

מדעי המחשב ב'

2 יחידות לימוד (השלמה ל-5 יח"ל)

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.
- פרק ראשון — בפרק זה ארבע שאלות, ומהן יש לענות על שתים.
- פרק שני — בפרק זה שאלות בארבעה מסלולים שונים. ענה על שאלות רק במסלול שלמדת, לפי ההוראות בקבוצת השאלות במסלול זה.
- סה"כ — 100 נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: כל חומר עזר, חוץ ממחשב הניתן לתכנות.
- ד. הוראות מיוחדות:
- את כל התכניות שאתה נדרש לכתוב בשפת מחשב בפרק הראשון כתוב בשפה אחת בלבד — Java או C#.
 - רשום על הכריכה החיצונית של המחברת באיזו שפה אתה כותב — Java או C#.
 - רשום על הכריכה החיצונית של המחברת את שם המסלול שלמדת. המסלול הוא אחד מארבעת המסלולים האלה:
מערכות מחשב ואסמבלי, מבוא לחקר ביצועים, מודלים חישוביים, תכנות מונחה עצמים.
- הערה: בתכניות שאתה כותב לא יורדו לך נקודות, אם תכתוב אות גדולה במקום אות קטנה או להפך.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב פטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

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 מימוש אתה יכול להשתמש בפעולות של המחלקות תור, מחסנית, עץ בינרי וחוליה, בלי לממש אותן. אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך לממש אותן.

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

1. בשאלה זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שניהם.
- א. לפניך פעולה המקבלת כפרמטר תור q של מספרים שלמים הממוינים בסדר עולה. כל המספרים שונים זה מזה.
הנח שבתור יש לפחות שני מספרים שלמים.

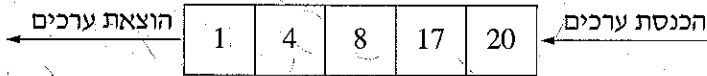
Java

```
public static int what(Queue<Integer > q)
{
    int x = q.remove();
    int y = q.head();
    q.insert(x);
    if (x>y)
        return 0;
    return(what(q) + (y-x));
}
```

C#

```
public static int What(Queue <int > q)
{
    int x = q.Remove();
    int y = q.Head();
    q.Insert(x);
    if (x>y)
        return 0;
    return (What(q) + (y-x));
}
```

(1) נתון התור q1.



עקוב אחר הפעולה what ב-Java או What ב-C# בעבור התור הנתון q1

וכתוב את הערך שיוחזר. הראה את המעקב הרקורסיבי.

במעקב הראה את הערכים של x ושל y ואת התור לאחר כל זימון רקורסיבי.

(2) (i) מה מחזירה הפעולה what ב-Java או What ב-C# בעבור תור כלשהו q

של מספרים שלמים, הממוינים בסדר עולה ושונים זה מזה?

(ii) כיצד נראה התור לאחר סיום הפעולה?

(3) אם נחליף את התנאי $if(x > y)$ בתנאי:

ב-Java `if(q.isEmpty())`

או:

ב-C# `if(q.IsEmpty())`

תיווצר שגיאת זמן ריצה.

מהי השגיאה שתיווצר? הסבר את תשובתך.

(שים לב: סעיף ב של השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 4/

ג. (אין קשר לסעיף א.)

לפניך פעולה המקבלת מערך חד-ממדי ar מטיפוס שלם, ושני מספרים שלמים x ו- y גדולים מ-0 או שווים לו, וקטנים מגודל המערך, ו- $x \leq y$.

Java

```
public static int go(int[] ar , int x , int y)
{
    if ( x == y ) return (ar[x] % 10) ;
    if (( ar[x] % 10) < (ar[y] % 10))
        return go(ar, x + 1, y);
    return go(ar, x, y-1);
}
```

C#

```
public static int Go(int[] ar , int x , int y)
{
    if ( x == y ) return (ar[x] % 10);
    if (( ar[x] % 10) < (ar[y] % 10 ))
        return Go(ar, x + 1, y);
    return Go(ar, x, y-1);
}
```

לפניך מערך ar1 מטיפוס שלם.

	0	1	2	3	4	5	6
ar1	21	219	166	61	127	60	34

(1) מה יחזיר הזימון ב- Java `go(ar1, 2, 5)` או ב- C# `Go(ar1, 2, 5)` ?

הראה את המעקב הרקורסיבי. במעקב הראה את הערכים של `x`, `ar1[x]`, `y`, `ar1[y]`.

(2) מה יחזיר הזימון ב- Java `go(ar1, 0, ar1.Length-1)` ?

או ב- C# `Go(ar1, 0, ar1.Length-1)` ?

(3) כתוב מה מבצעת הפעולה:

ב- Java: `public static int go(int[] ar , int x , int y)`

ב- C#: `public static int Go(int[] ar , int x , int y)`

בעבור מערך ar כלשהו מטיפוס שלם ושני מספרים שלמים x ו- y, גדולים מ-0 או שווים לו, וקטנים מגודל המערך, ו- $x \leq y$.

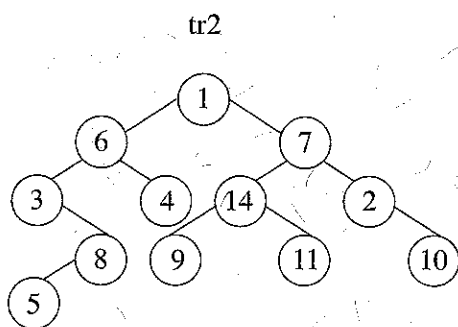
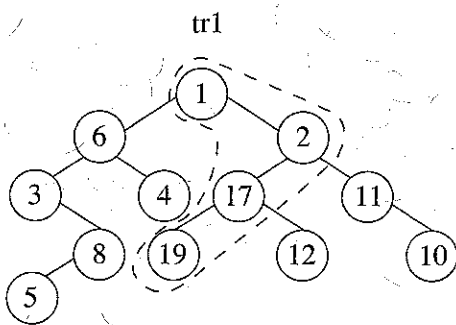
2. **עץ מספרים** הוא עץ בינארי לא ריק מטיפוס שלם, שהערכים בצמתים שלו הם מספרים שלמים וגדולים מ-0 השונים זה מזה.

על **עץ מספרים** מוגדרת פעולה "מסלול-עולה", המחזירה true אם יש בעץ מסלול המתחיל בשורש העץ ומסתיים באחד העלים שלו, וערכי הצמתים ממוינים בסדר עולה מהשורש לעלה. אם אין מסלול כזה – הפעולה מחזירה false.

לדוגמה:

בעבור **עץ מספרים** tr1 הפעולה "מסלול-עולה" מחזירה true. המסלול מוקף בקו שבור.

בעבור **עץ מספרים** tr2 הפעולה "מסלול-עולה" מחזירה false.



ממש ב-Java או ב-C# את הפעולה "מסלול-עולה" בעבור **עץ מספרים** tr.

פותרת הפעולה ב-Java: `public static boolean upPath(BinNode<Integer> tr)`

פותרת הפעולה ב-C#: `public static bool UpPath(BinNode<int> tr)`

/המשך בעמוד 6/

3. ✓ לפניך המחלקה טבעת – **Ring** שלה שתי תכונות:

גודל הטבעת מטיפוס מחרוזת ("S" – טבעת קטנה, "L" – טבעת גדולה);
מספר שלם המייצג את צבע הטבעת.

Java

```
public class Ring
{
    private String size; //גודל הטבעת
    private int color; //צבע הטבעת
    public Ring()
    {
        this.size = "L";
        this.color = 0;
    }
    public Ring(String str, int c)
    {
        this.size = str;
        this.color = c;
    }
    public String getSize()
    {
        return this.size;
    }
    public int getColor()
    {
        return this.color;
    }
}
```

C#

```
public class Ring
{
    private string size; //גודל הטבעת
    private int color; //צבע הטבעת
    public Ring()
    {
        this.size = "L";
        this.color = 0;
    }
    public Ring(string str, int c)
    {
        this.size = str;
        this.color = c;
    }
    public string GetSize()
    {
        return this.size;
    }
    public int GetColor()
    {
        return this.color;
    }
}
```

לפניך ממשק המחלקה מוט – Pole.

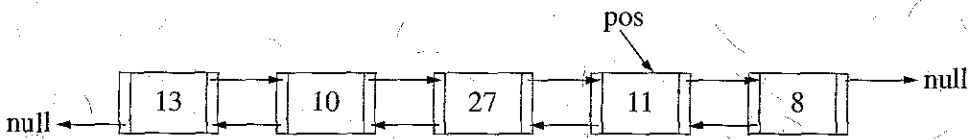
Java	C#	הפעולה
public Pole()	public Pole()	פעולה הבונה מוט ריק. סיבוכיות זמן הריצה של הפעולה היא $O(1)$.
public void add(Ring r)	public void Add(Ring r)	פעולה המכניסה טבעת r לראש המוט. סיבוכיות זמן הריצה של הפעולה היא $O(1)$.
public Ring remove()	public Ring Remove()	פעולה המחזירה את הטבעת שבראש המוט. בנוסף, הפעולה מוציאה את הטבעת מראש המוט. סיבוכיות זמן הריצה של הפעולה היא $O(1)$.
public boolean isEmpty()	public bool IsEmpty()	אם המוט ריק הפעולה מחזירה true, אחרת – היא מחזירה false. סיבוכיות זמן הריצה של הפעולה היא $O(1)$.
public void sort()	public void Sort()	פעולה המסדרת את הטבעות שעל המוט כך: הטבעות הגדולות "מונחות" בתחתית המוט והטבעות הקטנות מעליהן.

- א. ממש את הפעולה sort() ב-Java או Sort() ב-C#, שבמחלקה Pole. אתה יכול להשתמש בפעולות הנוספות של המחלקה Pole בלי לממש אותן. בתשובתך השתמש רק בפעולות המחלקות Pole ו-Ring.
- ב. מהי סיבוכיות זמן הריצה של הפעולה שמימשת בסעיף א? נמק את תשובתך.

4. **שים לב:** לשאלה זו שני גרסאות: נוסח אחד ב-Java בעמוד 8-9, ונוסח אחר ב-C# בעמ' 10-11. עבוד על פי השפה שלמדת.

לפותרים ב-Java

נגדיר רשימה דו-כיוונית כאוסף סדור של חוליות מטיפוס `BinNode<Integer>` המקושרות כך: לכל זוג חוליות `p1, p2`, ברשימה, אם מתקיים `p1.getRight() == p2`, אז מתקיים גם `p2.getLeft() == p1`. ברשימה דו-כיוונית יש לפחות שתי חוליות. כלומר: כל חוליה ברשימה – חוץ מהחוליה שבקצה הימני של הרשימה והחוליה שבקצה השמאלי של הרשימה – מצביעה על החוליה שלפניה ועל החוליה שאחריה. לפיכך דוגמה לרשימה דו-כיוונית ומשתנה `pos` מטיפוס `BinNode<Integer>` המצביע על חוליה כלשהי ברשימה דו-כיוונית.



הפעולה `firstLeft` מקבלת מצביע `pos` שונה מ-`null` מטיפוס `BinNode<Integer>` המצביע על חוליה כלשהי ברשימה דו-כיוונית ומחזירה את החוליה השמאלית ביותר ברשימה. הפעולה `firstRight` מקבלת מצביע `pos` שונה מ-`null` מטיפוס `BinNode<Integer>` המצביע על חוליה כלשהי ברשימה דו-כיוונית ומחזירה את החוליה הימנית ביותר ברשימה. א. לפיכך שלד של הפעולה `firstLeft`.

העותק אותו למחברתך והשלם אותו, כך שהפעולה תבצע את הנדרש.

```
public static BinNode<Integer> firstLeft(BinNode<Integer> pos)
{
    while ( _____ )
        pos = _____ ;
    return _____ ;
}
```

/המשך בעמוד 9/

ב. לפיך הפעולה `what(BinNode<Integer> pos)` המקבלת מצביע לחוליה כלשהי ברשימה דו-כיוונית ומחזירה ערך בוליאני. הרשימה הדו-כיוונית מכילה לפחות 3 חוליות.

(1) עקוב אחר ביצוע הפעולה בעבור המשתנה `pos` והרשימה שבדוגמה המוצגת בתחילת השאלה.

במעקב הראה את הרשימה הדו-כיוונית ואת ערכי המשתנים `pos, left, right, sum`.

```
public static boolean what(BinNode<Integer> pos)
{
    BinNode<Integer> left = firstLeft(pos);
    BinNode<Integer> right = firstRight(pos);

    int sum = left.getValue() + right.getValue();
    left = left.getRight();
    right = right.getLeft();

    while ((left != right) && (left.getRight() != right) &&
           (left.getValue() + right.getValue() == sum))
    {
        left = left.getRight();
        right = right.getLeft();
    }
    if (left == right)
        return right.getValue() == sum;

    if (left.getRight() == right)
        return left.getValue() + right.getValue() == sum;
    return false;
}
```

(2) קבע אם אפשר או אי אפשר להחליף את 3 השורות האחרונות שבפעולה – השורות המוקפות במסגרת – בהוראה:

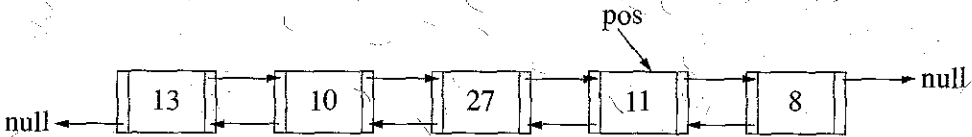
```
return left.getValue() + right.getValue() == sum;
```

נמק את קביעתך.

/המשך בעמוד 10/

לפתורים ב- C#

נגדיר רשימה דו־כיוונית כאוסף סדור של חוליות מטיפוס `BinNode<int>` המקושרות כך: לכל זוג חוליות `p1`, `p2` ברשימה, אם מתקיים `p1.GetRight() == p2`, אז מתקיים גם `p2.GetLeft() == p1`. ברשימה דו־כיוונית יש לפחות שתי חוליות, כלומר: כל חוליה ברשימה – חוץ מהחוליה שבקצה הימני של הרשימה והחוליה שבקצה השמאלי של הרשימה – מצביעה על החוליה שלפניה ועל החוליה שאחריה. לפניך דוגמה לרשימה דו־כיוונית ומשתנה `pos` מטיפוס `BinNode<int>` המצביע על חוליה כלשהי ברשימה דו־כיוונית.



הפעולה `FirstLeft` מקבלת מצביע `pos` שונה מ־`null` מטיפוס `BinNode<int>` המצביע על חוליה כלשהי ברשימה דו־כיוונית ומחזירה את החוליה השמאלית ביותר ברשימה. הפעולה `FirstRight` מקבלת מצביע `pos` שונה מ־`null` מטיפוס `BinNode<int>` המצביע על חוליה כלשהי ברשימה דו־כיוונית ומחזירה את החוליה הימנית ביותר ברשימה. א. לפניך שלד של הפעולה `FirstLeft`.

העתק אותו למחברתך והשלם אותו, כך שהפעולה תבצע את הנדרש.

```
public static BinNode<int> FirstLeft(BinNode<int> pos)
{
    while ( _____ )
        pos = _____;
    return _____;
}
```

ב. לפניך הפעולה `What(BinNode<int> pos)` המקבלת מצביע לחוליה כלשהי ברשימה דו־כיוונית ומחזירה ערך בוליאני. הרשימה הדו־כיוונית מכילה לפחות 3 חוליות.

(1) עקוב אחר ביצוע הפעולה בעבור המשתנה `pos` והרשימה שבדוגמה המוצגת בתחילת השאלה.

במעקב הראה את הרשימה הדו־כיוונית ואת ערכי המשתנים `pos`, `left`, `right`, `sum`.

```
public static bool What(BinNode<int> pos)
{
    BinNode<int> left = FirstLeft(pos);
    BinNode<int> right = FirstRight(pos);

    int sum = left.GetValue() + right.GetValue();
    left = left.GetRight();
    right = right.GetLeft();

    while ((left != right) && (left.GetRight() != right) &&
           (left.GetValue() + right.GetValue() == sum))
    {
        left = left.GetRight();
        right = right.GetLeft();
    }
    if (left == right)
        return right.GetValue() == sum;
```

```
    if (left.GetRight() == right)
        return left.GetValue() + right.GetValue() == sum;
    return false;
```

(2) קבע אם אפשר או אי אפשר להחליף את 3 השורות האחרונות שבפעולה — השורות המוקפות במסגרת — בהוראה:

```
return left.GetValue() + right.GetValue() == sum;
```

נמק את קביעתך.

פרק שני (50 נקודות)

בפרק זה שאלות בארבעה מסלולים:

מערכות מחשב ואסמבלי, עמודים 12-18.

מבוא לחקר ביצועים, עמודים 19-27.

מודלים חישוביים, עמודים 28-29.

תכנות מונחה עצמים ב-Java, עמ' 30-39; תכנות מונחה עצמים ב-C#, עמודים 40-49.

ענה רק על שאלות במסלול שלמדת.

מערכות מחשב ואסמבלי

אם למדת מסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 5-8 (לכל שאלה — 25 נקודות).

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

א. במקטע נתונים הוגדרו הנתונים כך:

```
VEC1 DB 45H , 26H , 32H , 82H
VEC2 DB 4 DUP(0)
```

לפניך קטע תכנית באסמבלי.

```
START: MOV CL , 4
        XOR CH , CH
        XOR SI , SI
NEXT:  PUSH CX
        MOV AL , VEC1[SI]
        MOV AH , AL
        AND AL , 0FH
        MOV CL , 4
        SHR AH , CL
        MUL AH      ;(*)
        MOV VEC2[SI] , AL
        INC SI
        POP CX
        LOOP NEXT
SOF:   NOP
```

(1) עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר הביצוע של קטע התכנית וסרטט את VEC2 לאחר הביצוע.

בטבלת המעקב יש לכלול עמודה לכל אחד מהאוגרים SI, CH, CL, AH, AL. צייר את המוחסנית בכל שלב.

(2) מה מבצע קטע התכנית?

(3) בקטע התכנית, במקום ההוראה המסומנת ב-* נכתבה ההוראה: IMUL AH.

האם ביצוע קטע התכנית ישתנה? נמק את תשובתך.

ב. (אין קשר לסעיף א.)

לפניך קטע תכנית באסמבלי.

```
MOV AX, 14H
MOV BL, 0AH
DIV BL
MOV CL, 4
ROL AL, CL
OR AL, AH
```

(1) עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר הביצוע של קטע התכנית.

בטבלת המעקב יש לכלול עמודה לכל אחד מהאוגרים CL, BL, AH, AL, AX.

(2) מה מבצע קטע התכנית?

/המשך בעמוד 14/

6.

כדי לבדוק אם מספר מתחלק ב־6 בלי שארית מחלקים אותו ב־2.

אם הוא מתחלק ב־2 בלי שארית — מחלקים את התוצאה ב־3.

אם התוצאה מתחלקת ב־3 בלי שארית — המספר מתחלק ב־6 בלי שארית.

א. כתוב באסמבלי שגרה (פרוצדורה) בשם DIVBYTWO שתקבל באמצעות המחשנית

מספר בן 16 סיביות, ותאחסן 0 ב־AL אם המספר מתחלק ב־2 בלי שארית.

אחרת — השגרה תאחסן 1 ב־AL.

בכתיבת השגרה אִנן להשתמש בהוראה DIV.

ב. כתוב באסמבלי שגרה (פרוצדורה) בשם DIVBYTHREE שתקבל באמצעות המחשנית

מספר בן 16 סיביות, ותאחסן 0 ב־AL אם המספר מתחלק ב־3 בלי שארית.

אחרת — השגרה תאחסן 1 ב־AL.

בכתיבת השגרה אפשר להשתמש בכל הוראה.

ג. כתוב באסמבלי שגרה (פרוצדורה) בשם DIVBYSIX שתקבל באמצעות המחשנית

מספר בן 16 סיביות, ותאחסן 0 ב־AL אם המספר מתחלק ב־6 בלי שארית.

אחרת — השגרה תאחסן 1 ב־AL.

עליך להשתמש בשגרות שכתבת בסעיפים א-ב.

ד. במקטע הנתונים הוגדר מערך ARR בן 8 איברים שכל אחד מהם בגודל מילה. המערך

מכיל מספרים.

כתוב באסמבלי קטע תכנית שידפיס את מספר האיברים במערך שהערכים המאוחסנים

בהם מתחלקים ב־6 בלי שארית.

עליך להשתמש בשגרה שכתבת בסעיף ג.

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

א. כתוב באסמבלי קטע תכנית להצגת תו.

התו מוגדר כך במקטע הנתונים:

TAV DB ?

ההצפנה נעשית כך:

סופרים את מספר הסיביות הדלוקות בתו.

אם המספר זוגי — מתבצעת הזזה מעגלית ימינה של הסיביות בתו, מספר פעמים השווה

למספר הסיביות הדלוקות.

אם המספר אי-זוגי — מתבצעת הזזה מעגלית שמאלה של הסיביות בתו, מספר פעמים

השווה למספר הסיביות הדלוקות.

ב. (אין קשר לסעיף א.)

לכל אחד מההיגדים (1)-(6) שלפניך, קבע אם הוא נכון או אינו נכון. אם ההיגד אינו נכון,

הסבר מדוע.

(1) לפניך קטע תכנית באסמבלי.

```
MOV AX, 8
MOV BX, 2
DIV BX
```

בסיום קטע התכנית האוגר AX יכול בהכרח 4.

(2) לפניך קטע תכנית באסמבלי.

```
MOV AL, 56
ADD AL, 200
JZ STOP
INC AL
```

STOP:

בסיום קטע התכנית האוגר AX יכול 1.

(שים לב: המשך הסעיף בעמוד הבא.)

(3) לפניך קטע תכנית באסמבלי.

```

ARRAY DW 1, 2, 3, 4
MOV    BX, ARRAY
ADD    BX, 2
MOV    AX, [BX]
    
```

בסיום קטע התכנית האוגר AX יכיל 3.

(4) לפניך קטע תכנית באסמבלי.

```

MOV    CX, 3
MOV    AX, 1
DO:
SHL    AX, 1
LOOP  DO
    
```

בסיום קטע התכנית האוגר AX יכיל 8.

(5) לפניך קטע תכנית באסמבלי.

```

MOV    AX, 11000001B
MOV    BX, 01000001B
    
```

המספר הנמצא ב־AX בהכרח גדול מהמספר הנמצא ב־BX.

(6) לפניך ההוראה:

```
OR    AL, 3
```

לאחר ביצוע ההוראה ערכו של AL תמיד אי־זוגי.

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

א. באוגר AL מאוחסן המספר 2 ובאוגר BL מאוחסן המספר 5.

יש לאחסן באוגר DX את סכום המספרים מ-AL עד BL (כולל).

לפניך שלושה קטעים i-iii באסמבלי. עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר הביצוע של

כל אחד מהקטעים, וקבע אם הוא מבצע את הנדרש או אינו מבצע את הנדרש.

```
i      MOV    DX, 0
      MOV    AH, 0
      MOV    CL, AL
      SUB    CL, BL
AGAIN: ADD    DX, AX
      INC    AL
      LOOPE AGAIN
      NOP
```

```
ii     XOR    DX, DX
      MOV    BH, 0
AGAIN: ADD    DX, BX
      DEC    BL
      CMP    BL, AL
      JGE    AGAIN
      NOP
```

```
iii    XOR    DX, DX
      XOR    AX, AX
      MOV    BX, 0
AGAIN: ADD    DX, AX
      ADD    AX, 1
      CMP    AX, BX
      JL    AGAIN
      NOP
```

(שים לב: סעיף ב של השאלה בעמוד הבא.)

ב. (אין קשר לסעיף א.)

לפניך קטע תכנית באסמבלי.

שים לב: המספרים הם הקסדצימליים.

```
START: MOV AX, 0C72AH
        MOV BX, 0A98DH
        SHR AX, 1
        OR AL, 17H
        NOT BH
        ADD AX, BX
```

עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר ביצוע קטע התכנית.

בטבלת המעקב יש לכלול עמודה לכל אחד מהדגלים:

, ZF, SF, OF, CF

ולכל אחד מהאוגרים:

.BX, AX

/המשך בעמוד 19/

מבוא לחקר ביצועים

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

9. נתונה בעיית תכנון לינארי:

$$\max \{z = (2 + 2k)x_1 + 2x_2\}$$

בכפוף לאילוצים האלה:

$$(1) \quad 2x_1 + x_2 \leq 10$$

$$(2) \quad x_1 + x_2 \leq 6$$

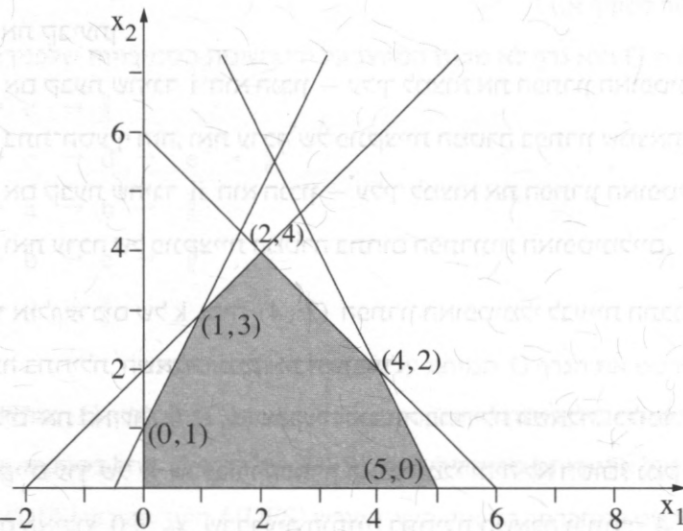
$$(3) \quad -x_1 + x_2 \leq 2$$

$$(4) \quad -2x_1 + x_2 \leq 1$$

$$x_1 \geq 0$$

$$x_2 \geq 0$$

לפניך סרטוט של תחום הפתרונות האפשריים של הבעיה הנתונה.



(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 20/

כל אחד מהסעיפים א-ד מתייחס לבעיית התכנון הלינארי הנתונה.

הסעיפים אינם תלויים זה בזה, ענה על כל הסעיפים.

א. לפניך שני תת-סעיפים (1)-(2) שאינם תלויים זה בזה. בכל אחד מהם נתון ערך מסוים

של הפרמטר k .

$$(1) \quad k = -1$$

$$(2) \quad k = -3$$

בעבור כל אחד מהתת-סעיפים (1)-(2) נתונים ארבעה היגדים iv-i שלפניך:

i הפתרון האופטימלי הוא יחיד.

ii יש איך-סוף פתרונות אופטימליים.

iii הפתרון האופטימלי לא חסום.

iv אין פתרון אופטימלי.

ובכל תת-סעיף רק אחד מההיגדים iv-i הוא נכון.

לכל אחד מתת-הסעיפים (1)-(2) קבע איזה היגד הוא הנכון, העתק אותו למחברתך,

ונמק את קביעתך.

— אם קבעת שהיגד i הוא הנכון — עליך למצוא את הפתרון האופטימלי היחיד

בתת-הסעיף הזה, ואת ערכה של פונקציית המטרה בפתרון שמצאת.

— אם קבעת שהיגד ii הוא הנכון — עליך למצוא את הפתרון האופטימלי הכללי לבעיה,

ואת ערכה של פונקציית המטרה בתחום הפתרונות האופטימליים.

ב. בעבור אילו ערכים של k יהיה $(2, 4)$ הפתרון האופטימלי לבעיית התכנון הלינארי

הנתונה בתחילת השאלה? נמק את תשובתך.

ג. מבטלים את האילוץ $x_1 \geq 0$ שבבעיה הנתונה בתחילת השאלה, כלומר $-\infty \leq x_1 \leq \infty$

האם קיים ערך של k שבעבורו הפתרון האופטימלי יהיה לא חסום? נמק את תשובתך.

ד. במקום האילוץ $x_2 \geq 0$ שבבעיה הנתונה בתחילת השאלה נכתוב: $x_2 \geq 4$.

האם לבעיה יש פתרון אופטימלי לאחר שינוי האילוץ? אם כן — כתוב מהו הפתרון,

ואם לא — הסבר מדוע אין פתרון אופטימלי.

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

א. $G = (V, E)$ הוא גרף מכוון המיוצג על ידי מטריצת הסמיכויות שלפניך:

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

(1) סרטט את הגרף G המיוצג על ידי המטריצה.

(2) מצא את רכיבי הקשירות החזקה (Strong Connected Components) –

רק"חים) שבגרף הנתון. בעבור כל רק"ח שמצאת רשום את קבוצת הקדקודים שלו.

(3) מצא בגרף הנתון מעגל באורך מינימלי ושמשפר הקשתות בו זוגי, וסרטט אותו במחברתך.

(4) מהו המספר המינימלי של קשתות שיש להוסיף לגרף הנתון כדי שהגרף יכיל

רק"ח אחד בלבד? מהי הקשת או מה הן הקשתות שיש להוסיף?

ב. (אין קשר לסעיף א.)

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

a	→	b	→	c	→					
b	→	a	→	c	→	d	→	e	→	
c	→	d	→	a	→	b	→			
d	→	c	→	b	→	e	→			
e	→	b	→	d	→					

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

(2) כמה רכיבי קשירות (Connected Components) יש בגרף G , ומה הם?

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

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

התבסס על הייצוג הנתון על ידי רשימת הסמיכויות.

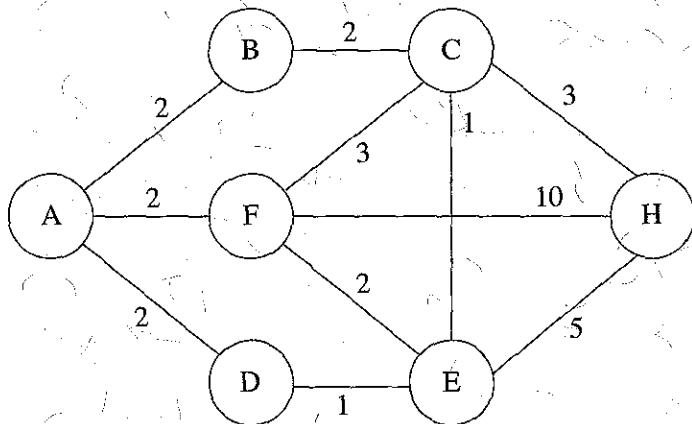
(4) הפעל אלגוריתם סריקה לרוחב (BFS) על הגרף G החל בקדקוד a.

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

התבסס על הייצוג הנתון על ידי רשימת הסמיכויות.

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

א. לפניך רשת $G = (V, E)$ כאשר V הוא קבוצת הקדקודים ברשת ו- E קבוצת הקשתות ברשת. פונקציית המשקל $w: E \rightarrow \mathbb{R}^+$ קובעת משקל (מספר גדול מ-0) לכל קשת ברשת.



(1) מצא את כל המסלולים הקצרים ביותר ברשת הנתונה, החל מקדקוד A לקדקוד H.

הצג תיאור סכמתי של כל אחד מן המסלולים שמצאת.

(2) מצא עץ פורש מינימלי לפי האלגוריתם של קרוסקל, מבין כל העצים הפורשים

המכילים את שתי הקשתות האלה: (A, B) ו- (B, C) .

סרטט במחברתך את העץ הפורש המינימלי המבוקש.

ב. (אין קשר לסעיף א.)

נתונה רשת $G = (V, E)$ כאשר V הוא קבוצת הקדקודים ברשת ו- E קבוצת הקשתות ברשת. פונקציית המשקל $w: E \rightarrow \mathbb{R}^+$ קובעת משקל (מספר גדול מ-0) לכל קשת ברשת. כמו כן נתונים קשת $e = (a, b)$, וקדקודים s ו- t ברשת הנתונה. לפניך אלגוריתם אשר מחזיר את הערך 1, אם הקשת הנתונה e נמצאת על כל המסלולים הקצרים ביותר, מקדקוד s לקדקוד t . אחרת – האלגוריתם מחזיר את הערך 0. באלגוריתם חסרים שני ביטויים, המסומנים (1), (2).

אלגוריתם:

צעד 1: הרץ את האלגוריתם של **דיקסטרה** על הרשת G , ושמור במשתנה $M1$ את אורך המסלול הקצר ביותר מקדקוד s לקדקוד t .

צעד 2: בנה רשת חדשה $G1 = (V1, E1)$ שבה $V1 = V$, $E1 = \underline{\quad (1) \quad}$.

צעד 3: הרץ את האלגוריתם של **דיקסטרה** על הרשת $G1$, ושמור במשתנה $M2$ את אורך המסלול הקצר ביותר מקדקוד s לקדקוד t .

צעד 4: אם $\underline{\quad (2) \quad}$ החזר 1.

אחרת – החזר 0.

העזק למחברתך את המספרים (1) ו-(2), ועל יד כל אחד מהם כתוב את הביטוי החסר שהוא מייצג.

12. בשאלה זו חמשה סעיפים, א-ה, שאינם תלויים זה בזה. ענה על כל הסעיפים.
 א. בטבלה שלפניך נתון חלק מפתרון בסיסי אפשרי לבעיית התובלה: $x_{11} = 10$.

מקורות	יעדים				היצע
	1	2	3	4	
1	20 10	20	30	21	20
2	22	17	29	30	30
3	10	24	26	38	10
ביקוש	10	20	20	10	

(1) העתק את הטבלה למחברתך והשלם בה את הפתרון הבסיסי האפשרי לפי שיטת הפינה הצפונית מערבית.

(2) משנים את המחיר בתא (1, 3) מ-10 ל-20. האם ישנתה הפתרון הבסיסי האפשרי שמצאת בתת-סעיף (1)? נמק.

ב. בטבלה שלפניך נתון פתרון בסיסי אפשרי לבעיית תובלה, ונתון ערכו של u_3 .

מקורות	יעדים			היצע	u_i
	1	2	3		
1	10	8	3 10	10	
2	12	15	9 3	3	
3	2 20	7 40	1 30	90	0
ביקוש	20	40	43		
v_j					

(1) העתק את הטבלה למחברתך והשלם בה את הערכים של u_1, u_2, v_1, v_2, v_3 .
 (2) הסבר מדוע הפתרון הנתון אינו פתרון אופטימלי.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ג. בטבלה שלפניך נתונה בעיית תובלה, ונתונים ערכיהם של $u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$.

מקורות	יעדים			היצע	u_i
	1	2	3		
1	8	8	1	30	1
2	10	12	6	40	6
3	2	7	2	74	1
ביקוש	30	64	50		
v_j	1	6	0		

(1) העתק את הטבלה למחברתך וכתוב בה פתרון בסיסי אפשרי תוך התחשבות בערכים של $u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$.

(2) משנים בטבלה הנתונה את עלות התובלה ממקור 1 ליעד 2 מ-8 ל-7. לאור שינוי זה קבע איזה מבין ההיגדים iv-i שלפניך הוא ההיגד הנכון, והעתק אותו למחברתך. נמק את קביעתך.

i הפתרון הבסיסי לא משתנה, ונשאר פתרון יחיד המתאים לערכי u_i ו- v_j הנתונים.

ii יש שני פתרונות בסיסיים אפשריים בלבד המתאימים לערכי u_i ו- v_j הנתונים.

iii יש אין-סוף פתרונות בסיסיים אפשריים המתאימים לערכי u_i ו- v_j הנתונים.

iv לאור השינוי אי אפשר למצוא פתרון בסיסי אפשרי המתאים לערכי u_i ו- v_j הנתונים.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

7. בטבלה שלפניך נתון פתרון אפשרי לבעיית תובלה, ונתונים ערכיהם של שמתאימים לפתרון זה. $u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$

מקורות	יעדים			היצע	u_i
	1	2	3		
1	10	8 10	3	10	1
2	12	15	9 3	3	8
3	2 20	7 30	1 40	90	0
ביקוש	20	40	43		
v_j	2	7	1		

קבע איזה מבין ההיגדים $iv-i$ שלפניך הוא ההיגד הנכון, והעתק אותו למחברתך. נמק את קביעתך.

- i הפתרון הנתון אינו פתרון בסיסי אפשרי.
- ii הפתרון הנתון הוא פתרון בסיסי אפשרי אך אינו פתרון אופטימלי.
- iii הפתרון הנתון הוא פתרון אופטימלי יחיד.
- iv הפתרון הנתון הוא פתרון אופטימלי אך אינו פתרון אופטימלי יחיד.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ה. בטבלה שלפניך נתון פתרון לא אופטימלי שהתקבל לאחר k איטרציות בעבור בעיית תובלה מסוימת, ונתונים ערכיהם של $u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3, v_4$.

מקורות	יעדים				היצע	u_i
	1	2	3	4		
1	4	4	14	25	10	3
	6	4				
2	6	1	13	14	18	0
		5	10	3		
3	0	8	14	12	2	-2
				2		
ביקוש	6	9	10	5		
v_j	1	1	13	14		

עליך לבצע איטרציה נוספת, כלומר איטרציה $k + 1$.

(1) מהו המשתנה שיוצא מהבסיס באיטרציה זו?

(2) סרטט במחברתך טבלה חדשה, ורשום בה את הפתרון שיתקבל לאחר איטרציה זו.

מודלים חישוביים

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

13. לפניך השפות הרגולריות L_1 ו- L_2 .

$$L_1 = \{a^{2n} \mid n \geq 0\} \text{ מעל הא"ב } \{a\}$$

$$L_2 = \{b^{2n+1} \mid n \geq 0\} \text{ מעל הא"ב } \{b\}$$

נתונה השפה L מעל הא"ב $\{a, b\}$.

$$L = \{a^n b^k \mid n \geq 0, k \geq 0, n \text{ איזוגי ו-} k \text{ זוגי}\}$$

א. הוכח, באמצעות השפות L_1 ו- L_2 בלבד ובאמצעות תכונות סגירות בלבד, שהשפה L היא רגולרית.

ב. בנה אוטומט סופי לא דטרמיניסטי שיקבל את השפה L .

14. לפניך השפות L_1, L_2, L_3, L_4 , מעל הא"ב $\{0, 1\}$.

$$L_1 = \{w \mid w \text{ מכילה את הרצף } 010\}$$

$$L_2 = \{w \mid w \text{ אינה מכילה את הרצף } 00\}$$

$$L_3 = \{w \mid w \text{ מספר ה-} 0 \text{ ימים ב-} w \text{ שונה ממספר ה-} 1 \text{ ימים ב-} w\}$$

$$L_4 = \{w \mid w \text{ מספר ה-} 0 \text{ ימים ב-} w \text{ הוא איזוגי}\}$$

לפניך טענות (1)-(6).

לכל אחת מהטענות קבע אם היא נכונה או אינה נכונה.

אם הטענה נכונה — הסבר מדוע.

אם הטענה אינה נכונה — הסבר מדוע או כתוב מילה המפריכה את הטענה והסבר מדוע היא

מפריכה אותה.

$$(1) \quad L_1 \cup L_3 \cup L_4 \text{ שייכת לשפה } \varepsilon$$

$$(2) \quad L_1 \cap \overline{L_4} \text{ שייכת לשפה } 00100$$

$$(3) \quad \overline{L_2} = \{w \mid w \text{ מכילה את הרצף } 11\}$$

$$(4) \quad L_1 \subseteq L_3$$

$$(5) \quad L_4 = R(L_4)$$

$$(6) \quad L_3 \cap L_4 = L_2$$

15. נתונה השפה L מעל הא"ב {a, b, c}.

$$L = \{a^{2n}c^kb^{3n+1} \mid n > 0, k > 0\}$$

- א. כתוב את המילה הקצרה ביותר בשפה L.
- ב. בנה אוטומט מחסנית שיקבל את השפה L.

16. נתונה פעולה הכתובה ב-Java וב-C#.

הפעולה מקבלת שלושה מספרים שלמים גדולים מ-0.

Java

```
public static int foo(int x , int y , int z)
{
    if ((x % 3) == 0) return x;
    if ((x % 3) == 1) return y;
    return z;
}
```

C#

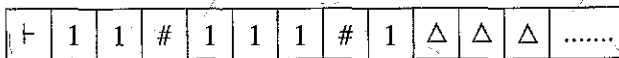
```
public static int Foo(int x , int y , int z)
{
    if ((x % 3) == 0) return x;
    if ((x % 3) == 1) return y;
    return z;
}
```

כתוב מכונת טיורינג שתממש את הפעולה הנתונה.

הקלט של המכונה הוא שלושת המספרים x, y, z שהפעולה מקבלת והוא כתוב על הסרט

מתחילתו. כל מספר כתוב בצורה אונרית. בין מספר למספר מפריד הסימן #.

למשל אם הפעולה מקבלת 2 ל-x, 3 ל-y, ו-1 ל-z, הסרט יראה כך:



↑
ראש קורא כתב

הפלט הוא הערך שהפעולה מחזירה והוא ייכתב על הסרט במקום כלשהו כערך אונרי

בין שני סימני \$.

תכנות מונחה עצמים

אם למדת מסלול זה ואתה כותב ב־ Java, ענה על שתיים מהשאלות 17-20.

(לכל שאלה – 25 נקודות)

17. בשאלה זו שני סעיפים א-ב שאין קשר ביניהם. ענה על שניהם.

א. נתונות חמש מחלקות `Run`, `Z`, `Y`, `X`, `B`. התת־סעיפים (1)-(4) שלפניך מתייחסים

למחלקות אלה. התת־סעיפים אינם קשורים זה לזה. ענה על כולם.

(1) בכל אחת מהמחלקות `Z`, `Y`, `X`, `B` הוגדרה הפעולה

ובמחלקה `Run` הוגדרה הפעולה

האם תתקבל שגיאת הידור (קומפילציה)? אם כן – הסבר מדוע.

(2) הנח שהמחלקות `Z`, `Y`, `X` יורשות את המחלקה `B`.

בכל אחת מהמחלקות `Z`, `Y`, `X` הוגדרה הפעולה

ובמחלקה `Run` הוגדרה הפעולה

האם תתקבל שגיאת הידור (קומפילציה)? אם כן – הסבר מדוע.

(3) הנח שהמחלקות `Z`, `Y`, `X` יורשות את המחלקה `B`.

בכל אחת מהמחלקות `Z`, `Y`, `X`, `B` הוגדרה הפעולה

ובמחלקה `Run` הוגדרה הפעולה

האם תתקבל שגיאת הידור (קומפילציה)? אם כן – הסבר מדוע.

(4) הנח שהמחלקות `Z`, `Y`, `X` יורשות את המחלקה `B`.

בכל אחת מהמחלקות `Z`, `Y`, `X`, `B` הוגדרה הפעולה

ובמחלקה `Run` הוגדרה הפעולה

האם תתקבל שגיאת הידור (קומפילציה)? אם כן – הסבר מדוע.

ב. (אין קשר לסעיף א).

לפניך המחלקה **Singer** שיורשת את המחלקה **Artist** והממשק **IPerform** שהמחלקה **Singer** מממשת.

```
interface IPerform
```

```
{
    void act();
    int train();
}
```

```
public class Singer extends Artist implements IPerform
```

```
{
    private int hits;
    public Singer(String name, double sal)
    {
        super(sal, name);
        this.hits = 5;
    }
    public Singer(double sal, int hits)
    {
        super(sal, "Singer Name");
        this.hits = hits;
    }
    public Singer(int hits)
    {
        super(6532.6, "Some", "One");
        this.hits = hits;
    }
    public double value() {return this.hits * this.price();}
    public int getNum() {return Artist.num;}
    public double calc(double d) {return d * super.calc(10.2);}
    public void print() {super.print(); System.out.println("Singer");}
    public void act() {System.out.println("I am singing"); }
}
```

כתוב ב-Java את כותרת המחלקה **Artist**, את התכונות ואת כותרות הפעולות המתחייבות מהמחלקה **Singer** והממשק **IPerform** הנתונים. אין צורך לממש את הפעולות של המחלקה

Artist

18. בגן חיות נמצאות החיות האלה: אריות Lion, ברווזנים Platypus, נחשים Snake וצבים Turtle.

אריות וברווזנים הם יונקים, נחשים וצבים הם זוחלים.

הנקבות של כל הזוחלים בגן החיות מטילות ביצים, וגם נקבת הברווזן מטילה ביצים.

רוצים לבנות מערכת ממוחשבת שתציג את החיות בגן החיות. המערכת תראה תמונות ואנימציה.

לשם כך הוגדרו המחלקות **Animal** – חיה, **Mammal** – יונק, **Reptile** – זוחל.

לכל חיה יש תכונה: שם – name, ופעולות: void move() ו- void turn().

לחיות שמטילות ביצים יש התכונה: מספר ממוצע של ביצים בהטלה – numOfEggs

ופעולה: int getNumOfEggs().

א. סרטט את היררכיית המחלקות של גן החיות ואת הממשקים, אם צריך, באופן המתאים

ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים (הכמסה – encapsulation,

הורשה – inheritance, פולימורפיזם – polymorphism).

סמן בסרטוט את הקשרים בין המחלקות, ואת הקשרים בין המחלקות ובין הממשקים, אם

יש ממשקים.

אין צורך לכלול בסרטוט תכונות ופעולות.

ב. לכל אחת מן המחלקות שבסרטוטך כתוב ב־ Java את כותרת המחלקה ואת התכונות שלה,

וכותרות לכל הפעולות.

לכל אחד מן הממשקים שבסרטוטך כתוב ב־ Java את הכותרת שלו, וכותרות לכל

הפעולות.

אינך צריך לכתוב את הפעולות get ו- set ופעולות בונות.

ג. בכל המחלקות הוגדרה הפעולה String details().

פעולה זו מחזירה מחרוזת המורכבת משם החיה, כאשר לפני שם החיה מצוינים שמות

המחלקות בהיררכיית הירושה של החיה החל מ־ **Animal**.

לדוגמה:

בעבור העצם In מטיפוס **Lion** ששמו Simba, הפעולה details מחזירה את המחרוזת

(משמאל לימין):

Animal , Mammal , Lion , Simba

בעבור העצם plp מטיפוס **Platypus** ששמו Perry, הפעולה details מחזירה את

המחרוזת (משמאל לימין):

Animal , Mammal , Platypus , Perry

ממש ב-Java את הפעולה details במחלקות **Lion, Mammal, Animal** ו-**Platypus**, כדי שיוחזרו המחרוזות המתוארות. ממש את הפעולה באופן המתאים ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים (הכמסה — encapsulation, הורשה — inheritance, פולימורפיזם — polymorphism).

7. הפעולה toString קוראת לפעולה details. אם החיה מטילה ביצים הפעולה toString מוסיפה למחרוזת את המילים Number of eggs ואת מספר הביצים הממוצע בהטלה, ומחזירה את המחרוזת.

ממש ב-Java את הפעולה toString בכל מחלקה שהיא מופיעה בה, באופן המתאים ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים (הכמסה — encapsulation, הורשה — inheritance, פולימורפיזם — polymorphism).

/המשך בעמוד 34/

19. לפניך המחלקות **MyBills**, **Shopping**, **PhoneBill**, **Bill**, ופעולה ראשית במחלקה **Tester**.

עקוב אחר ביצוע הפעולה הראשית, וכתוב את הפלט המתקבל.

במעקב יש לכלול את ערכי המשתנים, ובעבור כל עצם את ערכי התכונות שלו.

```
public class Bill {
    public final static char DOLLAR = 'd';
    public final static char SHEKEL = 's';
    private static double dollarRate = 4.00;
    private double total;
    private char curr;
    public double getTotal() {
        if (curr == DOLLAR)
            return total * dollarRate;
        return total;
    }
    public Bill(double total, char curr) {
        this.total = total;
        this.curr = curr;
    }
    public String toString() {
        String s = getTotal() + " Shekels";
        return s;
    }
}

public class PhoneBill extends Bill {
    private String company;
    public PhoneBill(String company, double value, char curr) {
        super(value, curr);
        this.company = company;
    }
    public PhoneBill(PhoneBill pb) {
        super(pb.getTotal(), SHEKEL);
        company = pb.company;
    }
    public String toString() {
        String s = "Pay: " + super.toString() + " to: " + company;
        return s;
    }
}
```

```

public class Shopping extends Bill {
    private String name;
    private String list;
    public Shopping(String name, String list, double value, char curr) {
        super(value, curr);
        this.name = name;
        this.list = list;
    }
    public Shopping(Shopping s) {
        super(s.getTotal(), SHEKEL);
        name = s.name;
        list = s.list;
    }
    public String toString() {
        String s = name + " bought: " + list + ". Pay: " + super.toString();
        return s;
    }
}

```

```

public class MyBills {
    private int num;
    private Bill[] bills;
    private final static int MAX = 4;
    public MyBills() {
        bills = new Bill[MAX];
        num = 0;
    }
    public void addBill(Bill b) {
        if (num < MAX) {
            if (b instanceof PhoneBill)
                bills[num] = new PhoneBill((PhoneBill) b);
            else if (b instanceof Shopping)
                bills[num] = new Shopping((Shopping) b);
            else num--;
            num++;
        }
    }
}

```

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

```
public double total() {
    double t = 0;
    for (int i = 0; i < num; i++)
        t = t + bills[i].getTotal();
    return t;
}

public void print() {
    for (int i = 0; i < num; i++)
        System.out.println(bills[i].toString());
}

}

public class Tester {
    public static void main(String[] args) {
        MyBills baba = new MyBills();
        Shopping s = new Shopping("Baba", "Books", 250, Bill.DOLLAR);
        PhoneBill t = new PhoneBill("TeleBaba", 2000, Bill.SHEKEL);
        PhoneBill u = new PhoneBill("Galil Telecom", 200, Bill.DOLLAR);
        baba.addBill(t);
        baba.addBill(s);
        baba.addBill(u);
        baba.print();
        System.out.println(baba.total());
    }
}
```

/המשך בעמוד 37/

שלושת הסעיפים א-ג מתייחסים למחלקות האלה, אך אינם קשורים זה לזה. ענה על שלושתם.

```
public class A {
    private int x;
    public A() { this.x = 0; }
    public A(int x) { this.x = x; }
    public int getX() { return x; }
    public void doubleX() { this.x = 2 * getX(); }
    public void tripleX() { this.x = 3 * getX(); }
    public void sub() { this.x = x - 1; }
    public void calc() { sub(); }
    public String toString() { return "xA="+this.x; }
}

public class B extends A {
    private int x;
    public B() { super(); this.x = 1; }
    public B(int x) { super(x); this.x = -x; }
    public B(int xA, int xB) { super(xA); this.x = xB; }
    public int getX() { return x; }
    public int baseX() { return super.getX(); }
    public void tenTimesX() { this.x = 10 * getX(); }
    public void tripleX() { this.x = 3 * getX(); }
    public void sub() { this.x = x - 2; }
    public String toString() { return super.toString()+" xB="+this.x+"; }
}

```

(שים לב: סעיפי השאלה בעמודים הבאים.)

א. לפניך סדרת הוראות שהפלט בעבורה צריך להיות:

$x_A=1 \ x_B=20$; $x_A=1 \ x_B=20$; $x_A=1 \ x_B=20$; $x_A=1 \ x_B=20$;

בסדרת ההוראות נפלה שגיאת הידור (קומפילציה). תקן את השגיאה כדי שיתקבל הפלט הנכון.

```
A a1 = new B(1, 20);
Object obj = a1;
B b1 = a1;
A a2 = a1;
System.out.println(a1+" "+obj+" "+a2+" "+b1);
```

ב. לפניך סדרת הוראות. הצג את העצמים הנוצרים, ולכל עצם הצג את ערכי התכונות שלו.

```
A aa = new B(3, 10);
aa.sub();
Object[] ar = new Object[6];
ar[0] = new A();
ar[1] = new A(5);
ar[2] = new B();
ar[3] = new B(5);
ar[4] = new B(2, 4);
ar[5] = aa;
((A)ar[3]).tripleX();
((B)ar[4]).tenTimesX();
```

ג. לפניך פעולה ראשית.

```
public static void main(String[] args)
{
    A a1 = new A(1);
    A a2 = new B(2, 99);
    /***
}
```

לפניך הקטעים (i)-(vi).

- (i) a2.doubleX();
System.out.println(a2);
- (ii) a2.tenTimesX();
System.out.println(a2.tenTimesX());
- (iii) if (a2 instanceof B)
 {
 a2.tenTimesX();
 System.out.println(a2);
 }
- (iv) ((B)a1).tenTimesX();
System.out.println(a1);
- (v) a2.calc();
System.out.println(a2);
- (vi) B bb = (B)a2;
System.out.println(bb.baseX());

בעבור כל אחד מן הקטעים (i)-(vi) בצע:

- כתוב את הקטע במקום /*** בפעולה הראשית.
- קבע אם הקטע תקין או אינו תקין.
- אם הקטע תקין — כתוב את הפלט המתקבל בעקבות ביצועו.
- אם הקטע אינו תקין — כתוב אם השגיאה היא שגיאת הידור (קומפילציה) או שגיאת זמן ריצה.

תכנות מונחה עצמים

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

21. ✓ בשאלה זו שני סעיפים א-ב שאין קשר ביניהם. ענה על שניהם.

א. נתונות חמש מחלקות `Z, Y, X, B, Run`. התת-סעיפים (1)-(4) שלפניך מתייחסים

למחלקות אלה. התת-סעיפים אינם קשורים זה לזה. ענה על כולם.

(1) בכל אחת מהמחלקות `Z, Y, X, B` הוגדרה הפעולה `public virtual void Foo() { }`

ובמחלקה `Run` הוגדרה הפעולה `public void Bar(Object g) {g.Foo(); }`

האם תתקבל שגיאת הידור (קומפילציה)? אם כן – הסבר מדוע.

(2) הנח שהמחלקות `Z, Y, X` יורשות את המחלקה `B`.

בכל אחת מהמחלקות `Z, Y, X` הוגדרה הפעולה `public virtual void Foo() { }`

ובמחלקה `Run` הוגדרה הפעולה `public void Bar(B g) {g.Foo(); }`

האם תתקבל שגיאת הידור (קומפילציה)? אם כן – הסבר מדוע.

(3) הנח שהמחלקות `Z, Y, X` יורשות את המחלקה `B`.

בכל אחת מהמחלקות `Z, Y, X, B` הוגדרה הפעולה `public virtual void Foo() { }`

ובמחלקה `Run` הוגדרה הפעולה `public void Bar(B g) {g.Foo(); }`

האם תתקבל שגיאת הידור (קומפילציה)? אם כן – הסבר מדוע.

(4) הנח שהמחלקות `Z, Y, X` יורשות את המחלקה `B`.

בכל אחת מהמחלקות `Z, Y, X, B` הוגדרה הפעולה

`public virtual void Foo() { }`

ובמחלקה `Run` הוגדרה הפעולה `public void Bar(Object g) {g.Foo(); }`

האם תתקבל שגיאת הידור (קומפילציה)? אם כן – הסבר מדוע.

ב. (אין קשר לסעיף א).

לפניך המחלקה **Singer** שיוורשת את המחלקה **Artist** והממשק **IPerform** שהמחלקה **Singer** מממשת.

```
interface IPerform
{
    void Act();
    int Train();
}

public class Singer : Artist, IPerform
{
    private int hits;
    public Singer(string name, double sal) : base(sal, name)
    {
        this.hits = 5;
    }
    public Singer(double sal, int hits) : base(sal, "Singer Name")
    {
        this.hits = hits;
    }
    public Singer(int hits) : base(6532.6, "Some", "One")
    {
        this.hits = hits;
    }

    public double Value() {return this.hits * this.Price(); }
    public int GetNum() {return Artist.num; }
    public override double Calc(double d) {return d * base.Calc(10.2); }
    public override void Print() {base.Print(); Console.WriteLine("Singer"); }
    public void Act() {Console.WriteLine("I am singing"); }
}

```

כתוב ב- C# את כותרת המחלקה **Artist**, את התכונות ואת הפעולות המתחייבות מהמחלקה **Singer** והממשק **IPerform** הנתונים. אין צורך לממש את הפעולות של המחלקה **Artist**.
אין לשנות את המחלקה **Singer** ואת הממשק **IPerform**.

22. בגן חיות נמצאות החיות האלה: אריות Lion, ברווזנים Platypus, נחשים Snake וצבים Turtle.

אריות וברווזנים הם יונקים, נחשים וצבים הם זוחלים.

הנקבות של כל הזוחלים בגן החיות מטילות ביצים, וגם נקבת הברווזן מטילה ביצים.

רוצים לבנות מערכת ממוחשבת שתציג את החיות בגן החיות. המערכת תראה תמונות ואנימציה.

לשם כך הוגדרו המחלקות **Animal** – חיה, **Mammal** – יונק, **Reptile** – זוחל.

לכל חיה יש תכונה: שם – name, ופעולות: void Move() ו-void Turn().

לחיות שמטילות ביצים יש התכונה: מספר ממוצע של ביצים בהטלה – numOfEggs

ופעולה: int GetNumOfEggs().

א. סרטט את היררכיית המחלקות של גן החיות ואת הממשקים, אם צריך, באופן המתאים

ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים (הכמסה – encapsulation,

הורשה – inheritance, פולימורפיזם – polymorphism).

סמן בסרטוט את הקשרים בין המחלקות, ואת הקשרים בין המחלקות ובין הממשקים, אם

יש ממשקים.

אין צורך לכלול בסרטוט תכונות ופעולות.

ב. לכל אחת מן המחלקות שבסרטוט כתוב ב-C# את כותרת המחלקה ואת התכונות שלה,

וכותרות לכל הפעולות.

לכל אחד מן הממשקים שבסרטוט כתוב ב-C# את הכותרת שלו, וכותרות לכל

הפעולות.

אינך צריך לכתוב את הפעולות Get ו-Set ופעולות בונות.

ג. בכל המחלקות הוגדרה הפעולה string Details().

פעולה זו מחזירה מחרוזת המורכבת משם החיה, כאשר לפני שם החיה מצוינים שמות

המחלקות בהיררכיית הירושה של החיה החל מ-**Animal**.

לדוגמה:

בעבור העצם In מטיפוס **Lion** ששמו Simba, הפעולה Details מחזירה את המחרוזת

(משמאל לימין):

Animal, Mammal, Lion, Simba

בעבור העצם p1p מטיפוס **Platypus** ששמו Perry, הפעולה Details מחזירה את

המחרוזת (משמאל לימין):

Animal, Mammal, Platypus, Perry

ממש ב- C# את הפעולה Details במחלקות **Lion, Mammal, Animal** ו- **Platypus**, כדי שיוחזרו המחרוזות המתוארות. ממש את הפעולה באופן המתאים ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים (הכמסה – encapsulation, הורשה – inheritance, פולימורפיזם – polymorphism).

ד. הפעולה ToString קוראת לפעולה Details. אם החיה מטילה ביצים הפעולה ToString מוסיפה למחרוזת את המילים Number of eggs ואת מספר הביצים הממוצע בהטלה, ומחזירה את המחרוזת.

ממש ב- C# את הפעולה ToString בכל מחלקה שהיא מופיעה בה, באופן המתאים ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים (הכמסה – encapsulation, הורשה – inheritance, פולימורפיזם – polymorphism).

/המשך בעמוד 44/

23. לפניך המחלקות **MyBills**, **Shopping**, **PhoneBill**, **Bill**, ופעולה ראשית במחלקה **Tester**. עקוב אחר ביצוע הפעולה הראשית, וכתוב את הפלט המתקבל. במעקב יש לכלול את ערכי המשתנים, ובעבור כל עצם את ערכי התכונות שלו.

```
public class Bill {
    public const char DOLLAR = 'd';
    public const char SHEKEL = 's';
    private static double dollarRate = 4.00;
    private double total;
    private char curr;
    public double GetTotal() {
        if (curr == DOLLAR)
            return total * dollarRate;
        return total;
    }
    public Bill(double total, char curr) {
        this.total = total;
        this.curr = curr;
    }
    public override string ToString() {
        string s = GetTotal() + " Shekels";
        return s;
    }
}
```

```
public class PhoneBill : Bill {
    private string company;
    public PhoneBill(string company, double value, char curr) : base(value, curr) {
        this.company = company;
    }
    public PhoneBill(PhoneBill pb) : base(pb.GetTotal(), SHEKEL){
        company = pb.company;
    }
    public override string ToString(){
        string s = "Pay: " + base.ToString() + " to: " + company;
        return s;
    }
}
```

```
public class Shopping : Bill {
    private string name;
    private string list;
    public Shopping(string name, string list, double value, char curr) : base(value, curr){
        this.name = name;
        this.list = list;
    }
    public Shopping(Shopping s):base (s.GetTotal(), SHEKEL) {
        name = s.name;
        list = s.list;
    }
    public override string ToString() {
        string s = name + " bought: " + list + ". Pay: " + base.ToString();
        return s;
    }
}
```

```
public class MyBills {
    private int num;
    private Bill[] bills;
    private const int MAX = 4;
    public MyBills() {
        bills = new Bill[MAX];
        num = 0;
    }
    public void AddBill(Bill b) {
        if (num < MAX) {
            if (b is PhoneBill)
                bills[num] = new PhoneBill((PhoneBill) b);
            else if (b is Shopping)
                bills[num] = new Shopping((Shopping) b);
            else num--;
            num++;
        }
    }
}
```

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

```
public double Total() {
    double t = 0;
    for (int i = 0; i < num; i++)
        t = t + bills[i].GetTotal();
    return t;
}
public void Print() {
    for (int i = 0; i < num; i++)
        Console.WriteLine(bills[i].ToString());
}
}

public class Tester {
    public static void Main(string[] args) {
        MyBills baba = new MyBills();
        Shopping s = new Shopping("Baba", "Books", 250, Bill.DOLLAR);
        PhoneBill t = new PhoneBill("TeleBaba", 2000, Bill.SHEKEL);
        PhoneBill u = new PhoneBill("Galil Telecom", 200, Bill.DOLLAR);
        baba.AddBill(t);
        baba.AddBill(s);
        baba.AddBill(u);
        baba.Print();
        Console.WriteLine(baba.Total());
    }
}
}
```

24. לפיך המחלקות A, B.

שלושת הסעיפים א-ג מתייחסים למחלקות האלה אך אינם קשורים זה לזה. ענה על שלושתם.

```
public class A {
    private int x;
    public A() { this.x = 0; }
    public A(int x) { this.x = x; }
    public virtual int GetX() { return x; }
    public void DoubleX() { this.x = 2 * GetX(); }
    public virtual void TripleX() { this.x = 3 * GetX(); }
    public virtual void Sub() { this.x = x - 1; }
    public void Calc() { Sub(); }
    public override string ToString(){ return "xA="+this.x; }
}

public class B:A {
    private int x;
    public B(): base() { this.x = 1; }
    public B(int x) : base(x) { this.x = -x; }
    public B(int xA, int xB) : base(xA) { this.x = xB; }
    public override int GetX() { return x; }
    public int BaseX() { return base.GetX(); }
    public void TenTimesX() { this.x = 10 * GetX(); }
    public override void TripleX() { this.x = 3 * GetX(); }
    public override void Sub() { this.x = x - 2; }
    public override string ToString(){ return base.ToString()+" xB="+this.x+";";}
}
```

(שים לב: סעיפי השאלה בעמודים הבאים.)

א. לפניך סדרת הוראות שהפלט עבורה צריך להיות:

```
xA=1 xB=20; xA=1 xB=20; xA=1 xB=20; xA=1 xB=20;
```

בסדרת ההוראות נפלה שגיאת הידור (קומפילציה). תקן את השגיאה כדי שיתקבל

הפלט הנכון.

```
A a1 = new B(1, 20);
```

```
Object obj = a1;
```

```
B b1 = a1;
```

```
A a2 = a1;
```

```
Console.WriteLine(a1+" "+obj+" "+a2+" "+b1);
```

ב. לפניך סדרת הוראות. הצג את העצמים הנוצרים, ולכל עצם הצג את ערכי התכונות שלו.

```
A aa = new B(3, 10);
```

```
aa.Sub();
```

```
Object[] ar = new Object[6];
```

```
ar[0] = new A();
```

```
ar[1] = new A(5);
```

```
ar[2] = new B();
```

```
ar[3] = new B(5);
```

```
ar[4] = new B(2, 4);
```

```
ar[5] = aa;
```

```
((A)ar[3]).TripleX();
```

```
((B)ar[4]).TenTimesX();
```

/המשך בעמוד 49/

ג. לפניך פעולה ראשית.

```
public static void Main()
```

```
{
    A a1 = new A(1);
    A a2 = new B(2, 99);
    /***
}
```

לפניך הקטעים (i)-(vi).

- (i) a2.DoubleX();
Console.WriteLine(a2);
- (ii) a2.TenTimesX();
Console.WriteLine(a2.TenTimesX());
- (iii) if (a2 is B)
 - {
 - a2.TenTimesX();
 - Console.WriteLine(a2);
 - }
- (iv) ((B)a1).TenTimesX();
Console.WriteLine(a1);
- (v) a2.Calc();
Console.WriteLine(a2);
- (vi) B bb = (B)a2;
Console.WriteLine(bb.BaseX());

בעבור כל אחד מן הקטעים (i)-(vi) בצע:

- כתוב את הקטע במקום /*** בפעולה הראשית.
- קבע אם הקטע תקין או אינו תקין.
- אם הקטע תקין — כתוב את הפלט המתקבל בעקבות ביצועו.
- אם הקטע אינו תקין — כתוב אם השגיאה היא שגיאת הידור (קומפילציה) או שגיאת זמן ריצה.

בהצלחה!