

מבוא לתכנות  
למערכות מידע  
202-1-1041

מבוא למדעי  
המחשב  
202-1-1011

סמסטר א' תש"ע  
**בוזן אמצע – 27.11.09**

מר טל גרינשפון  
פרופ' משה זיפר  
מר שי זקוב  
ד"ר פז כרמי  
פרופ' מיכאל קודיש  
גב' אירינה רבייב  
ד"ר צחי רוזן

משך הבוחן: שלוש שעות.  
חומר עזר אסור.

בבוחן זה 5 שאלות בניקוד שונה המסתכם ב-100 נקודות. ענו על כל השאלות.

- **בשאלות התכנות**, מספר השורות העומדות לרשותכם בדף התשובות רומז על אורך הקוד הנדרש. הקפידו על כתב יד ברור. תשובות מסורבלות או ארוכות מדי לא יזכו בניקוד מלא. אין צורך להעתיק את שורות הקוד הנתונות בשאלון לדף התשובות.
  - **שימו לב:** החשיבות העליונה היא לנכונות הקוד. מאידך, יעילות וסגנון חשובים גם הם, ולכן תשובה שאינה יעילה או מסוגנת לא תזכה בציון המרבי. יש להקפיד על עימוד נכון (אינדנטציה), הוספת הערות לגבי תפקידם של משתנים נוספים עליהם הצהרתם והחזרת ערך במקום אחד בלבד בפונקציה.
  - בכל סעיף בשאלות התכנות, תשובה של "לא יודע/ת" (ללא ניסיון לפתור את השאלה/הסעיף) תזכה ב-20% מערך השאלה/הסעיף. במקרה ואינכם יודעים את הפתרון, כדאי לבחור באפשרות זו ולא לנסות לכתוב סתם שורות קוד שיובילו קרוב לוודאי לציון 0 על השאלה/סעיף.
- בדף האחרון ישנה תזכורת למספר פונקציות חשובות, בהן תוכלו להשתמש במהלך הבוחן. אנא רשמו את תשובותיכם בדף התשובות בלבד. המחברת שקיבלתם היא מחברת טיוטה והיא לא תימסר כלל לבדיקה. בסיום הבחינה נשמור אך ורק את דף התשובות. כל שאר החומר יועבר לגריסה. תכננו את הזמן כך שתספיקו להעתיק את התשובות לדף התשובות.
- הקפידו לרשום בדף התשובות גם את מספר הנבחן ואת מספר החזר בו אתם נבחנים.

**בהצלחה!**

## שאלה 1 (25 נק')

### סעיפים א.ב (10 נקודות):

נתונה מחרוזת s (ניתן להניח ש-s מכילה רק אותיות א"ב קטנות באנגלית ושאינה null). בשאלה זו אתם נדרשים להשלים בדף התשובות את הפונקציות

```
public static String leftHalf(String s) {
    String ans;

    // השלימו בדף התשובות – שאלה א1

    return ans;
}

public static String rightHalf(String s) {
    String ans;

    // השלימו בדף התשובות – שאלה ב1

    return ans;
}
```

אשר ניתן להשתמש בהן על מנת לפצל את s לחצי שמאלי וחצי ימני. יש להבטיח שהפונקציות שכתבתם תקיימנה שני תנאים:

1.  $s = \text{leftHalf}(s) + \text{rightHalf}(s)$
2.  $\text{Math.abs}(\text{leftHalf}(s).\text{length}() - \text{rightHalf}(s).\text{length}()) \leq 1$

### סעיף ג (15 נקודות):

נתונות שתי מחרוזות s1 ו-s2, ממוינות לפי סדר הא"ב (ניתן להניח ש-s1 ו-s2 יכולות להכיל רק אותיות א"ב קטנות באנגלית ושאינן null). עליכם להשלים בדף התשובות את הפונקציה הרקורסיבית

```
public static String recMerge(String s1, String s2) {
    String ans;

    // השלימו בדף התשובות – שאלה ג1

    return ans;
}
```

אשר ממוזגת את שתי המחרוזות למחרוזת אחת ממוינת המכילה את אותיות שתי המחרוזות הנתונות. לדוגמא:

```
System.out.println(recMerge ("abc", "cdef"));
```

⇒ **abccdef**

```
System.out.println(recMerge ("adf", "bce"));
```

⇒ **abcdef**

```
System.out.println(recMerge ("de", "abc"));
```

⇒ **abcde**

## שאלה 2 (20 נקודות)

בעבודה מספר 3 בחרנו לייצג נוסחת CNF של תחשיב הפסוקים כמערך דו מימדי של מספרים שלמים. להזכירכם בייצוג זה המערך

```
int[][] phi = {{1,2},{3,-1,2},{-2,4}};
```

מייצג את הנוסחה  $\phi = (x1 \vee x2) \wedge (x3 \vee \overline{x1} \vee x2) \wedge (\overline{x2} \vee x4)$

כמו כן בחרנו לייצג השמה (של ערכי אמת למשתנים) כמערך של מספרים שלמים. להזכירכם, בייצוג זה המערך

```
int[] mu={1,-2, 3};
```

מייצג את ההשמה  $\mu = \{x1 \rightarrow \text{true}, x2 \rightarrow \text{false}, x3 \rightarrow \text{true}\}$

נתונה לכם הפונקציה (שנדרשתם לממש בתרגיל 3)

```
public static int[][] substitute(int literal, int[][] phi)
```

אשר מקבלת כארגומנט מספר המייצג ליטרל (משתנה או שלילתו), וייצוג של נוסחה phi. הפונקציה מציבה את הליטרל בנוסחה ומתקבלת נוסחה חדשה השקולה לנוסחה המקורית, כך שבנוסחה החדשה לא מופיע כלל המשתנה של הליטרל. למשל:

```
int[][] phi = {{1,2},{3,-1,2},{-2,4}};
int[][] phiA = substitute(3, phi);           // phiA = {{1,2},{-2,4}}
int[][] phiB = substitute(-3, phi);         // phiB = {{1,2},{-1,2},{-2,4}}
int[][] phiC = substitute(2,phiA);         // phiC = {{4}}
int[][] phiD = substitute(-2,phiB);        // phiD = {{1},{-1}}
```

כזכור, נאמר כי ההשמה mu מספקת נוסחה phi אם phi מקבלת ערך true כאשר מציבים למשתנים שבה ערכים לפי ההשמה mu. למשל: ההשמה  $\mu = \{1, -2, 3\}$  מספקת את הנוסחה phi מהדוגמא הראשונה לעיל וגם את הנוסחה phiA, אך לא את phiB ולא את phiC וגם לא את phiD.

בשאלה זו אתם נדרשים להשלים בדף התשובות את הפונקציה

```
public static boolean satisfies(int[] mu, int[][] phi) {
    boolean ans = false;

    // השלימו בדף התשובות – שאלה 2

    return ans;
}
```

המקבלת שני ארגומנטים: השמה mu ונוסחה phi. על הפונקציה להחזיר ערך true אם ורק אם ההשמה mu מספקת את הנוסחה phi. יש להניח כי mu ו-phi אינן null ומייצגות השמה ונוסחה חוקיות.

רמז: זו הפונקציה שהתבקשתם לכתוב במטלה 4.5 של תרגיל 3. יש להשתמש בפונקציה substitute (אך אין צורך לממשה). לא ניתן להשתמש בפונקציות אחרות מתרגיל 3.

### שאלה 3 (15 נק')

נתונה הפונקציה הבאה הממיינת מערכים של מספרים שלמים:

```
public static void insertionSort(int[] arr) {
    for (int i = 1; i < arr.length; i = i + 1)
        insert(arr, i);
}
```

הפונקציה insert נתונה גם:

```
public static void insert(int[] arr, int i) {
    int value = arr[i];
    while (i > 0 && arr[i - 1] > value) {
        arr[i] = arr[i - 1];
        i = i - 1;
    }
    arr[i] = value;
}
```

ניתן להניח ש-insert נכונה.

עבור הלולאה שבפונקציה insertionSort עליכם לסמן תנאי קדם (precondition), טענה נשמרת (invariant), ותנאי בטר (postcondition) אשר ניתן להוכיחם יחדיו, כלומר ניתן להוכיח:

1. precondition  $\Rightarrow$  invariant
2.  $G \wedge$  invariant  $\Rightarrow$  invariant'
3.  $\neg G \wedge$  invariant  $\Rightarrow$  postcondition

$G$  הינו תנאי הלולאה,  $\neg G$  פירושו "תנאי הלולאה לא מתקיים", 'invariant' הינה הטענה הנשמרת בסוף צעד לולאה. ניתן להניח שהמערך arr אינו ריק.

(א) תנאי קדם - precondition (סמנו אחד בדף התשובות):

1.  $arr.length > 0, i > 0$
2.  $arr.length > 0, i = 1$
3.  $arr.length > i$
4. arr מכיל ערכים חיוביים בלבד,  $arr.length > 0$

(ב) טענה נשמרת - invariant (סמנו אחת בדף התשובות):

1. קבוצת האיברים  $[0..i]$  במערך arr ממוינת,  $0 \leq i \leq arr.length$
2. קבוצת האיברים  $[0..i]$  במערך arr ממוינת,  $i \leq arr.length - 1$
3. קבוצת האיברים  $[i..arr.length - 1]$  במערך arr אינה ממוינת
4. קבוצת האיברים  $[0..i]$  במערך arr ממוינת וכל האיברים בקבוצה  $(i..arr.length)$  גדולים מכל האיברים בקבוצה  $[0..i]$

(ג) תנאי בטר - postcondition (סמנו אחד בדף התשובות):

1. קבוצת האיברים  $[0..i]$  במערך arr ממוינת
2. קבוצת האיברים  $[0..i']$  במערך arr ממוינת
3. קבוצת האיברים  $[0..arr.length]$  במערך arr ממוינת
4. קבוצת האיברים  $[0..arr.length]$  במערך arr ממוינת

הסימון  $[x..y]$  מסמן תחום בין x ל-y הכולל את x אך לא כולל את y. תשובה נכונה בכל אחד מהסעיפים תזכה ב-3 נקודות, אך תשובות נכונות בכל הסעיפים יחדיו יזכו ב-15 נקודות. ניתן לכתוב ליד הסעיף הערת "לא יודע/ת" (ללא סימון תשובה) ולקבל נקודה אחת (במקום 3) על כל אחד מהסעיפים. לדוגמא: תשובה נכונה בסעיפים א' ו-ג' והערת "לא יודע" בסעיף ב' מזכה ב-7 נקודות.

## שאלה 4 (20 נק')

בשאלה זו נייצג מספר (לא שלילי) בן  $n$  ספרות בבסיס  $base$  כמערך מסוג  $int[]$  באורך  $n$  כאשר הספרה המשמעותית ביותר (most significant digit) הינה במקום ה-0 והספרה המשמעותית פחות (least significant digit) הינה במקום ה- $(n-1)$  במערך.

למשל, המספר 11 בבסיס 2 ב-5 ספרות מיוצג על ידי המערך

0	1	0	1	1
---	---	---	---	---

עליכם להשלים בדף התשובות את הפונקציה

```
public static int[] decrement(int[] a, int base) {
    int[] ans = new int[a.length];

    // השלימו בדף התשובות – שאלה 4

    return ans;
}
```

אשר מקטינה את ערך המספר המיוצג ע"י המערך  $a$  ב-1 (באופן מעגלי), כאשר הערך הוא בבסיס  $base$ .

דוגמאות:

$base$	$a$		$decrement(a, base)$
10	0 0 7	→	0 0 6
10	1 1 0 0	→	1 0 9 9
5	2 0 2 0 0	→	2 0 1 4 4
8	0 0 0	→	7 7 7

בכתיבת הפונקציה ניתן להניח כי  $a$  אינו null וכי הוא מכיל רק ספרות חוקיות (לפי בסיס  $base$ ).

## שאלה 5 (20 נק')

השלימו בדף התשובות את התוכנית

```
public static boolean splitEqualMult(int[] nums) {
    return splitEqualMult (nums, _____ שאלה 5א –);
}
```

```
public static boolean splitEqualMult(int[] nums, _____ שאלה 5ב –) {
    boolean ans;
```

```
    // השלימו בדף התשובות – שאלה 5ג
```

```
    return ans;
```

```
}
```

הפונקציה `splitEqualMult(int[] nums)` מקבלת מערך של מספרים שלמים `nums` ובודקת האם ניתן לחלק את כל איברי המערך לשתי קבוצות כך שמכפלת המספרים בקבוצה האחת תהיה שווה למכפלת המספרים בקבוצה השנייה. כל מספר במערך `nums` יופיע רק באחת מבין שתי הקבוצות: בקבוצה האחת או בקבוצה השנייה. הפונקציה מחזירה ערך אמת (`boolean`): `true` – במידה וקיימת חלוקה כזאת, `false` – אחרת.

הניחו שמכפלה של קבוצת איברים ריקה היא 1, ומכפלה של קבוצת איברים בעלת איבר יחיד היא ערך האיבר.

עליכם להשתמש בתבנית הנתונה ולהגדיר פונקצית עזר רקורסיבית `splitEqualMult` אשר מקבלת את `nums` ועוד פרמטרים נוספים.

דוגמאות לתוצאות ריצה:

```
int[] test1 = {2,6,3}, test2 = {2,0,0}, test3 = {2,5,3}, test4 = {-1,-4,4};
System.out.println(splitEqualMult(test1)); → true {2,3} ו- {6} שיש חלוקה ל-
System.out.println(splitEqualMult(test2)); → true {2,0} ו- {0} שיש חלוקה ל-
System.out.println(splitEqualMult(test3)); → false מכיוון שאין חלוקה
System.out.println(splitEqualMult(test4)); → true {-1,-4} ו- {4} שיש חלוקה ל-
```

רמז: השתמשו בפרמטרים של פונקצית העזר על מנת לעקוב אחר מכפלות המספרים בקבוצות.

## בהצלחה!

## שיטות במחלקה String:

- int **length()**  
שיטה במחלקה String המחזירה את אורך המחרוזת
- int **indexOf(char c)**  
שיטה במחלקה String המחזירה את האינדקס הראשון במחרוזת, בו מופיע התו c, או -1 אם c לא מופיע כלל במחרוזת
- char **charAt(int index)**  
שיטה במחלקה String המחזירה את התו במיקום index במחרוזת
- String **substring(int beginIndex, int endIndex)**  
שיטה במחלקה String, המחזירה מחרוזת חדשה שהיא תת מחרוזת של עצם המפתח, החל מהמיקום ה- beginIndex (כולל) ועד המיקום endIndex (לא כולל).

## פונקציות במחלקה Math:

- double **Math.pow(double a, double b)**  
של פונקציה המחזירה את הערך a בחזקת b
- double **Math.sqrt(double a)**  
פונקציה המחזירה את השורש הריבועי החיובי של a
- double **Math.abs(double a)**  
פונקציה המחזירה את ערכו המוחלט של a
- int **Math.abs(int a)**  
פונקציה המחזירה את ערכו המוחלט של a
- double **Math.min(double a, double b)**  
פונקציה המחזירה את הערך המינימלי מבין a, b
- int **Math.min(int a, int b)**  
פונקציה המחזירה את הערך המינימלי מבין a, b
- double **Math.max(double a, double b)**  
פונקציה המחזירה את הערך המקסימלי מבין a, b
- int **Math.max(int a, int b)**  
פונקציה המחזירה את הערך המקסימלי מבין a, b
- double **Math.random()**  
פונקציה המחזירה מספר רנדומאלי  $r$ ,  $0 \leq r < 1$