימים מחלקות בעבור המחלקות **Toy** ו- **Car**.

העתק את התרשימים למחברתך וכותב בו לכל מחלקה את התכונות ואת כוורות הפעולות,

באופן המתאים ביותר לעקרונות תכונות מונחה עצמים (הכמסה —

הורשה — polymorphism, פולימורפייזם — inheritance).

כותב תיעוד לכל תכונה.



בסעיפים ב-ג שלפניך התייחס לתרשימים מחלקות שכתבת בסעיף א.

**ב.** מימוש ב- Java את הפעולה **price**, בכל המחלקות שהיא מופיעה בהן.

**ג.** כתוב ב- Java פעולה ראשית שתבצע את שתי המשימות (1) ו- (2) שלפניך.

(1) ייצרת עצם אחד מטיפוס **Doll**, ועצם אחד מטיפוס **Car** (עם ערכים כרצוני).

(2) חישוב והדפסה של סכום המחיריהם לצרcn של שני הצעצועים (בובה ומכוונית).

תכנות מונחה עצמים

אם למדת מסלול זה ואתה כותב בו C#, ענה על שתיים מהשאלות 21-24.  
(כל שאלה – 25 נקודות)

.21. בשאלת זו שלושה סעיפים, א-ג, שאין קשר ביניהם. ענה על שלושתם.

א. לפניך קטע קוד בפעולה ראשית במחלקה Run:

C c = new A();

B b1 = (B) (new A());

B b2 = new D();

A a = new D();

(1) הנח כי D, C, B, A הן מחלקות ונתון כי לכל אחת מהן מחלקה יורשת אחת לכל היתר.

כתבו שתי אפשרויות להיררכיות המחלקות כך שקטע הקוד יהיה תקין.

(2) נתון גם כי הפעולה () F מוגדרת במחלקה B בלבד, כמו כן נתון כי בתכנית הראשית נכללות גם ההוראות אלה:

c.F();

b1.F();

קבע באיזו מבין שתי האפשרויות להיררכיות המחלקות שכתבת בתת-סעיף א  
ההוראות אלה תקיןות.

העתק את היררכיות המחלקות הzon, והסביר מדוע בהיררכיה האחראית ההוראות  
אין תקיןות.

ב. לפניך קטע תכנית בפעולה ראשית במחלקה Program :

CC c = new AA();

BB b1 = (BB) (new AA(2));

קבע מי מבין CC, BB, AA לא יכול להיות ממשק. הסבר מדוע.

(שים לב: סעיף ג של השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 42/

ג. לפניך המחלקות A, B והמחלקה Run ובה הפעולה הראשית . רשום את הפלט של הפעולה הראשית.

```
public class A
{
    public A()
    {
        F();
    }

    public virtual void F()
    {
        Console.WriteLine("Class A");
    }
}

public class B : A
{
    public B(): base() { }

    public override void F()
    {
        Console.WriteLine("Class B");
    }
}

public Class Run
{
    public static void Main()
    {
        A a = new B();
    }
}
```

לפניך המחלקות Run DD , CC , BB , AA ובה פעולה ראשית.

```
public class AA
{
    protected int i;
    public AA(int i)
    {
        this.i = i;
    }
}

public class BB : AA
{
    public BB(int i) : base(i + 1) { }
    public virtual bool What(Object other)
    {
        return ((other != null) &&
                (other is BB) &&
                (this.i == ((BB)other).i));
    }
    public virtual bool What (BB other, int k)
    {
        return ((other != null) &&
                (this.i - k == ((BB)other).i));
    }
}

public class CC : BB
{
    public CC(int i) : base (i) { }
}
```

```
public class DD : BB
{
    public DD(int i) : base(i + 1){ }
    public override bool What (BB other , int k)
    {
        return base.What(other , 1);
    }
}

public class Run
{
    public static void Main()
    {
        AA a = new AA(1);
        BB b = new BB(1);
        CC c = new CC(1);
        DD d = new DD(1);
        BB b1 = new DD(1);
        AA c1 = new CC(1);
        //***
    }
}
```

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- א.** סרטט את היררכיית המחלקות .DD , CC , BB , AA .  
**ב.** עקוב אחר הפעולה הראשית.  
**ג.** בעקבות יש לכתוב את ערכי המשתנים, ובabbo כל עצם יש לכתוב את ערכי התוכנות שלו.  
**ד.** לפניך הוראות i-iii .

- i      a = c;
- ii     b = a;
- iii    c = (CC) b1;

בעבור בלאחת מן ההוראות i-iii בצע:

— כתוב את ההוראה במקומות \*\*\*// בפעולה הראשית של המחלקה Run .

— קבע אם ההוראה תקינה או אינה תקינה.

אם ההוראה תקינה — הצג את השינויים שנוצרו בעצמים בעקבות ההוראה.

אם ההוראה אינה תקינה — נמק את קביעתך, וכותב אם השגיאה היא שגיאת הידור (קומפילציה) או שגיאת זמן ריצה.  
**ד.** לפניך הוראות i-iv .

- i      Console.WriteLine(b1.What(b));
- ii     Console.WriteLine(b1.What(b , 1));
- iii    Console.WriteLine(((CC) c1).What(c));
- iv    Console.WriteLine(d.What(a));

בעבור בלאחת מן ההוראות i-iv בצע:

— כתוב את ההוראה במקומות \*\*\*// בפעולה הראשית של המחלקה Run .

— כתוב מה יהיה הפלט בעקבות בלאחת מן ההוראות.

. Run. לפניך המשתק IThing, המחלקות A, B, C, D, ופעולה ראשית במחלקה .23

א. עקב אחר הפעולה הראשית, וכותב את הפלט המתkeletal.

במukב יש לכתוב את ערכי המשתנים, ובעבור כל עצם את ערכיו התוכנות שלו.

public interface IThing

{

    int Value();

}

public class A : IThing

{

    private int a;

    public A(int a)

{

        this.a = a;

}

    public int Value()

{

        return this.a;

}

}

public class B : IThing

{

    protected IThing a, b;

    public B(IThing a, IThing b)

{

        this.a = a;

        this.b = b;

}

    public virtual int Value()

{

        return this.a.Value() + this.b.Value();

}

}

(שים לב: המשך הסעיף בעמוד הבא.)

```

public class C : B
{
    public C(IThing a, IThing b) : base(a, b) { }
    public override int Value()
    {
        return this.a.Value() * this.b.Value();
    }
}

public class D : IThing
{
    private IThing[] things;
    private int limit;
    public D (IThing[] things , int limit)
    {
        this.things = things;
        this.limit = limit;
    }
    public int Value()
    {
        int val = 0;
        for (int i = 0; i < limit; i++)
        {
            val += this.things[i].Value();
        }
        return val;
    }
}

```

(שים לב: המשך הסעיף בעמוד הבא.)

```

public class Run
{
    public static void Main()
    {
        IThing[] things = new IThing[5];
        things[0] = new A(2);
        things[1] = new B(things[0] , things[0]);
        things[2] = new C(things[0] , things[1]);
        things[3] = things[2];
        things[4] = new D(things , 4);      // (*) 
        for(int i = 0; i < things.Length; i++)
        {
            Console.WriteLine(things[i].Value());
        }
    }
}

```

.ב. הסבר בקצרה מה תהיה ההשפעה על ריצת התכנית אם בשורה המסומנת ב- (\*) יחליפו את ההוראה הקיימת בהוראה שלפניר:

things[4] = new D(things , 5);

24. החברה "צעוצעים זה הם" מעוניינת למחשב את מAGER הצעוצועים במוחSEN המרכזI שלה.

כדי לעשות זאת הוגדרו שתי מחלקות בעבר שני סוגי של צעוצועים:

מחלקה **Doll** בעבר בובות, והמחלקה **Car** בעבר מכוניות צעוזע.

מחלקה **Doll** חמש תכונות ושתי פעולות.

התכונות: שם הבובה, מחיר בסיס של הבובה, צבע שער, מספר האביזרים המצוורפים, מחיר לאביזר (לכל האביזרים מחיר זהה).

הפעולות:

(i) החזרת מחיר הבובה לצרכן. מחיר הבובה לצרכן הוא מחיר הבסיס שלו, בתוספת מחיר

האביזרים המצוורפים אליה (המוחושב על פי מספר האביזרים כפול המחיר לאביזר).

(ii) עדכון מחיר הבסיס של בובה על ידי הגדלו ב- k אחוזים. k הוא מספר ממשי המתקבל

כפרמטר.

במחלקה **Car** ארבע תכונות ושתי פעולות.

התכונות: שם מכונית הצעוזע, מחיר הבסיס של המכונית, סיוג גודל המכונית, צבע המכונית.

התכונה "סיוג גודל המכונית" מיוצגת על-ידי מספר שלם: 0 — מכונית קטנה;

1 — מכונית בינונית; 2 — מכונית גדולה.

הפעולות:

(i) החזרת מחיר המכונית לצרכן. מחיר המכונית לצרכן קבוע על פי גודלה.

מחיר לצרכן של מכונית קטנה הוא מחיר הבסיס,

מחיר לצרכן של מכונית בינונית הוא מחיר בסיס + 15 ש"ח,

�מחיר לצרכן של מכונית גדולה הוא מחיר הבסיס + 30 ש"ח.

(ii) עדכון מחיר הבסיס של מכונית על-ידי הגדלו ב- k אחוזים. k הוא מספר ממשי

המתקובל כפרמטר.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

לפניך תרשימים המחלקות של מאגר הצעצועים הממוחשב:

<b>Doll</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— string name</li> <li>— double basePrice</li> <li>— string color</li> <li>— int accNums</li> <li>— double accPrice</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ double Price()</li> <li>+ void UpdatePrice(double percent)</li> <li>+ Doll(string name , double basePrice , string color , int accNum , double accPrice)</li> </ul>

<b>Car</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— string name</li> <li>— double basePrice</li> <li>— string color</li> <li>— int size</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ double Price()</li> <li>+ void UpdatePrice(double percent)</li> <li>+ Car (string name , double basePrice , string color , int size)</li> </ul>

מקרה:	
private	—
מצין	
public	+

(שים לב: סעיפים הshallה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 50/

**A.** הוגדרה מחלקה חדשה **Toy** שהמחלקות **Doll** ו- **Car** יירושות ממנה.

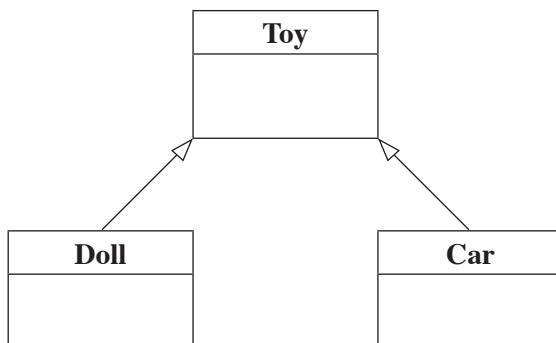
לפניך שلد של תרשימים מחלקות בעבר המחלקות **Toy** ו- **Car**.

העתק את התרשימים למחברתך וכותב בו לכל מחלקה את התכונות ואת כוורות הפעולות,

באופן המתאים ביותר לעקרונות תכונות מונחה עצמים (הכמסה — encapsulation

הורשה — polymorphism — inheritance — polymorphism).

כתוב תיעוד לכל תכונה.



בסעיפים ב-ג שלפניך התייחס לתרשימים מחלקות שתכתבת בסעיף א.

**B.** מימוש ב- C# את הפעולה **Price**, בכל המחלקות שהיא מופיעה בהן.

**C.** כתוב ב- C# פעולה ראשית שתבצע את שתי המשימות (1) ו- (2) שלפניך.

(1) ייצירת עצם אחד מטיפוס **Doll**, ועצם אחד מטיפוס **Car** (עם ערכים כרצונן).

(2) חישוב והדפסה של סכום המחירים לצרכן של שני הצעדים (בובה ומכונית).

## בצלחה!