

חלק א – עליכם לענות על כל השאלות בחלק זה במחברת הבחינה

שאלה 1 (25 נקודות)

נתון מערך דו-ממדי mat המלא במספרים אפס או אחד. נגדיר מסלול חוקי במערך כמסלול שעובר מתא המקור ($source$) לתא היעד ($destination$) ועובר רק בתאים שערכם הוא 1. אפשר לעבור מתא אחד לשני רק אם הוא שכן שלו מימין, משמאל, למעלה או למטה. לא באלכסון. כמו כן, אסור שיהיו מעגלים במסלול, כלומר, אי אפשר לבקר בתא שכבר היינו בו.

כתבו שיטה סטטית רקורסיבית המקבלת כפרמטרים מערך mat מלא באפסים ואחדים, וכן שני מספרים שלמים x ו- y , ומחזירה את אורכו של המסלול הארוך ביותר האפשרי במערך מתא המקור $(0,0)$ לתא היעד (x,y) .

לדוגמא, במערך להלן, אם הפרמטרים הם $x = 2, y = 5$, אורכו של המסלול הארוך ביותר מתא המקור $(0,0)$ לתא היעד $(2,5)$ הוא 16, ומסומן במערך.

	0	1	2	3	4	5	6
0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
2	1	1	1	1	0	1	1

חתימת השיטה היא:

```
public static int longestPath(int mat[][], int x, int y)
```

השיטה צריכה להיות רקורסיבית ללא שימוש בלולאות כלל. כך גם כל שיטות העזר שתכתבו (אם תכתבו) לא יכולות להכיל לולאות.

אפשר להשתמש בהעמסת-יתר ($overloading$).

מוותר לשנות את המערך במהלך השיטה, אבל בסופה הוא צריך לחזור למצבו המקורי.

אין צורך לדאוג ליעילות השיטה, אבל כמובן שצריך לשים לב לא לעשות קריאות רקורסיביות מיותרות! אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!

שאלה 2 (25 נקודות)

נתון מערך דו-ממדי mat המכיל מספרים שלמים (חיוביים, שליליים ואפסים) המקיים את התנאים הבאים:

1. כל שורה במערך ממוינת בסדר עולה ממש (ללא מספרים זהים בשורה)
2. כל עמודה במערך ממוינת בסדר עולה ממש (ללא מספרים זהים בעמודה)

כתבו שיטה סטטית המקבלת כפרמטר מערך דו-ממדי כניל, ומחזירה את מספר המספרים השליליים במערך.

לדוגמא, אם המערך mat מכיל את המספרים הבאים:

0	1	2	3	4	5	6
-99	-72	-64	-55	-28	-10	-5
-72	-53	-46	-38	11	13	22
-63	-48	-27	-12	14	16	23
-44	-29	-10	0	18	20	28
0	12	14	20	28	30	35

אזי השיטה תחזיר את הערך 18, שכן יש 18 מספרים שליליים במערך (מסומנים באפור).

חתימת השיטה היא:

```
public static int howManyNegativeNumbers (int [][] arr)
```

הערה חשובה:

בהינתן שמספר השורות במערך הוא n ומספר העמודות במערך הוא m,

סיבוכיות הזמן הנדרשת לפתרון הבעיה היא לינארית $O(n+m)$.

סיבוכיות המקום הנדרשת לפתרון הבעיה היא קבועה $O(1)$.

שימו לב:

השיטה שתכתבו צריכה להיות יעילה ככל הניתן, גם מבחינת סיבוכיות הזמן וגם מבחינת סיבוכיות המקום. תשובה שאינה יעילה מספיק כלומר, שתהיה בסיבוכיות גדולה יותר מזו הנדרשת לפתרון הבעיה תקבל מעט נקודות בלבד.

מה סיבוכיות זמן הריצה של השיטה שכתבתם? הסבירו תשובתכם.

אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!

**חלק ב - את התשובות לשאלות 3-5 יש לכתוב על גבי השאלון.
לא נבדוק תשובות שייכתבו במקום אחר!**

שאלה 3 (17 נקודות)

נניח שהמחלקה Node שלהלן מממשת עץ בינרי.

```
public class Node
{
    private int _number;
    private Node _leftSon, _rightSon;

    public Node (int number)
    {
        _number = number;
        _leftSon = null;
        _rightSon = null;
    }

    public int  getNumber()      {return _number; }
    public Node getLeftSon()     {return _leftSon; }
    public Node getRightSon()    {return _rightSon; }
}
```

המחלקה BinaryTree מאגדת בתוכה שיטות סטטיות לטיפול בעץ בינרי.
בין השיטות נתונות השיטות f, what ו-secret הבאות:

```
public static int f(Node node)
{
    if (node == null)
        return 0;
    else
    {
        int left = f(node.getLeftSon());
        int right = f(node.getRightSon());
        if (left > right)
            return (left + 1);
        else
            return (right + 1);
    }
}
```

נא לא לכתוב בשוליים

```

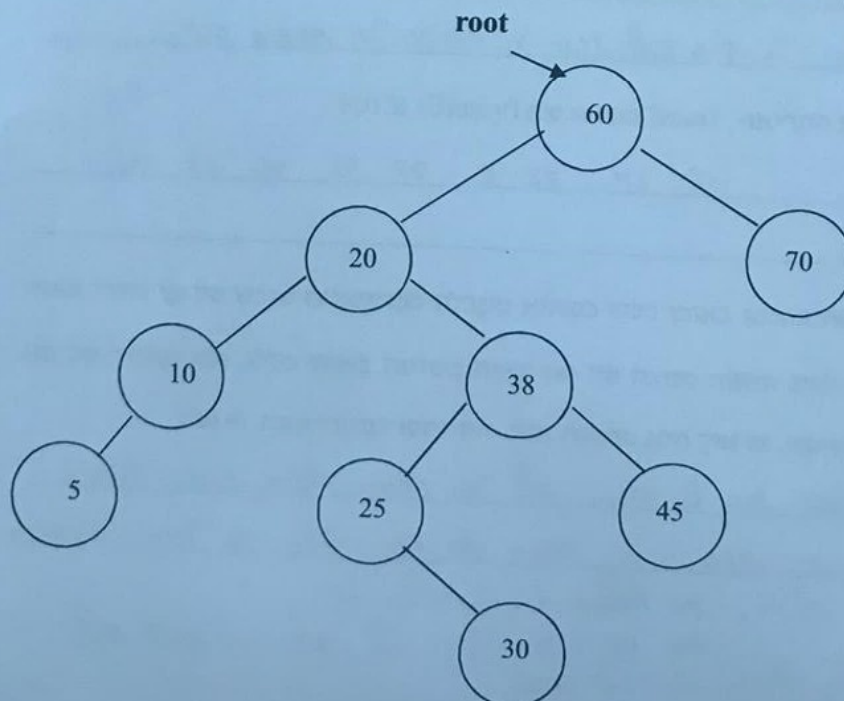
public static void what(Node node, int x)
{
    if (node == null)
        return;
    if (x == 1)
        System.out.print(node.getNumber() + " ");
    else if (x > 1)
    {
        what(node.getLeftSon(), x - 1);
        what(node.getRightSon(), x - 1);
    }
}

public static void secret(Node node)
{
    int x = f(node);
    secret (node, 1, x);
}

private static void secret(Node node, int i, int x)
{
    if (i != x+1)
    {
        what(node, i);
        secret (node, i+1, x);
    }
}

```

נתון העץ הבינרי הבא, ששורשו הוא root



(א) מה תחזיר השיטה f בעקבות הקריאה $\text{BinaryTree.f}(\text{root})$? (2 נק')
 השיטה מחזירה את הערך 5.

(ב) מה מבצעת השיטה f באופן כללי כשהיא מקבלת כפרמטר שורש של עץ בינרי root ? שימו לב, עליכם לתת תיאור ממצה של מה עושה השיטה באופן כללי, ולא תיאור של מה עושה כל שורה בשיטה, או איך היא מבצעת זאת. כלומר, לכתוב בקצרה מה משמעות הערך שהשיטה מחזירה. (2 נק')

השיטה נותנת את אורך הענף הימני ארוך, קצר, מהשני ארוך.
 פונקציה שמחזירה את אורך הענף הימני.

(ג) מה יודפס בעקבות הקריאה $\text{BinaryTree.what}(\text{root}, 3)$? (3 נק')

10 38 הערך 10

(ד) מה מבצעת השיטה what באופן כללי כשהיא מקבלת כפרמטרים שורש של עץ בינרי root ומספר x כלשהו? שימו לב, עליכם לתת תיאור ממצה של מה עושה השיטה באופן כללי, ולא תיאור של מה עושה כל שורה בשיטה, או איך היא מבצעת זאת. התייחסו למקרי קצה. (3 נק')

השיטה מחזירה את הערך הימני או הערך השני, אם x הוא הערך השני, אם x הוא הערך השני, אם x הוא הערך השני.

(ה) מה יודפס בעקבות הקריאה $\text{BinaryTree.secret}(\text{root})$? (3 נק')

60 25 70 10 38 5 25 45 30.

(ו) מה מבצעת השיטה secret באופן כללי כשהיא מקבלת כפרמטרים שורש של עץ בינרי root ? שימו לב, עליכם לתת תיאור ממצה של מה עושה השיטה באופן כללי, ולא תיאור של מה עושה כל שורה בשיטה, או איך היא מבצעת זאת. התייחסו למקרי קצה. (4 נק')

השיטה מחזירה את הערך הימני או הערך השני, אם x הוא הערך השני, אם x הוא הערך השני, אם x הוא הערך השני.

הערך הימני או הערך השני, אם x הוא הערך השני, אם x הוא הערך השני, אם x הוא הערך השני.

שאלה 4 (15 נקודות)

נתון פרויקט שהוגדרו בו המחלקות האלו: A, B, C, D, E.

בפרויקט מומשה גם שיטה $f()$ בשתי מחלקות.

להלן ינתנו פרטים שונים שיעזרו לכם להבין מהם הקשרים בין המחלקות, ובאילו מחלקות מומשה השיטה $f()$.

במחלקה נוספת באותו פרויקט, בשם Driver נכתב קטע הקוד הבא בשיטה main אשר יוצר את העצמים הבאים, והוא תקין.

```
A a1 = new A(9);
A a3 = new E(new A(6));
E e1 = new B(4, 1.1, 'E', true);
E e2 = new E();
E e3 = new C();
D d1 = new D("5");
A a2 = new D("9");
B b1 = new B(e1, a2);
C c1 = new B();
```

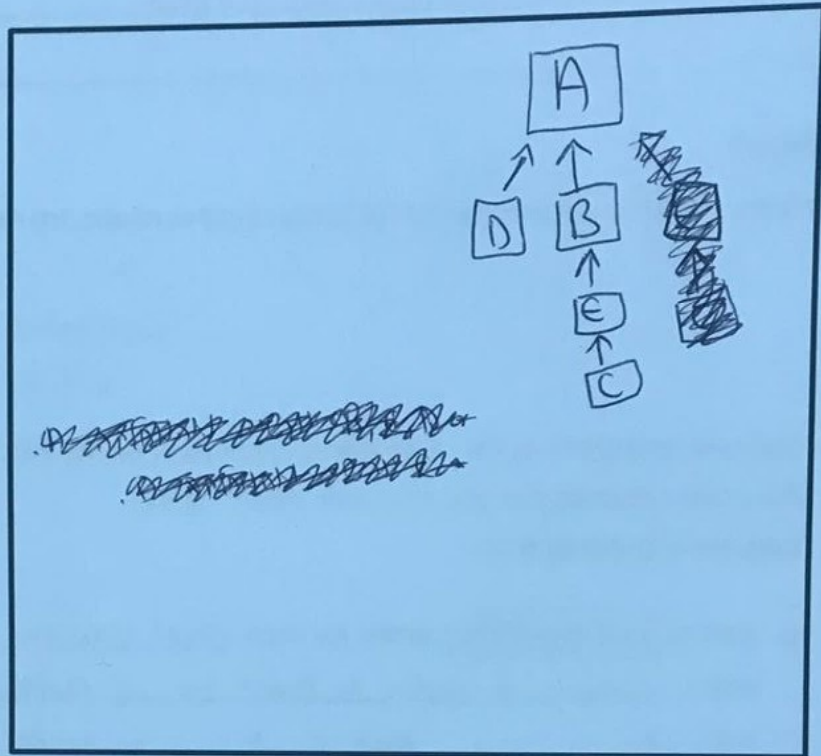
כמו כן, באותה מחלקה Driver בהמשך השיטה main נכתב הקטע הבא, ולידו כתוב מה קרה בעקבות כל פקודה:

```
a1.f(); // גורמת לשגיאת קומפילציה
d1.f(); // גורמת לשגיאת קומפילציה
System.out.println (e2.f()); // תקין, ומדפיס "f1"
System.out.println (e3.f()); // תקין, ומדפיס "f1"
System.out.println (b1.f()); // תקין, ומדפיס "f2"
((E) d1).f(); // גורמת לשגיאת קומפילציה
((E) a2).f(); // גורמת לשגיאת ריצה
```


סעיף א

ציירו עץ ירושה אפשרי של כל המחלקות:

לדוגמא, אם המחלקה B יורשת ישירות מהמחלקה A, ציירו זאת כך:



סעיף ב

כתבו את חתימות הבנאים של המחלקות A ו-B (חתימות בלבד!)
תוכלו לבחור שמות משתנים לפרמטרים כרצונכם. (6 נק')

בנאים למחלקה A:

Public A() - קטאי ריק.

Public A(int x) - קטאי -1 int

Public cA(char ch) - קטאי -1 char

בנאים למחלקה B:

Public B() - קטאי ריק.

Public B(int x, double y, char c, boolean t) - קטאי -4 פרמטרים

Private B(E other, A other) - קטאי -2 פרמטרים

Public f() - הסטה f (ממ) - BP

סעיף ג

כתבו באילו מחלקות מופיעה השיטה $f()$. (2 נק')
התשובה היא:

השיטה f מופיעה במחלקות B ו- E .

סעיף ד

בהמשך השיטה main במחלקה Driver נכתבו הפקודות הבאות, והן תקינות.

```
A a4 = new A();
Object o1 = new Object();
Object o2 = new A(o1);
```

לכל אחת מהפקודות הבאות, סמנו בצורה ברורה ומפורשת אם היא תקינה או גורמת לשגיאת קומפילציה או גורמת לשגיאת ריצה, ומהי הבעיה. (5 נק')
הפקודות אינן תלויות זו בזו.

(a) תקין / שגיאת קומפילציה / שגיאת זמן ריצה / שגיאת קומפילציה
הסבר: הנחתה A יורש מ $Object$ כמו כן הנחתה $Object$ יורש מ $Object$ ולכן
 $a4 = o1$ יוצר שגיאת קומפילציה כי A יורש מ $Object$ ולא ההפך.

(b) תקין / שגיאת קומפילציה / שגיאת זמן ריצה / תקין
הסבר: $o1$ ו- $o2$ שניהם מהמחלקה $Object$ ולכן יתכן להציב
אותו.

(c) תקין / שגיאת קומפילציה / שגיאת זמן ריצה / תקין
הסבר: A יורש מ $Object$, והיא אובייקט $Object$ מסוג $Object$ (כמו כן יורש מ $Object$)
לכן הנחתה $Object$ יורש מ $Object$ ולכן אפשר להציב $Object$ כי A יורש מ $Object$
ולכן $Object$ לא נאמר כי השיטה $toString$ של A קיימת (נמצא).

(d) תקין / שגיאת קומפילציה / שגיאת זמן ריצה / תקין
הסבר: A קיימת השיטה $toString()$, $A4$ הוא מסוג A
 A , ולכן $toString()$ קיימת גם ב- A , השורה הבאה תקינה. אחרי, הבקשה
השיטה $toString$ מהמחלקה $Object$ (שהיא יורשת ממנה) אכן, קיימת גם גישה הכתוב-
ל $A4$.

(e) תקין / שגיאת קומפילציה / שגיאת זמן ריצה / תקין
הסבר: אם במחלקה A קיימת השיטה $toString()$ והמקרה הבא
באלון תקין מכיוון שבמחלקה $Object$ נמצא גם $toString()$, ולכן גם
אם השיטה $toString()$ קיימת גם במחלקה $Object$, ולכן גם
הקומפילטור ימצא את השיטה $toString$ וצד שמאל הרצף יתכן למחלקה A

שאלה 5 (18 נקודות)

נתונה המחלקה הבאה, המייצגת איבר ברשימה:

```
public class IntNode {
    private int _value;
    private IntNode _next;

    public IntNode(int val, IntNode n) {
        _value = val;
        _next = n;
    }

    public int getValue() {
        return _value;
    }

    public IntNode getNext() {
        return _next;
    }

    public void setValue(int v) {
        _value = v;
    }

    public void setNext(IntNode node) {
        _next = node;
    }
}
```

נתונה רשימה מקושרת של מספרים שלמים **ממוינים בסדר עולה ממש**, הממומשת בעזרת המחלקה IntList שלהלן:

```
public class IntList
{
    private IntNode _head;
    public IntList( ) {
        _head = null;
    }

    public IntList(IntNode h ) {
        _head = h;
    }

    // המשך המחלקה בעמוד הבא
}
```

```

public IntNode f (IntNode p1, IntNode p2)
{
    if (p1 == null)
        return null;
    IntNode s = p1;
    IntNode f = p1;

    while (f != p2)
    {
        f = f.getNext();
        if (f != p2)
        {
            s = s.getNext();
            f = f.getNext();
        }
    }
    return s;
}

public IntNode what (int value)
{
    IntNode p1 = _head;
    IntNode p2 = null;
    do
    {
        IntNode temp = f(p1, p2);
        if (temp == null)
            return null;

        if (temp.getValue() == value)
            return temp;

        else if (temp.getValue() < value)
            p1 = temp.getNext();
        else
            p2 = temp;
    } while (p2 == null || p2 != p1);

    return null;
}

... // other methods
}

```

אתם יכולים להניח שהרשימה מלאה במספרים שלמים והם ממוינים בסדר עולה.
 אין צורך לבדוק זאת.
 בטענות להלן, נסמן את איברי הרשימה כמספרים מופרדים בפסיקים, בתוך סוגריים מסולסלים.
 כך לדוגמא, נסמן { -4, 9, 12, 21 } את הרשימה $-4 \rightarrow 9 \rightarrow 12 \rightarrow 21 \rightarrow \text{null}$

סעיף א (2 נקודות)

מה הערך אותו תחזיר השיטה f כשנפעיל אותה על הרשימה $\{2, 3, 8, 14, 15, 35\}$ כאשר $p1 = _head$ ו- $p2 = \text{null}$?
 התשובה היא

הערך, שהשיטה f תחזיר הוא 14.

סעיף ב (4 נקודות)

מה מבצעת השיטה f באופן כללי? הסבירו בקצרה מה השיטה עושה ולא כיצד היא מבצעת זאת. שימו לב, עליכם לתת תיאור ממצה של מה עושה השיטה באופן כללי, ולא תיאור של מה עושה כל שורה בשיטה, או איך היא מבצעת זאת. כלומר, עליכם לכתוב מה המשמעות של הערך שמוחזר מהשיטה f , כשהיא מופעלת על רשימה כלשהי. התייחסו למקרי קצה.

(השיטה f מחזירה את הערך האמצעי הנשימה - אם יש איברי הנשימה

(וואו איז זלי, השיטה תחזיר את הערך האמצעי האחר, אם יש איברי הנשימה

(וואו זלי, היא תחזיר את הערך האמצעי $1 + \lfloor \text{list.length} / 2 \rfloor$ כאשר length הוא אורך הנשימה

~~אם יש איברי הנשימה (ואז זלי, תחזיר את הערך האמצעי האחר, אם יש איברי הנשימה)~~

סעיף ג (3 נקודות)

מה הערך אותו תחזיר השיטה what כשנפעיל אותה על הרשימה $\{2, 3, 8, 14, 15, 35\}$,

ונעביר לה כפרמטר את הערך $\text{value} = 15$?

התשובה היא

השיטה תחזיר את הערך 15.

סעיף ד (3 נקודות)

מה הערך אותו תחזיר השיטה what כשנפעיל אותה על הרשימה $\{2, 3, 8, 14, 15, 35\}$,

ונעביר לה כפרמטר את הערך $\text{value} = 4$?

התשובה היא

השיטה תחזיר את הערך null.

סעיף ה (6 נקודות)

מה מבצעת השיטה what באופן כללי כשהיא מופעלת על רשימה ממוינת בסדר עולה? הסבירו בקצרה מה השיטה עושה ולא כיצד היא מבצעת זאת.

שימו לב, עליכם לתת תיאור ממצה של מה עושה השיטה באופן כללי, ולא תיאור של מה עושה כל שורה בשיטה, או איך היא מבצעת זאת. כלומר, עליכם לכתוב מה המשמעות של הערך שמוחזר מהשיטה what , כשהיא מופעלת על רשימה ממוינת כלשהי, ומקבלת כפרמטר מספר שלם

value כלשהו. התייחסו למקרי קצה.

השיטה what מחזירה את הערך value שנשלח לה כפרמטר (אם

הנשימה, אם הערך value הוא חיובי, הנשימה תחזיר את הערך value , אחר

השיטה תחזיר null. חיפוש הערך הנשימה נעשה על ידי השיטה

f , כוונתה היא לחפש את הערך הנשימה האמצעי (הנשימה

בהצלחה!