



ב' באדר ב' תשפ"ד

מס' שאלון - 462  
במרץ 2024

מס' מועד 63

סמסטר 2024א

20441 / 4

### שאלון בחינת גמר

20441 - מבוא למדעי המחשב ושפת Java

משך בחינה: 3 שעות

בשאלון זה 15 עמודים

#### מבנה הבחינה:

- קראו בעיון את ההנחיות שלהלן:
- \* בבחינה יש חמש שאלות. עליכם לענות על כולן.
  - \* 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!
  - \* אפשר לתעד בעברית. אין צורך בתיעוד API.
  - \* על שאלות 3-5 יש לענות אך ורק בשאלון ולא במחברת הבחינה!

#### חומר עזר:

חוברות השקפים 1-6, 7-12. אסור לכתוב כלום בתוך חוברות השקפים.  
מותר לסמן עמודים בצבע או בדגלונים. אסור להכניס מחשב/מחשבון/  
מכשיר אלקטרוני מכל סוג שהוא. אסורים עזרים וחומרים מקוונים.  
אין להכניס חומר נוסף אחר מכל סוג. חומר העזר מודפס בלבד.

בהצלחה !!!

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

### הבחינה

#### שאלה 1 (25 נקודות)

נתון מערך דו-ממדי `mat` המכיל מספרים שלמים (חיובים, שליליים ואפסים), ומספר שלם `number`. אנחנו מעוניינים לעבור במסלול במערך שמתחיל בתא האחרון שהוא התא  $(mat.length-1, mat[0].length-1)$  עד לתא הראשון  $(0,0)$ , כאשר אפשר לעבור מתא  $(i, j)$  אך ורק שורה אחת למעלה או עמודה אחת שמאלה, כלומר לתא  $(i-1, j)$  או לתא  $(i, j-1)$ . בכל ביקור בתא, המספר שנמצא בתא מתווסף (בין אם המספר הוא חיובי או שלילי) למספר `number`. אפשר לבקר בתא רק אם המספר `number` הוא **חיובי ממש (לפני ואחרי שהתא מתווסף למספר)**. שימו לב, בכל ביקור בתא - כולל בתאים הראשון והאחרון.

כתבו שיטה סטטית רקורסיבית המקבלת מערך דו-ממדי `mat` המלא במספרים שלמים, ומחזירה את ערכו של המספר **המינימלי** שצריך להיות בהתחלה ב-`number` כדי להצליח לעבור מהתא האחרון לתא הראשון במערך.

**לדוגמא, אם המערך הוא:**

	0	1	2
0	-2	-3	3
1	-5	-10	1
2	10	30	-5

אז המספר המינימלי ההתחלתי של `number` צריך להיות 7. שכן, אז אפשר ללכת במסלול הזה:

$$(2,2) \rightarrow (1,2) \rightarrow (0,2) \rightarrow (0,1) \rightarrow (0,0)$$

אם בהתחלה `number = 7`, לאחר ביקור בתא  $(2,2)$  ערכו של `number` יהיה 2, לאחר ביקור בתא  $(1,2)$  ערכו יהיה 3, לאחר ביקור בתא  $(0,2)$  ערכו יהיה 6, לאחר ביקור בתא  $(0,1)$  ערכו יהיה 3 ולאחר ביקור בתא  $(0,0)$  ערכו יהיה 1. כלומר, הערך של `number` היה חיובי לכל אורך המסלול.

שימו לב, אם היינו הולכים במסלול אחר  $(0,0) \rightarrow (1,0) \rightarrow (2,0) \rightarrow (2,1) \rightarrow (2,2)$ , היינו צריכים ערך של לפחות 8 כדי ש-`number` תמיד יהיה חיובי.

**חתימת השיטה היא:**

```
public static int minPoints(int [][] m)
```

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

- מותר לשנות את המטריצה במהלך השיטה, אבל המטריצה צריכה לחזור לקדמותה לאחר ביצוע השיטה.
- המטריצה לא בהכרח ריבועית. כלומר, מספר השורות אינו שווה בהכרח למספר העמודות (אבל מספר העמודות זהה בכל שורה).
- מותר להשתמש בשיטות `Math.max` ו-`Math.min` מהמחלקה `Math` וכן בקבועים `Integer.MIN_VALUE`, `Integer.MAX_VALUE` מהמחלקה `Integer`.
- מותר להשתמש בהעמסת-יתר (`Overloading`)
- 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 חד-ממדי  $a$  המכיל מספרים שלמים. נגדיר את מערך הסכומים שלו  $b$  כך:

- התא הראשון של המערך  $b$  מכיל את הערך של התא הראשון במערך  $a$ , כלומר:  $b[0] = a[0]$
- לכל  $i$  החל מ-1 ועד לתא האחרון במערך  $b$ , התא  $i$  מכיל את סכום התאים  $a[0]$  עד  $a[i]$ . כלומר,  $b[i] = a[0] + a[1] + \dots + a[i]$

**לדוגמא**, עבור המערך הבא:

```
int[] a = {4, -1, 5, 7, 2}
```

מערך הסכומים יהיה:

```
int[] b = {4, 3, 8, 15, 17}
```

### סעיף א (10 נקודות):

כתבו שיטה סטטית `get` המקבלת כפרמטרים מערך סכומים  $b$  ואינדקס  $k$  ומחזירה את  $a[k]$ . ניתן להניח שהמערך אינו ריק ואינו `null` וכן שהאינדקס  $k$  אינו חורג מגבולות המערך.

**חתימת השיטה היא:**

```
public static int get(int[] b , int k)
```

### סעיף ב (15 נקודות):

נתון מערך של מספרים שלמים  $a$  **ממוין בסדר לא יורד**. המערך  $b$  הוא "מערך סכומים" שהתקבל מהמערך  $a$ .

כתבו שיטה סטטית `find` המקבלת כפרמטרים מערך סכומים  $b$  (שהתקבל מהמערך  $a$ ), וערך שלם  $x$ , ומחזירה את האינדקס במערך  $a$  שמכיל את הערך  $x$ , כלומר, השיטה צריכה להחזיר את  $k$  אם  $a[k] == x$  אם הערך  $x$  אינו קיים במערך  $a$  השיטה תחזיר -1.

**חתימת השיטה היא:**

```
public static int find(int[] b , int x)
```

**מותר להשתמש בשיטה `get` שנכתבה בסעיף א, גם אם לא כתבתם אותה. במקרה כזה סמנו את הסיבוכיות של השיטה `get` כ-  $O(get)$ .**

**שימו לב:**

**שתי השיטות שתכתבו צריכות להיות יעילות 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.**

**ציינו מהי סיבוכיות זמן הריצה ומהי סיבוכיות המקום של כל שיטה שכתבתם. הסבירו תשובתכם.**

**אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!**

**חלק ב - את התשובות לשאלות 3, 4 ו- 5 יש לכתוב על גבי השאלון. לא נבדוק תשובות שייכתבו במקום אחר!**

**שאלה 3 (16 נקודות)**

נניח שהמחלקה Node שלהלן מממשת צומת בעץ 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; }

    public void setNumber(int number) { _number = number; }
    public void setLeftSon(Node node) { _leftSon = node; }
    public void setRightSon(Node node) { _rightSon = node; }
}
```

המחלקה BinaryTree מאגדת בתוכה שיטות סטטיות לטיפול בעץ בינרי.

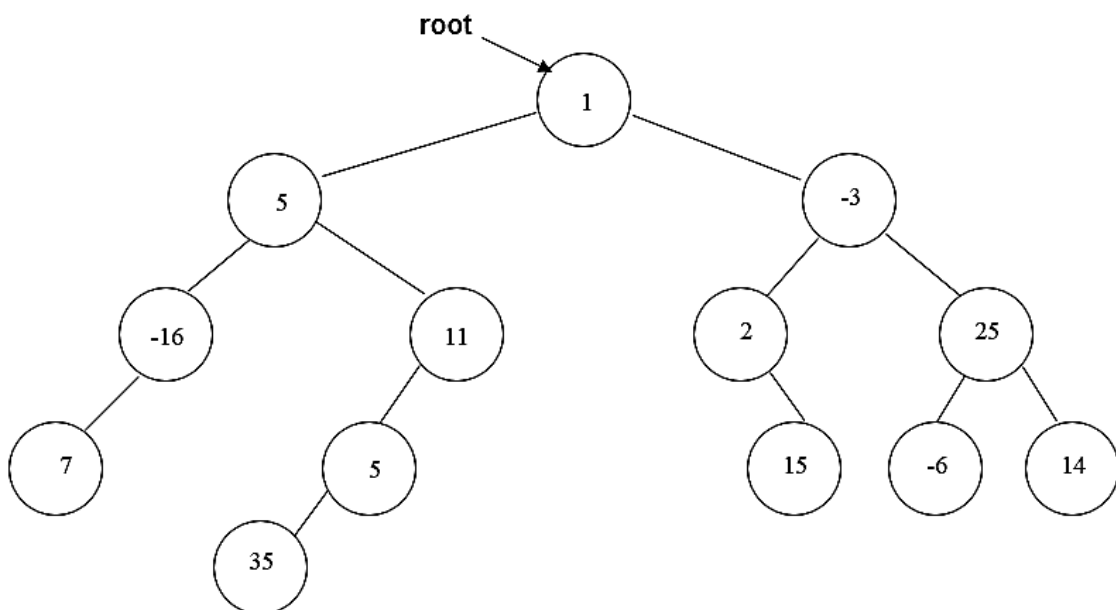
בין השיטות נתונות השיטות g ו-f הבאות:

```
public static Node g(Node root)
{
    if (root == null)
        return null;
    if (root.getLeftSon() == null &&
        root.getRightSon() == null)
        return null;
    root.setLeftSon(g(root.getLeftSon()));
    root.setRightSon(g(root.getRightSon()));
    return root;
}
//-----//
```

```
//-----//
public static void f(Node t) {
    f(null, t);
}

private static void f(Node p, Node t) {
    if(t == null)
        return;
    if(t.getLeftSon() == null && t.getRightSon() == null)
    {
        if(p.getLeftSon() == t)
            p.setLeftSon(null);
        else if(p.getRightSon() == t)
            p.setRightSon(null);
    }
    else {
        f(t, t.getLeftSon());
        f(t, t.getRightSon());
    }
}
}
```

נתון העץ הבינרי הבא, ששורשו הוא root:



**סעיף א (4 נקודות):**

נפעיל את השיטה  $g$  עם הפרמטר  $root$  שהוא שורש העץ המצויר לעיל. ציירו את העץ המתקבל לאחר הקריאה  $g(root)$ .

**התשובה היא:**

**סעיף ב (4 נקודות):**

מה מבצעת השיטה  $g$  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.

**התשובה היא:**

---

---



**סעיף ג (4 נקודות):**

נפעיל את השיטה  $f$  עם הפרמטר  $root$  שהוא שורש העץ המקורי המצויר לעיל. (לא זה שהוחזר מסעיף א) ציירו את העץ המתקבל לאחר הקריאה  $f(root)$ .  
**התשובה היא:**

**סעיף ד (4 נקודות):**

האם יש הבדלים בין מה שמבצעת השיטה  $g$  למה שמבצעת השיטה  $f$  באופן כללי כשכל אחת מהן מקבלת כפרמטרים שורש של עץ בינרי  $root$ ? אם כן, הסבירו מהם ההבדלים ואם לא, נמקו מדוע לא.  
**התשובה היא:**

---

---

---

---

---

---

---

#### שאלה 4 (18 נקודות)

נתונה המחלקה `IntNode` הבאה, המייצגת איבר ברשימה מקושרת חד-סטרית המכילה מספרים שלמים:

```
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 חד-סטרית, הממומשת בעזרת המחלקה `IntList` שחלק משיטותיה כתובות להלן. במחלקה הוגדרו הבנאים והשיטות הבאות:

```
public class IntList
{
    private IntNode _head;

    public IntList()           { _head = null; }
    public IntList(IntNode node) { _head = node; }

    public IntList secret()
    {
        if ((_head==null)|| (_head.getNext() == null))
            return new IntList(_head);

        IntNode n1,n2,n3;
        n1 = null;
        n2 = _head;
        n3 = _head.getNext();
        while (n3!=null){
            n2.setNext(n1);
            n1 = n2;
            n2 = n3;
            n3 = n3.getNext();
        }
        n2.setNext(n1);
        return new IntList(n2);
    }

    // --- המשך המחלקה בעמוד הבא --- //
}
```

```

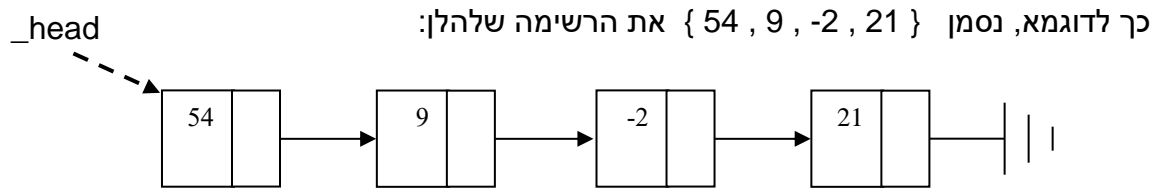
public void what(IntNode innerNode)
{
    IntNode tmp = _head;
    int f = 1;
    while (tmp!=innerNode) {
        f++;
        tmp = tmp.getNext();
    }
    int c = 1;
    if (tmp == tmp.getNext())
        c = 1;
    else{
        tmp = tmp.getNext();
        while (tmp!=innerNode) {
            c++;
            tmp = tmp.getNext();
        }
    }

    IntNode curr = innerNode.getNext();
    innerNode.setNext(null);
    IntList innerList = secret();

    int s = 0;
    tmp = curr;
    while (tmp!=null){
        tmp=tmp.getNext();
        s++;
    }
    _head = (innerList.secret())._head;
    innerNode.setNext(curr);
    tmp = _head;
    int pos = (f+s-c)/2;
    tmp = _head;
    for (int i=1; i<pos+c;i++){
        tmp = tmp.getNext();
    }
    tmp.setNext(null);
}

```

בטענות להלן, נסמן את איברי הרשימה כמספרים מופרדים בפסיקים, בתוך סוגריים מסולסלים.



#### סעיף א (4 נקודות)

אם נפעיל את השיטה **secret** על הרשימה {4, 2, 1, 3, 5}, איך תיראה הרשימה המוחזרת?  
התשובה היא:

---

#### סעיף ב (3 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. התייחסו למקרי קצה.

התשובה היא:

---



---

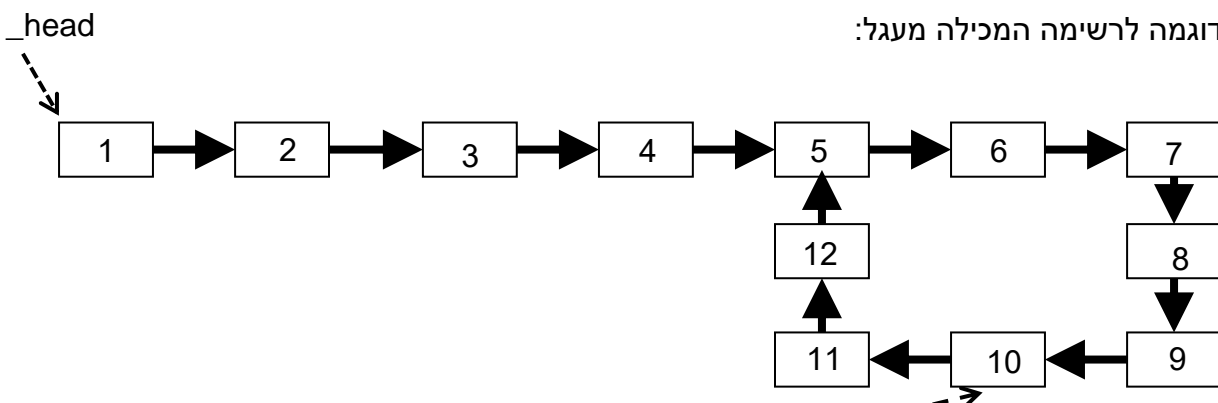


---

#### סעיף ג (6 נקודות)

בניח שהרשימה שראשה הוא head מכילה מעגל, ו- innerNode הוא מצביע על איבר שנמצא בתוך המעגל (כאן הוא מצביע על האיבר 10).

דוגמה לרשימה המכילה מעגל:



innerNode מצביע על איבר כלשהו בתוך המעגל

ציירו את הרשימה המתקבלת לאחר שמפעילים את השיטה **what** על הרשימה לעיל שראשה הוא `_head` והפרמטר `innerNode` מצביע על האיבר 10.

**התשובה היא:**

---

### **סעיף ד (5 נקודות)**

מה מבצעת השיטה **what** באופן כללי כשהיא מופעלת על רשימה כלשהי, ומקבלת כפרמטר מצביע על איבר שנמצא בתוך המעגל? 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. התייחסו למקרי קצה.

**התשובה היא:**

---

---

---

---

---

## שאלה 5 (16 נקודות)

במחלקה Q5 נתונות השיטות הסטטיות הבאות:

```
public class Q5
{
    public static int what(int[] a)
    {
        int p=0;
        for(int i=1; i<a.length; i++)
            if(a[p]<a[i])
                p=i;
        return a[p];
    }

    public static int secret(int []a, int k)
    {
        int [] temp = new int[what(a)+1];
        int i, total = 0;
        for (i=0; i<a.length; i++)
            temp[a[i]]++;
        for (i=0; i<temp.length && total<k; i++)
            total+=temp[i];
        return i-1;
    }

    public static void main (String [] args)
    {
        int []a = {71,5,2,12,84,71,85,192,71,85};
        for (int i=1; i<=a.length; i++)
            System.out.println(i+": "+secret(a, i));
    }
}
```

## סעיף א (2 נקודות)

בניח שנתון מערך חד ממדי a, שמלא במספרים שלמים. מה מבצעת השיטה secret אם נפעיל אותה עם הפרמטר שהוא המערך a? 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. התייחסו למקרי קצה.

התשובה היא:

---

---

## סעיף ב (4 נקודות)

נניח שנתון מערך חד ממדי  $a$ , שמלא במספרים **שלמים אי שיליים**. מה מבצעת השיטה `secret` אם נפעיל אותה עם הפרמטרים שהם המערך  $a$  ומספר שלם  $k$ ? 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. התייחסו למקרי קצה.

## התשובה היא:

---

### סעיף ג (10 נקודות)

אם נריץ את השיטה main, מה יודפס על הפלט? (לא בהכרח כל השורות יתמלאו)

## התשובה היא:

[illegible]

## בהצלחה!