

קראו בעיון את ההנחיות שלהלן:

- בבחינה יש שלוש שאלות. עליכם לענות על כולן.
 - 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.
 - בכל השאלות ניתן להניח כי הקלט תקין, אלא אם כן מצוין אחרת.
 - בכתיבת התכניות יש להשתמש רק במרכיבי השפה שנלמדו בקורס זה.
- **שימו לב, כל התשובות לשאלות צריכות להיכתב על גבי שאלון הבחינה. תשובה שתיכתב במקום אחר לא תיבדק!**

חומר עזר המותר בשימוש הוא:

1. חוברת השקפים של הקורס

2. ספר הלימוד Java Software Solutions

אסור להשתמש במחשב מכל סוג שהוא!

שאלה 1 - 60 נקודות

בשאלה זו נספק לכם מספר מחלקות שלמות ומספר מחלקות שאתם תצטרכו להשלימן לפי המתואר להלן. **ההשלמה חייבת להיעשות בגוף השאלון ולא במחברת הבחינה!**

השיטות הכתובות בתיאור המחלקה ממומשות כבר. כלומר, כשכתוב {...} הכוונה היא שגוף השיטה כתוב ואינכם צריכים להשלימו. אתם יכולים להניח שהשיטה נכונה ומתבצעת כמתואר. שימו לב שעליכם להתייחס לשמות של התכונות, הפרמטרים והשיטות בדיוק כפי שהם מופיעים בחלקי הקוד הנתונים לכם.

לא תמיד מספר הקווים המופיעים הוא בדיוק מספר השורות שאתם צריכים להשלים. לפעמים אפשר להסתפק בפחות שורות. אל דאגה, זו לא טעות. כמו כן, אין צורך להתייחס לאורך השורה. סימנו אותה ארוכה כדי לעזור לכותבים בכתב גדול. לא לשכוח סימני פיסוק, אם צריך.

שימו לב, הפתרונות לשאלות אינם תלויים זה בזה, וניתן לפתור כל אחת מהשאלות, גם אם לא פתרם את קודמותיה.

אפשר להתייחס לתמונה כאל שריג (grid) של נקודות צבעוניות. כל נקודה כזו נקראת פיקסל (pixel). בשאלה זו אנו נייצג פיקסל על-ידי חלוקתו לשלושה מרכיבי צבע: **אדום Red**, **ירוק Green** ו**כחול Blue** (RGB).

העוצמה (intensity) של כל רכיב מיוצגת על ידי מספר שלם בין 0 ל-255, והשילוב של שלושת הרכיבים קובעת את הצבע של הפיקסל.

לדוגמא, שלישית ה-RGB (0, 0, 255) היא אדום, (0, 127, 255) היא כתום ו-(255, 255, 255) היא לבן.

סעיף א – 30 נקודות

עליכם לכתוב את המחלקה `RGBColor` שמייצגת שלישית צבע RGB, לפי המתואר להלן:

למחלקה `RGBColor` יש את התכונות הפרטיות (instance variables) הבאות:

- `int _red` – שמייצגת את העוצמה של הצבע האדום;
- `int _green` – שמייצגת את העוצמה של הצבע הירוק;
- `int _blue` – שמייצגת את העוצמה של הצבע הכחול;

למחלקה `RGBColor` הוגדרו שלושה **בנאים** (constructors):

- האחד - בנאי ריק היוצר את הצבע השחור (אדום=ירוק=כחול=0).

```
public RGBColor()
```

- השני - בנאי המקבל שלושה פרמטרים המהווים את ערכי שלושת הצבעים שיהיו לשלישית הצבע.

```
public RGBColor(int red, int green, int blue)
```

אם אחד (לפחות) מהפרמטרים לא בתחום הערכים המותר, יבנה אובייקט עם הצבע השחור (אדום=ירוק=כחול=0).

- השלישי - בנאי העתקה המקבל שלישיית צבע אחרת, ומעתיק את ערכיה.

```
public RGBColor(RGBColor other)
```

בנוסף הוגדרו במחלקה השיטות הציבוריות:

- שיטות האחזור:

int getRed()	○	המחזירה את הערך של הצבע האדום.
int getGreen()	○	המחזירה את הערך של הצבע הירוק.
int getBlue()	○	המחזירה את הערך של הצבע הכחול.

- השיטות הקובעות:

void setRed (int num)	○	המשנה את ערכו של הצבע האדום להיות num.
void setGreen (int num)	○	המשנה את ערכו של הצבע הירוק להיות num.
void setBlue(int num)	○	המשנה את ערכו של הצבע הכחול להיות num.

בשלוש השיטות, אם הערך שהוכנס כפרמטר אינו חוקי הצבע לא ישתנה, ולא יבוצע כלום.

- השיטה toString שמחזירה את תוכן האובייקט כמחרוזת תווים בצורת שלשה של מספרים שלמים מופרדים בפסיקים בתוך סוגריים עגולים - (red,green,blue). כך, המחרוזת (255,127,0) מייצגת את שלישיית הצבע שערך האדום שלה הוא 255, ערך הירוק הוא 127 וערך הכחול שלה הוא 0. שימו לב לדייק במחרוזת לפי הכתוב כאן. ללא רווחים וללא תווים נוספים.

- boolean equals (RGBColor other) – שיטה שמקבלת אובייקט מסוג RGBColor כפרמטר ומחזירה האם שלישיית הצבע שעליה הופעלה השיטה ושלישיית הצבע שהתקבלה כפרמטר זהות.

- void mix (RGBColor other) - שיטה שמקבלת אובייקט מסוג RGBColor בשם other כפרמטר ומשנה את ערכי השלישייה עליה הופעלה השיטה להיות הצבע המתקבל מערבוב שני הצבעים (של הצבע עליו הופעלה השיטה והצבע שהועבר כפרמטר). ערבוב הצבעים נעשה על ידי ממוצע של כל אחד מהרכיבים. שימו לב שכאשר הממוצע הוא שבר (למשל 113.5) אתם צריכים לקחת רק את החלק השלם של הערך החדש (למשל 113).

לדוגמא, אם הצבע עליו מופעלת השיטה הוא אדום (255,0,0) והצבע שהתקבל כפרמטר הוא ירוק (0,255,0) אז הצבע המתקבל מהערבוב הוא צהוב (127,127,0) והוא יהיה מעתה הצבע של האובייקט עליו מופעלת השיטה.

- `double convertToGrayscale()` - שיטה שמחזירה את הערך האפור של שלישית הצבע. הערך האפור נקבע כ- 30% מהצבע האדום + 59% מהצבע הירוק + 11% מהצבע הכחול.
- `void invert()` - שיטה שמשנה את הצבע של השלישייה על ידי החלפה של כל אחד מערכי הרכיבים במשלים שלו ל-255.

לדוגמא: ערכי ה-RGB של (0,1,2) יוחלפו ל-(255,254,253).

השלימו את מימוש המחלקה `RGBColor` להלן:

```
public class RGBColor
{
    private final int MAX_COLOR = 255;
    private int _____;

    public RGBColor()
    {
        _____
        _____
        _____
    }

    public RGBColor(RGBColor other)
    {
        _____
        _____
        _____
    }

    public RGBColor(int red, int green, int blue) {...}
```

```

public int getRed()
{
    _____
}

public int getGreen()      {...}
public int getBlue()       {...}

public void setRed (int num) {...}
public void setGreen (int num)  {...}
public void setBlue (int num)   {...}

public void invert()
{
    _____
    _____
    _____
}

public void mix(RGBColor other)
{
    _____
    _____
    _____
}

public double convertToGrayscale()
{
    _____
    _____
    _____
}

```

```

public boolean equals(IColor other)
{
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
}

public String toString()
{
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
}
}

```

סעיף ב – 30 נקודות

נניח תמונה צבעונית בעזרת מערך דו-ממדי של אובייקטים מהמחלקה `IColor`. כל נקודה בתמונה היא פיקסל (`pixel`) המייצג את הצבע בקואורדינטה בודדת. הייצוג נעשה בדרך המקובלת: בתמונה שיש בה n שורות ו- m עמודות, השורות ממוספרות $0 \dots n-1$ מלמעלה למטה והעמודות ממוספרות $0 \dots m-1$ משמאל לימין.

עליכם לממש ב- Java את המחלקה `RGBImage` לפי הסעיפים להלן:
שימו לב שהפירוט מכיל רק את השיטות הציבוריות. אתם יכולים להוסיף שיטות נוספות פרטיות כרצונכם.

- הגדרת התכונה של המחלקה – שהיא מערך דו-ממדי של אובייקטים מהמחלקה `RGBColor`.

- שלושה בנאים כדלקמן :

- בנאי היוצר תמונה שחורה חדשה בגודל לפי מספר השורות והעמודות שהתקבלו כפרמטרים.

```
public RGBImage(int rows, int cols)
```

- בנאי היוצר תמונה חדשה שזהה למערך של הפיקסלים שניתן לו כפרמטר.

```
public RGBImage(RGBColor[] [] pixels)
```

- בנאי העתקה המקבל תמונה אחרת, ומעתיק את ערכיה.

```
public RGBImage(RGBImage other)
```

השיטות הבאות :

- `public int getHeight ()` – שיטה המחזירה את הגובה של התמונה בפיקסלים (מספר השורות).

- `public int getWidth ()` – שיטה המחזירה את הרוחב של התמונה בפיקסלים (מספר העמודות).

- `public RGBColor getPixel (int row, int col)` – שיטה המקבלת קואורדינטות בתמונה, ומחזירה את הפיקסל שנמצא בקואורדינטות אלו. אם הקואורדינטות מחוץ לתמונה, יוחזר פיקסל שחור.

- `public void setPixel (int row, int col, RGBColor pixel)` – שיטה המקבלת קואורדינטות בתמונה ושלושת צבע (פיקסל), וקובעת פיקסל זה להיות בקואורדינטות שהתקבלו כפרמטרים. אם הקואורדינטות הן מחוץ לגודל התמונה, לא עושים כלום.

- `public boolean equals (RGBImage other)` – שיטה שמקבלת תמונה כפרמטר ומחזירה האם התמונה שעליה הופעלה השיטה והתמונה שהתקבלה כפרמטר זהות.

- `public void flipHorizontal ()` – שיטה שהופכת את התמונה עליה הופעלה השיטה סביב הציר האופקי. השורה הראשונה הופכת להיות השורה האחרונה, השניה הופכת להיות השניה מהסוף וכד'.

- `public void flipVertical ()` – שיטה שהופכת את התמונה עליה הופעלה השיטה סביב הציר האנכי. העמודה הראשונה הופכת להיות העמודה האחרונה, השניה הופכת להיות השניה מהסוף וכד'.

- `public void invertColors ()` – שיטה שהופכת את הצבעים של כל הפיקסלים בתמונה על ידי החלפת כל צבע RGB במשלים לו ל-255. לדוגמא: ערכי ה-RGB של (0,1,2) יוחלפו ל- (255,254,253)

- `public double[][] toGrayscaleArray ()` – שיטה המחזירה ייצוג אפור של התמונה. הייצוג האפור של כל פיקסל מחושב כפי שהוגדר במחלקה `RGBColor`. שימו לב, השיטה צריכה להחזיר מערך דו ממדי של מספרים מטיפוס `double`. כל

אחד מהמספרים במערך הזה הוא הייצוג האפור של הפיקסל המתאים לו בתמונה עליה הופעלה השיטה.

השלימו את מימוש המחלקה `RGBImage` להלן:

שימו לב לא לבצע aliasing במקומות המועדים.

```
public class RGBImage
{
    private RGBColor[] [] _image;

    public RGBImage(int rows, int cols)
    {
        _____
        _____
        _____
        _____
        _____
    }

    public RGBImage(RGBColor[] [] pixels) { ... }
    public RGBImage(RGBImage other)      { ... }

    public RGBColor getPixel(int row, int col)
    {
        _____
        _____
        _____
        _____
        _____
    }
}
```



```
public void setPixel(int row, int col, RGBColor pixel)
{...}
```

```
public int getHeight()
{
    _____
}
```

```
public int getWidth() {...}
```

```
public boolean equals (RGBImage other)
{
```

```
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
```

```
    }
    public void flipHorizontal()
    {
```

```
        _____
        _____
        _____
        _____
        _____
        _____
        _____
        _____
        _____
        _____
```

```
    }
```

```
public void flipVertical() { ... }

public void invertColors()
{
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
}

public double[][] toGrayscaleArray()
{
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
}
}
```

שאלה 2-20 נקודות

במחלקה Q2 נתונות השיטות הסטטיות הבאות:

```
public class Q2
{
    private static double average (int []a, int low, int high)
    { ... }

    private static void swap (int []a, int p, int q)
    { ... }

    public static int split (int[] a, int left, int right)
    {
        double avg = average (a, left, right);
        while (left < right)
        {
            while (left < right && a[left] <= avg)
                left++;
            while (right > left && a[right] >= avg)
                right--;
            swap (a, left, right);
        }
        return right;
    }

    public static void split (int [] a)
    {
        int left = 0;
        int right = a.length-1;
        int mid = a.length/2;
        int cut = split(a, left, right);
        while (cut!= mid)
        {
            if (cut < mid)
                left = cut;
            else
                right = cut-1;
            cut = split(a, left, right);
        }
    }

    // המשך המחלקה בעמוד הבא
```

```

public static int what (int [] a)
{
    split(a);
    int mid = a.length/2;
    int min = a[mid];
    for (int i = mid+1; i<a.length; i++)
        if (a[i] < min)
            min = a[i];
    return min;
}
}

```

- השיטה average מקבלת כפרמטרים מערך חד-ממדי מלא במספרים שלמים, ושני מספרים שלמים המהווים אינדקסים במערך low ו-high כאשר $low \leq high$. השיטה מחזירה את הממוצע של איברי המערך בתחום $[low...high]$ (כולל low ו-high).
- השיטה swap מקבלת כפרמטרים מערך חד-ממדי מלא במספרים שלמים ושני אינדקסים p ו-q, ומחליפה בין האיברים שב-p וב-q.

ענו על שלושת הסעיפים הבאים:

(6 נק') (i) אם נתון המערך a הבא:

0	1	2	3	4	5
9	4	1	11	2	3

איך יראה המערך a לאחר הקריאה לשיטה `split(a, 0, 5)`? ואיזה ערך השיטה תחזיר?

התשובה היא:

0	1	2	3	4	5

הערך שיוחזר מהקריאה הוא _____

(4 נק') (ii) אם נתון המערך a הבא:

0	1	2	3	4	5
9	4	1	11	2	3

איך יראה המערך a לאחר הקריאה לשיטה `split(a)`?

התשובה היא:

0	1	2	3	4	5

(10 נק') (iii) אם נתון המערך a הבא:

0	1	2	3	4	5
9	4	1	11	2	3

הערך שיוחזר מהקריאה לשיטה what(a) הוא _____

מה משמעותו של הערך המוחזר?

שאלה 3-20 נקודות

נתונה השיטה הסטטית what הבאה:

שימו לב, המחרוזת s2 מכילה אך ורק אותיות אנגליות קטנות (מ-'a' עד 'z')

```
public static String what (String s1, String s2)
{
    int[] c = new int [26];
    String res = s1;

    for (int i=0; i<s2.length(); i++)
    {
        int p = s2.charAt(i) - 'a';
        c[p]++;
    }
    int count = 0;
    for (int i=0; i<s1.length(); i++)
    {
        if (s1.charAt(i) >= 'a' && s1.charAt(i) <= 'z')
        {
            int p = s1.charAt(i) - 'a';
            if (c[p] != 0)
                res = res.substring(0, count) +
                    res.substring(count+1);
            else
                count++;
        }
        else
            count++;
    }
    return res;
}
```

סעיף א: (8 נקודות)

נפעיל את השיטה what על המחרוזות s1="good luck in the exam", s2="ed", מה תחזיר השיטה?

סעיף ב: (12 נקודות)

מה מבצעת השיטה what באופן כללי, כשהיא מופעלת על מחרוזות s1 ו-s2 כלשהן? הסבירו בקצרה מה השיטה עושה ולא כיצד היא מבצעת זאת. זכרו כי s2 מכילה רק אותיות אנגליות קטנות. 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.

תזכורת: כמה מהשיטות מהמחלקה String:

- public char charAt(int i) - המחזירה את התו במקום ה-i במחרוזת (עליה היא מופעלת)
- public int length() - המחזירה את אורך המחרוזת עליה היא מופעלת.
- public String substring(int i) - המחזירה את התת-מחרוזת המתחילה במקום ה-i במחרוזת עליה היא מופעלת עד לסוף המחרוזת.
- public String substring(int i, int j) - המחזירה את התת-מחרוזת המתחילה במקום ה-i במחרוזת עליה היא מופעלת עד למקום ה-j (לא כולל).

שימו לב, כל התשובות לשאלות צריכות להיכתב על גבי שאלון הבחינה. תשובה שתיכתב במקום אחר לא תיבדק!

ב ה צ ל ח ה