

שאלון בחינת גמר

20441 - מבוא למדעי המחשב ושפת Java

משך בחינה: 3 שעות

בשאלון זה 14 עמודים

מבנה הבחינה:

- קראו בעיון את ההנחיות שלהלן:
- * בבחינה יש שש שאלות.
 - * כל התכניות צריכות להיות מתועדות היטב.
 - יש לכתוב תחילה בקצרה את האלגוריתם וכל הסבר נוסף הדרוש להבנת התכנית.
 - יש לבחור בשמות משמעותיים למשתנים, לפונקציות ולקבועים שבתכנית.
 - תכנית שלא תתועד כנדרש לעיל תקבל לכל היותר 85 % מהניקוד.
 - * יש להקפיד לכתוב את התכניות בצורה מבנית ויעילה.
 - תכנית לא יעילה לא תקבל את מלוא הנקודות.
 - * אם ברצונכם להשתמש בתשובתכם בשיטה או במחלקה הכתובה בחוברת השקפים, אין צורך שתעתיקו את השיטה או את המחלקה למחברת הבחינה. מספיק להפנות למקום הנכון, ובלבד שההפניה תהיה מדויקת (פרמטרים, מיקום וכו').
 - * אין להשתמש במחלקות קיימות ב-Java, חוץ מאלו המפורטות בשאלות הבחינה.
 - * יש לשמור על סדר; תכנית הכתובה בצורה בלתי מסודרת עלולה לגרוע מהציון.
 - * בכתובת התכניות יש להשתמש אך ורק במרכיבי השפה שנלמדו בקורס זה
 - אין להשתמש במשתנים גלובליים!
 - * את התשובות לשאלות 3 - 6 יש לכתוב על גבי השאלון. לא נבדוק תשובות שייכתבו במקום אחר!
 - * אפשר לתעד בעברית. אין צורך בתיעוד API.

חומר עזר:

ספר הלימוד : java software solutions מאת : lewis/loftus
 חוברת השקפים של הקורס.
 מותרות הערות בכתב יד, ע"ג הספרים.
 אין להכניס חומר מודפס או כל חומר אחר מכל סוג שהוא.

החזירו

למשגיח את השאלון

בהצלחה !!!

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

שאלה 1 - 25 נקודות

עבור מערך דו-ממדי של מספרים שלמים **חיוביים בלבד**, נגדיר **חבל** (rope) להיות סדרה של תאים המקיימים:

- א. התא הראשון בסדרה נמצא בשורה מספר אפס.
- ב. התא האחרון בסדרה נמצא בשורה האחרונה במערך.
- ג. כל תא בסדרה נמצא בשורה מתחת לקודמו, ובעמודה שמספרה בין מספר העמודה של קודמו פחות אחד (אלכסון לכוון שמאל), לבין מספר העמודה של קודמו ועוד אחד (אלכסון לכוון ימין).
- ד. הערכים המצויים בתאים הנכללים בסדרה הם בסדר יורד **ממש**, כלומר, כל אחד קטן ממש מזה שאחריו.

כתבו שיטה סטטית **רקורסיבית** המקבלת מערך דו-ממדי **המכיל מספרים שלמים חיוביים** (אין צורך לבדוק את תקינות תוכן המערך), ומחזירה כמה **חבלים** יש במערך. **לדוגמא**, במערך שלהלן (הניחו שכל המערך מלא בערכים. אנחנו סימנו כאן רק את הערכים הרלוונטיים לנו)

	0	1	2	3	4	5
0				10		
1			8		9	
2		6				7
3	3		4			5
4	1	2				2

קימות הסדרות הבאות (החבלים הבאים) (משמאל לימין):

- I. 10, 9, 7, 5, 2
- II. 10, 8, 6, 4, 2
- III. 10, 8, 6, 3, 2
- IV. 10, 8, 6, 3, 1

שימו לב, אילו בתא [2][3] היה מצוי הערך 5 אזי המערך היה כולל גם את הסדרות:

- I. 10, 9, 5, 4, 2
- II. 10, 8, 5, 4, 2

חתימת השיטה:

```
public static int countRopes (int [][] mat)
```

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).

מותר לשנות את המערך במהלך השיטה, אבל חובה להחזיר אותו למצבו ההתחלתי בסופה.

אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!

שאלה 2 - 25 נקודות

כתבו שיטה סטטית בוליאנית **יעילה** המקבלת כפרמטר מערך חד-ממדי arr המכיל מספרים שלמים. המערך ממוין בסדר עולה ממש. הערך 0 לא נמצא במערך.

השיטה צריכה להחזיר true אם קיימים במערך arr שני אינדקסים limit1 ו-limit2 שונים כך שמתקיימים התנאים הבאים:

א. $limit1 < limit2$

ב. סכום הערכים בתאים מ-0 עד limit1 הוא שלילי.

ג. סכום הערכים בתאים מ-limit1+1 עד limit2 הוא אפס.

ד. סכום הערכים בתאים מ-limit2+1 עד arr.length-1 הוא חיובי.

השיטה תחזיר false אם אין אינדקסים כאלו.

לדוגמא, במערך arr הבא

0	1	2	3	4	5	6
-8	-7	-5	-3	-2	5	8

יש שני אינדקסים $limit1 = 2$, $limit2 = 5$ המקיימים את התנאים:

א. $2 < 5$

ב. סכום הערכים בתאים מ-0 עד 2 הוא $(-8) + (-7) + (-5) = (-20)$ כלומר שלילי

ג. סכום הערכים בתאים מ-3 עד 5 הוא $(-3) + (-2) + 5 = 0$ כלומר אפס

ד. סכום הערכים בתאים מ-6 עד 6 הוא 8 כלומר חיובי

ולכן השיטה תחזיר את הערך true.

שימו לב שאין צורך להחזיר את האינדקסים עצמם אלא רק `true` אם יש כאלו אינדקסים או `false` אם אין.

חתימת השיטה:

```
public static boolean splitTo3 (int [] arr)
```

דוגמאות נוספות:

• במערך

0	1	2	3	4	5	6
-8	-7	-5	-3	-2	7	8

אין אינדקסים המקיימים את התנאים, ולכן השיטה תחזיר `false`.

• במערך

0	1	2	3	4	5	6
-8	-7	-5	-3	-2	-1	1

החלק עם הסכום החיובי הוא "ריק", אבל השיטה תחזיר `true`

• כך גם במערך

0	1	2	3	4	5	6
-8	-7	15	23	32	37	38

החלק עם הסכום השלילי הוא "ריק", אבל השיטה תחזיר `true`

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 מיצט נקודות בלבד.
- כתבו מה סיבוכיות הזמן ומה סיבוכיות המקום של כל שיטה שכתבתם.
- אל תישכחו לתעד את מה שכתבתם!

**חלק ב - את התשובות לשאלות 3-6 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 num)
    {
        _number = num;
        _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 הבאות:

```
public static boolean secret(Node t)
{
    if (t == null)
        return true;
    boolean ans = true;
    if (t.getLeftSon() != null)
        ans = secret(t.getLeftSon()) &&
            (t.getNumber() > t.getLeftSon().getNumber());
    if (t.getRightSon() != null)
        ans = ans && secret(t.getRightSon()) &&
            (t.getNumber() > t.getRightSon().getNumber());
    return ans;
}

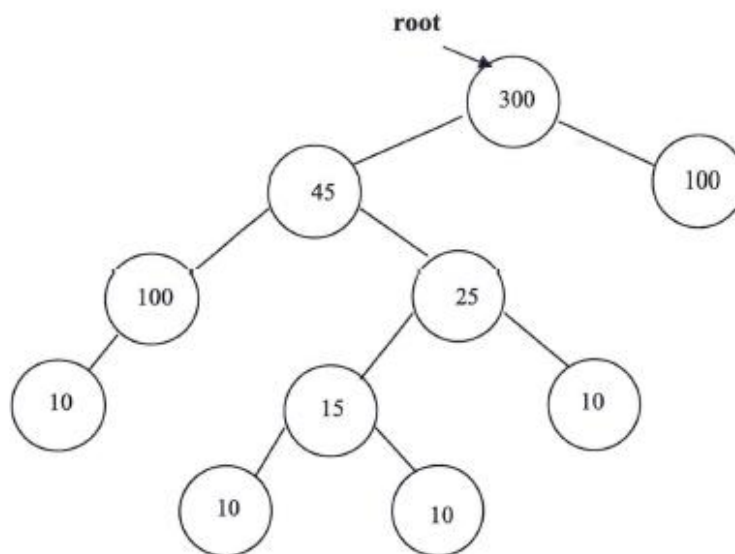
private static int what(Node t)
{
    if (t == null)
        return 0;
    return (1 + what(t.getLeftSon()) + what(t.getRightSon()));
}
```

```

public static int f(Node t)
{
    if (t == null)
        return 0;
    if (secret(t))
        return what(t);
    return Math.max(f(t.getLeftSon()), f(t.getRightSon()));
}

```

נתון העץ הבינרי הבא, ששורשו הוא root



ענו על הסעיפים הבאים:

2 נק') (i) איזה ערך תחזיר הקריאה `!BinaryTree.secret(root)` **התשובה היא:**

3 נק') (ii) מה מבצעת השיטה `secret` באופן כללי? 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.

התשובה היא:

5) נק' (iii) איזה ערך תחזיר חקריאה `!BinaryTree.f(root)`
התשובה היא:

7) נק' (iv) מה מבצעת השיטה `f` באופן כללי? 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.
התשובה היא:

התשובה היא: השיטה מבצעת חישוב של מספר הענפים ב- Binary Tree. היא עושה זאת באופן כללי, כלומר, היא לא תלויה במבנה הספציפי של העץ.

(תשובות בעמ' הבא)

שאלה 4 - 12 נקודות

נתונות המחלקות AAA, BBB, Driver (באותה חבילה):

```
public class AAA
{
    private int _val;

    public AAA()
    {
        _val=1;
    }

    public AAA(int val)
    {
        _val=val;
    }

    public int getVal()
    {
        return _val;
    }
}

//-----//
```



```

public class BBB extends AAA {
    private String _st;

    public BBB ()
    {
        _st="bbb";
    }

    public BBB(String st, int val)
    {
        super(val);
        _st=st;
    }

    public String getSt()
    {
        return _st;
    }

    public boolean equals (Object other)
    {
        System.out.print("Object ");
        if (other instanceof BBB)
            return (_st.equals(((BBB)other)._st) &&
                    (getVal()==((BBB)other).getVal()));
        return false;
    }

    public boolean equals (AAA other)
    {
        System.out.print("AAA ");
        if (other instanceof BBB)
            return (_st.equals(((BBB)other)._st) &&
                    (getVal()==((BBB)other).getVal()));
        return false;
    }

    public boolean equals (BBB other)
    {
        System.out.print("BBB ");
        return (_st.equals(other._st) &&
                (getVal()== other.getVal()));
    }
}

```

```

public class Driver
{
    public static void main (String [] args)
    {
        AAA a1 = new AAA(5);
        AAA a2 = new AAA(5);
        AAA ab = new BBB();
        BBB b1 = new BBB();
        BBB b2 = new BBB();

        // שורות הקוד יתווספו פה

    }
}

```

נניח שאנחנו כותבים שורות קוד שונות בשיטה main של המחלקה Driver במקום ההערה:
 שורות הקוד יתווספו פה // בכל סעיף כתבו מה יהיה הפלט.
 שימו לב:

- בתוך השיטות equals השונות קיימות פקודות הדפסה, אל תשכחו להדפיס אותן.
- אין קשר בין שורות הקוד. בכל פעם אתם צריכים להניח שחמש שורות הקוד שכתובות כבר במחלקה קיימות, והשורה הנבדקת היא השורה השישית ב-main.

1.	if (a1.equals(b1)) System.out.println(1);
יודפס	
2.	if (b1.equals(a1)) System.out.println(2);
יודפס	
3.	if (a1.equals(ab)) System.out.println(3);
יודפס	
4.	if (ab.equals(a1)) System.out.println(4);
יודפס	
5.	if (b1.equals(ab)) System.out.println(5);
יודפס	

```

public class Driver
{
    public static void main (String [] args)
    {
        AAA a1 = new AAA(5);
        AAA a2 = new AAA(5);
        AAA ab = new BBB();
        BBB b1 = new BBB();
        BBB b2 = new BBB();

        // שורות הקוד יתווספו פה
    }
}

```

if (ab.equals(b1)) System.out.println(6); .6

_____ יודפס

if (a1.equals(a2)) System.out.println(7); .7

_____ יודפס

if (b1.equals(b2)) System.out.println(8); .8

_____ יודפס

שאלה 5 - 9 נקודות

נתונה המחלקה IntNodeTwo הבאה, המייצגת איבר ברשימה מקושרת דו-סטטית המכילה מספרים שלמים:

```
public class IntNodeTwo
{
    private int _num;
    private IntNodeTwo _next, _prev;

    public IntNodeTwo(int n)
    {
        _num = n;
        _next = null;
        _prev = null;
    }

    public IntNodeTwo(int num, IntNodeTwo n, IntNodeTwo p)
    {
        _num = num;
        _next = n;
        _prev = p;
    }

    public int getNum() { return _num; }
    public IntNodeTwo getNext() { return _next; }
    public IntNodeTwo getPrev() { return _prev; }
    public void setNum (int n) { _num = n; }
    public void setNext (IntNodeTwo node) { _next = node; }
    public void setPrev (IntNodeTwo node) { _prev = node; }
}
```

נתונה רשימה מקושרת דו-סטטית, הממומשת בעזרת המחלקה IntListTwo שבעמוד הבא.

```

public class IntListTwo
{
    private IntNodeTwo _head, _tail;
    public IntListTwo() {
        _head = null;
        _tail = null;
    }

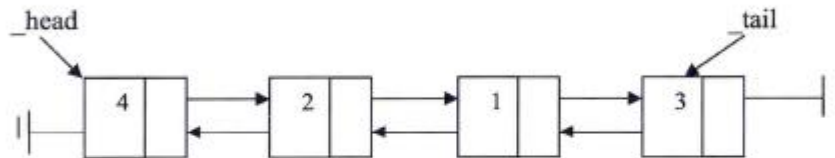
    public int what() {
        int res = 0;
        IntNodeTwo p = _head;
        while (p != null)
        {
            res++;
            p = p.getNext();
        }
        return res;
    }

    public int secret() {
        int temp = what();
        int m = 0, i=0;
        IntNodeTwo p = _head;
        while (p != null)
        {
            IntNodeTwo q = _tail;
            int j = temp-1;
            while (q != p)
            {
                if (p.getNum() == q.getNum())
                {
                    int curr = Math.abs(j-i);
                    if (curr > m)
                        m = curr;
                }
                q = q.getPrev();
                j--;
            }
            p = p.getNext();
            i++;
        }
        return m;
    }
}

```

הניחו שיש במחלקה גם שיטה שמכניסה ערכים לרשימה. אינכם צריכים לדאוג לכך.

בשאלות להלן, נסמן את איברי הרשימה כמספרים מופרדים בפסיקים, בתוך סוגריים מסולסלים. כך לדוגמא, נסמן $\{4, 2, 1, 3\}$ את הרשימה שלהלן (המספר הראשון משמאל הוא המספר שבראש הרשימה):



סעיף א (4 נקודות)
לכל טענה כתבו את התשובה.

א) אם נפעיל את השיטה **what** על הרשימה $\{4,2,1,3\}$ השיטה תחזיר את הערך _____

ב) אם נפעיל את השיטה **secret** על הרשימה $\{1, 2, 3, 2, 1\}$ השיטה תחזיר את הערך _____

ג) אם נפעיל את השיטה **secret** על הרשימה $\{1, 2, 3, 2, 4, 3, 4\}$ השיטה תחזיר את הערך _____

ד) אם נפעיל את השיטה **secret** על הרשימה $\{1, 3, 3, 3, 3\}$ השיטה תחזיר את הערך _____

סעיף ב (5 נקודות)

מה מבצעת השיטה **secret** 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 **secret**, כשהיא מופעלת על רשימה המכילה מספרים כלשהם. שימו לב למקרי הקצה.

שאלה 6-12 נקודות

במחלקה Q6 נתונות השיטות הסטטיות הבאות:

```
public class Q6
{
    public static int method1 (int []a, int ind)
    {
        int i = 1;
        while ((ind-i >= 0) && (ind+i < a.length))
        {
            if (a[ind-i] == a[ind+i])
                i++;
            else
                return i-1;
        }
        return i-1;
    }

    public static int method2 (int []a)
    {
        for (int i=0; i<a.length; i++)
        {
            if (method1 (a, i) > 0)
                return i;
        }
        return -1;
    }

    public static int method3 (int []a)
    {
        int res = 0;
        for (int i=0; i<a.length; i++)
        {
            int temp = method1 (a, i);
            if (temp > res)
                res = temp;
        }
        return 2*res+1;
    }
}
```


ענו על הסעיפים הבאים:

(2 נק') (i) אם נתון המערך a הבא:

0	1	2	3	4	5	6
7	9	2	9	7	2	1

איזה ערך השיטה תחזיר בקריאה `!method1(a, 2)`

התשובה היא:

(2 נק') (ii) אם נתון המערך a הבא:

0	1	2	3
1	2	1	4

איזה ערך השיטה תחזיר בקריאה `!method2(a)`

התשובה היא:

(2 נק') (iii) אם נתון המערך a הבא:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	4	1	4	11	1	4	9	4	1	9	8

איזה ערך השיטה תחזיר בקריאה `!method3(a)`

התשובה היא:

(6 נק') (iv)

מה משמעותו של הערך המוחזר מהשיטה `method3` בהינתן לה מערך מלא במספרים שלמים? הסבר בקצרה.

בהצלחה