

מבוא לתכנות למערכות מידע
202-1-104-1

מבוא למדעי המחשב
202-1-101-1

סמסטר ב', תשס"ז, 2006/7

בחינת מועד א'

ד"ר צחי רוזן
גב' ילנה אנוב
גב' תמר פנחס

משך הבחינה: שעתיים וחצי
חומר עזר: אסור

בבחינה 4 שאלות. ענו על כולן: הניקוד מסתכם ב-100 נקודות.

בשאלות התכנות החשיבות העליונה בד"כ היא על נכונות הקוד, מאידך, יעילות וסגנון חשובים גם הם, ולכן תשובה יעילה ומסוגננת תזכה בציון גבוה יותר מאשר תשובה מסורבלת או ארוכה מדי.

בכל השאלות אתם רשאים להשתמש בסעיפים קודמים, אם כי לא בהכרח תזדקקו לכך. אתם רשאים לעשות זאת אפילו אם לא עניתם על הסעיפים האמורים.

לבחינה מצורף בסופה דף תשובות. רשמו את תשובותיכם אך ורק בדף התשובות במקומות המיועדים. המחברת שקיבלתם היא מחברת טיוטה בלבד, והיא וטופס הבחינה עצמו לא יימסרו כלל לבדיקה.

הקפידו על כתב יד ברור.

הקפידו לרשום את מספר הנבחן על דף התשובות.

בהצלחה!

שאלה 1 (35 נקודות)

בשאלה זו אתם מתבקשים להשלים מחלקה עם מספר שיטות סטטיות שמבצעות יחד מיון.

אסור להוסיף למחלקה לא שדות ולא שיטות מעבר למה שמוכתב או מוגדר במפורש. במימוש השיטות הניחו שהפרמטרים תקינים ואינם null.

במהלך הסמסטר ראינו כמה דרכים למיון מערכים. להלן דרך נוספת:


נניח שאנו רוצים למיין קטע (יתכן ריק) של מערך.

- אם הקטע מכיל איבר בודד או אפס איברים, הקטע ממיון. נסיים.
- אחרת,
- נביא את האיבר x , הראשון בקטע, למקומו הנכון בקטע, p .
- נסדר את שאר האיברים בקטע כך שמשמאל ל- p יהיו רק איברים קטנים מ- x ומימין ל- p יהיו רק איברים גדולים מ- x .
- נמיין בצורה רקורסיבית את הקטע שמימין ל- p .
- נמיין בצורה רקורסיבית את הקטע שמשמאל ל- p .
- ונסיים.


לדוגמה, נניח שאנו רוצים למיין את הקטע הבא של מערך נתון:

[6, 8, 4, 3, 7, 2, 9, 5]

כפי שניתן לראות האיבר הראשון, 6, הוא החמישי בגודלו בקטע ולכן מקומו הנכון הוא במקום החמישי, היכן שהמספר 7 עומד. כדי להציב אותו במקומו הנכון נחליף את מקומו עם זה של 7 כלהלן:


[7, 8, 4, 3, 6, 2, 9, 5]

עתה, מכיוון ש-6 נמצא במקומו, מספר האיברים שלשמאלו של 6 שגדולים ממנו (7 ו-8) חייב להיות שווה למספר האיברים שלימינו של 6 שקטנים ממנו (2 ו-5). נחליף, אם כך, למשל, את מקומו של 7 עם מקומו של 5 ואת מקומו של 8 עם מקומו של 2, ונקבל מצב בו כל המספרים שמשמאלו של 6 קטנים מ-6 וכל אלה שמימין ל-6 גדולים ממנו, כלהלן:


[5, 2, 4, 3, 6, 8, 9, 7]

נמיין עתה באופן רקורסיבי את הקטע [5, 2, 4, 3] שלשמאלו של 6 ואת הקטע [8, 9, 7] שלימינו של 6 ונקבל מיון של הקטע המקורי כולו.

המחלקה הבאה מכילה ארבע שיטות סטטיות שביחד מבצעות מיון של קטע של מערך כמתואר למעלה:

```
public class Sort {
    public static void sort (int [] arr, int left, int right) {
        ...
    }
    private static int place (int [] arr, int left, int right) {
        ...
    }
    private static void arrange (int [] arr, int left, int mid, int right) {
        ...
    }
    private static void swap (int [] arr, int p, int q) {
        ...
    }
}
```

השיטה sort מקבלת כפרמטר מערך arr ושני אינדקסים left ו-right, וממיינת בצורה רקורסיבית את המערך בקטע שבין left ל-right, כולל, כמתואר למעלה. היא משתמשת בשיטות place ו-arrange שמתוארות מיד בהמשך.

השיטה place מקבלת כפרמטר מערך arr ושני אינדקסים $left \leq right$, ומכניסה את האיבר שב- left למקומו הנכון בקטע המערך שבין left ל-right, כולל, כמתואר למעלה. השיטה מחזירה את האינדקס של המקום אליו היא הכניסה את האיבר הנ"ל.

השיטה arrange מקבלת כפרמטר מערך arr ושלושה אינדקסים $left \leq mid \leq right$. היא מניחה שהאיבר ב- mid נמצא במקומו הנכון בקטע המערך שבין left ל-right, כולל, ומסדרת את שאר האיברים שבקטע כך שמימין ל- mid יהיו רק איברים שגדולים מהאיבר שב- mid, ומשמאל רק איברים קטנים ממנו, כמתואר למעלה.

השיטה swap משמשת להחלפה בין שני תאים במערך נתון. היא מקבלת כפרמטר מערך ושני אינדקסים, ומחליפה בין התאים באינדקסים הנ"ל. שימו לב: אין צורך להשלים את השיטה בדף התשובות, והיא מובאת כאן רק לצורך שימושן של השיטות place ו-arrange.

סעיף א' (15 נקודות)

השלימו בדף התשובות את השיטה sort.

סעיף ב' (10 נקודות)

השלימו בדף התשובות את השיטה place.

סעיף ג' (10 נקודות)

השלימו בדף התשובות את השיטה arrange.

שאלה 2 (15 נקודות)

בשאלה זו אתם מתבקשים להשלים שיטה סטטית רקורסיבית אחת.

אין להוסיף שיטות עזר. במימוש השיטה הניחו שהפרמטרים תקינים ושונים מ-null.

תת מחרוזת של מחרוזת s היא מחרוזת שמתקבלת מ- s ע"י השמטה של אוסף תווים כלשהו (יתכן ריק) מ- s . לדוגמה, "", "3", ו-"24" הן תתי מחרוזות של "234", שהתקבלו מ-"234" ע"י השמטת כל התווים, השמטת התווים '2' ו-'4', והשמטת התו '3', בהתאמה.

להלן הרשימה המלאה של תתי המחרוזות של "234":

```
"234", "34", "4", "", "3", "24", "2", "23"
```

שימו לב: על פי ההגדרה s היא תת מחרוזת של עצמה, ותת המחרוזת היחידה של המחרוזת הריקה היא המחרוזת הריקה עצמה.

השלימו בדף התשובות את הפונקציה הרקורסיבית הבאה כך שתדפיס את כל תתי המחרוזות של מחרוזת s ללא חזרות כאשר היא נקראת לראשונה ע"י `subs(s, 0)`.

```
private static void subs (String s, int x) {  
    ...;  
    for (...)  
        ...;  
}
```

רמז: כדי ליצור את כל תתי המחרוזות של מחרוזת נתונה s באמצעות השמטה של תווים מ- s ניתן לנקוט בכלל הרקורסיבי הבא: כל תתי המחרוזות של s הם s עצמה וכל תתי המחרוזות של כל אחת מתתי המחרוזות המיידיות של s , כאשר תת מחרוזת מיידית של s מתקבלת מ- s ע"י השמטת אחד ורק אחד מהתווים של s . הבעיה עם הכלל הנ"ל שהוא יוצר חזרות. השתמשו בפרמטר x כדי להימנע מהחזרות האלה.

שימו לב: תשובה נכונה תתקבל במלואה **ללא** חשיבות לסדר ההדפסה של תתי המחרוזות.

בתשובתכם את רשאים להשתמש בשיטות הבאות של `String`:

- `String substring(int i, int j)` – מחזירה תת מחרוזת של עצם הנושא החל מהאינדקס i ועד האינדקס j , כולל את i ו**לא** כולל את j .
- `String substring(int i)` – מחזירה תת מחרוזת של עצם הנושא החל מהאינדקס i ועד סופו, כולל.
- `char charAt(int i)` – מחזירה את התו ה- i של עצם הנושא.

שאלה 3 (20 נקודות)

בשאלה זו אתם מתבקשים להשלים שתי שיטות של המחלקה Link, כפי שהיא מוגדרת בהמשך.

אסור להוסיף למחלקה Link לא שדות ולא שיטות מעבר למה שמוכתב או מוגדר במפורש. במימוש השיטות הניחו שהפרמטרים תקינים ושונים מ-null.

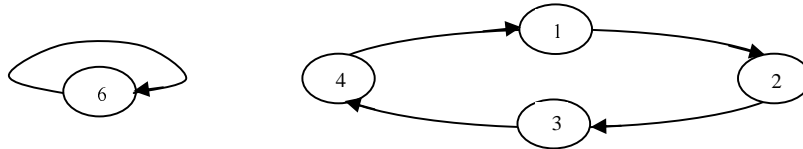
סעיף א' (10 נקודות)

להלן הגדרה מצומצמת של המחלקה Link (ביחס להגדרה המורחבת יותר שניתנה בכיתה):

```
public class Link {  
    private Object data;  
    private Link next;  
}
```

הניחו שהחוליות משמשות לייצוג של רשימות מעגליות.

למשל, הציור שלמטה מימין מייצג את הרשימה המעגלית <4, 1, 2, 3>, כאשר האליפסות הן חוליות, החצים הם ערכי השדות next, והמספרים הם האובייקטים של שדות ה-data. הציור שלמטה משמאל מייצג את הרשימה המעגלית <6>.



לשם פשטות הניחו שכל חוליה ברשימות המעגליות אליהן נתייחס מכילה אובייקט ייחודי (עפ"י ההגדרה של equals), ושבאיזושהי דרך פלאית התכונה הזו מתקיימת תמיד.

הוסיפו בדף התשובות את השיטה הבאה למחלקה Link:

```
private Link whereIs (Object x)
```

על השיטה לקבל כפרמטר אובייקט x, לחפש ברשימה שעצם הנושא חבר בה אובייקט השווה ל-x (עפ"י ההגדרה של equals), ובמידה ונמצא אובייקט כזה, להחזיר את החוליה שלפניו, אחרת להחזיר null.

למשל, בהתייחס למעגל שבציור למעלה מימין, אם ה-x הנדרש הוא 3, ועצם הנושא הוא החוליה שמכילה את 4, על השיטה להחזיר את החוליה שמכילה את 2. לעומת זאת, אם ה-x המבוקש הוא 5, על השיטה להחזיר null.

שימו לב שאותן תוצאות צריכות להתקבל גם כשעצם הנושא הוא כל אחד מהחוליות האחרות של הרשימה.

להזכירכם, הכתובת של עצם הנושא נתונה ע"י this.

סעיף ב' (10 נקודות)

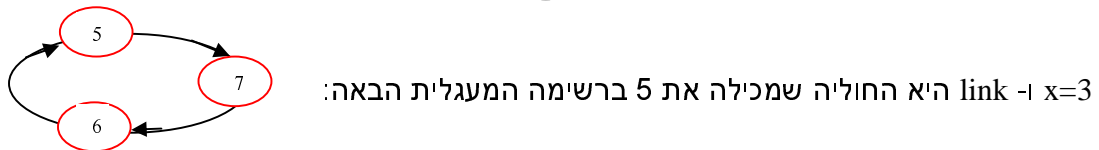
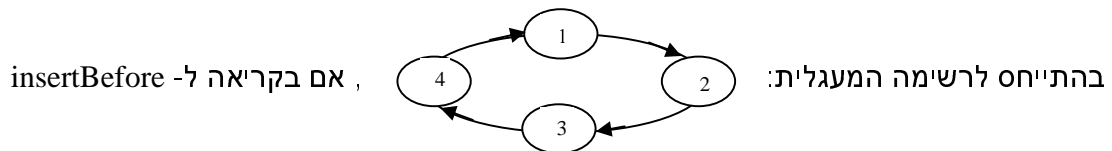
הוסיפו למחלקה Link המוגדרת בסעיף א' את השיטה הבאה:

```
public void insertBefore (Object x, Link link)
```

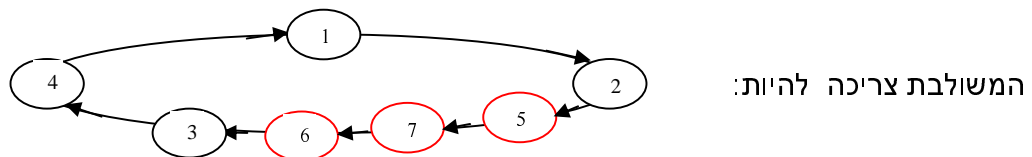
על השיטה לקבל כפרמטר אובייקט x וחוליה link החברה ברשימה מעגלית כלשהי, ולשלב את הרשימה המעגלית ש-link חברה בה בתוך הרשימה המעגלית שעצם הנושא חבר בה (הגדרה מדויקת מיד בהמשך).

אם x אינו מופיע ברשימה המעגלית שעצם הנושא חבר בה, אין לבצע את השילוב, ועל הרשימה המעגלית שעצם הנושא חבר בה להישאר ללא שינוי.

להגדרת אופן ההכנסה המדויק נא עיינו בדוגמה הבאה:



אז גם בלי קשר לשאלה מי מבין החוליות של הרשימה הראשונה היא עצם הנושא, הרשימה



אם לעומת זה השיטה נקראת עם x=5, אין לבצע שילוב ועל הרשימה המעגלית שעצם הנושא חבר בה להישאר כמות שהייתה.

הניחו ששתי הרשימות זרות. כלומר, שאין להן שום חוליה משותפת.

רשמו את תשובתכם בדף התשובות.

שאלה 4 (30 נקודות)

שאלה זו עוסקת בעצמים. בשאלה אתם מתבקשים להשלים שלוש מחלקות הקשורות זו בזו, כפי שהן מוגדרת בהמשך.

אסור להוסיף לממשקים הציבוריים של המחלקות הנ"ל דבר מעבר למה שמוכתב או מוגדר במפורש. לעומת זאת, לצורך מילוי המשימות, אתם **רשאים** להוסיף למחלקות שדות ושיטות פרטיים כרצונכם. במימוש השיטות הניחו שהפרמטרים תקינים ושונים מ-`null`.

סעיף א' (10 נקודות)

להלן הגדרה של הממשק `Iterator` במשמעותו המקובלת מותאם לערכים שלמים:

```
public interface Iterator {
    boolean hasNext ();
    int next ();
}
```

להלן ההגדרה של הממשק `Function` מתרגיל 5 מותאם לערכים שלמים:

```
public interface Function {
    int mapOf (int x);
}
```

להזכירכם, `mapOf(x)` מחשבת את הערך של הפונקציה בנקודה `x`.

שורשים של פונקציה מתמטית הם הערכים עבורם הפונקציה מתאפסת. למשל השורשים של הפונקציה $x^2 - 4$ הם 2 ו- -2 .

השורשים של פונקציה מתמטית **בתחום מסוים** הם השורשים של הפונקציה בתחום המסוים. למשל, השורשים של הפונקציה $x^2 - 4$ בתחום $[-3..7]$ הם כל שורשי הפונקציה -2 ו- 2 , השורשים של $x^2 - 4$ בתחום $[0..7]$ הם 2 בלבד, ובתחום $[3..33]$ הם הקבוצה הריקה.

השלימו את המחלקה הבאה בדף התשובות:

```
public class RootsIterator implements Iterator
```

המחלקה מגדירה איטראטורים למעבר על שורשים של פונקציות מתמטיות בתחום נתון וקבוע מראש בזמן היצירה. למשל, איטראטור שיעבור על השורשים של הפונקציה $x^2 - 4$ בתחום $[-3..7]$, כלומר על -2 ו- 2 , או איטראטור שיעבור על השורשים של הפונקציה בתחום $[0..7]$, כלומר ייתן את השרש היחיד שלה 2 בתחום, או אפילו איטראטור שיעבור, באופן ריק, על הקבוצה הריקה של השורשים של הפונקציה בתחום $[3..33]$.

רמז: הגדירו למחלקה בנאי שמקבל כפרמטר פונקציה `f` מסוג `Function` ושני שלמים `lb` ו-`ub` שיגדירו את התחום $[lb..ub]$ של השורשים של `f` שעל האיטראטור לעבור עליהם.

במהלך התשובה **אין** להשתמש במערכים או בכל סוג אחר של אוספי נתונים, כמו רשימות מקושרות וכדומה.

סעיף ב' (10 נקודות)

להלן הגדרה של הממשק Iterable במשמעותו המקובלת מותאם לתחום של ערכים שלמים:

```
public interface Iterable {
    Iterator iterator (int lb, int ub);
}
```

כלומר, הפונקציה iterator הנ"ל, שלא כמו בהגדרה המקובלת, צריכה לספק Iterator שמתייחס רק לתחום של ערכים, $[lb..ub]$, ולא לכל הערכים האפשריים כולם של האובייקט שיוצר אותו.

השלימו בדף התשובות את המחלקה האבסטרקטית הבאה, בהתאם להגדרות שכאן ובסעיף א':

```
public abstract class Func implements Function, Iterable
```

המחלקה צריכה לשמש בסיס להרחבה עבור מחלקות של פונקציות מתמטיות מסוגים שונים.

הוסיפו למחלקה שיטה מהצורה:

```
public int max (int lb, int ub)
```

על השיטה להחזיר את הערך המקסימאלי של עצם הנושא בתחום $[lb..ub]$.

ממשו במחלקה כל מה שמתחייב מההגדרה שלה, לא מומש עדיין, וניתן למימוש.

סעיף ג' (10 נקודות)

תהיינה $f(x)$ ו- $g(x)$ שתי פונקציות מתמטיות (כך שהטווח של f הוא התחום של g). הרכבה של $g \circ f, f^{-1} \circ g$, היא גם כן פונקציה המוגדרת ע"י $(g \circ f)(x) = g(f(x))$.

למשל, אם g היא $x^2 - 4$ ו- f היא $x + 2$, ההרכבה של $f^{-1} \circ g, g \circ f$, היא $(x + 2)^2 - 4$.

השלימו את המחלקה הבאה בדף התשובות, בהתאם להגדרות של סעיפי השאלה הקודמים, כך שתייצג פונקציות שמתקבלות מהרכבה של שתי פונקציות מסוג Function:

```
class CompositeFunc extends Func
```

הוסיפו למחלקה בנאי פשוט, שמקבל כפרמטרים את ערכי השדות של המחלקה ומאתחל אותם.

הוסיפו למחלקה את השיטה equals באמצעות דריסת ה- equals של Object.

מספר נבחן: _____

מבוא לתכנות למערכות מידע
202-1-104-1

מבוא למדעי המחשב
202-1-101-1

סמסטר ב', תשס"ז, 2006/7

בחינת מועד א'

דף תשובות

שאלה 1 סעיף א' (15 נקודות)

```
public static void sort (int [] arr, int left, int right) {
```

```
}
```

שאלה 1 סעיף ב' (10 נקודות)

```
private static int place (int [] arr, int left, int right) {  
  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
  
}
```

שאלה 1 סעיף ג' (10 נקודות)

```
private static void arrange (int [] arr, int left, int mid, int right) {  
  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
_____  
  
}
```

שאלה 2 (15 נקודות)

```
public static void subs (String s, int x) {  
    _____;  
    for ( _____ )  
        _____;  
}
```

שאלה 3 סעיף א' (10 נקודות)

```
public Link whereIs (Object x) {  
    _____  
    _____  
    _____  
    _____  
    _____  
    _____  
    _____  
    _____  
    _____  
    _____  
    _____  
}
```

שאלה 3 סעיף ב' (10 נקודות)

```
public void insertBefore (Object x, Link list) {
```

```
}
```

שאלה 4 סעיף א' (10 נקודות)

```
public class RootsIterator implements Iterator {
```

```
}
```