

מִדְעֵי הַמִּחְשָׁב ב'

2 ייחידות לימוד (השלמה ל-5 יח"ל)

הוראות לנבחן

- א. **משך הבחינה:** שלוש שעות.
- ב. **מבנה השאלה ופתח ההערכה:** בשאלון זה שני פרקים.
פרק ראשון – בפרק זה ארבע שאלות,
ומהן יש לענות על שתיים.
- פרק שני – בפרק זה שאלות ארבע מסלולים שונים – (25×2) – 50 נקודות
עה על שאלות בק במסלול של마다,
לפי ההוראות בקבוצת השאלות במסלול זה.
סה"כ – 100 נקודות
- ג. **חומר עוז מותר בשימוש:** כל חומר עוז, חז' ממוחשב הנitinן לתוכנות.
- ד. **הוראות מיוחדות:**
- (1) את בל התוכניות שאתה נדרש לכתוב בשפת מחשב בפרק הראשון
כתבו בשפה אחת בלבד – C# או Java.
- (2) **רשום על הרכבה החיצונית** של המחברת באיזו שפה אתה כותב – C# או Java.
- (3) **רשום על הרכבה החיצונית** של המחברת את שם המסלול של마다,
אחד מארבעת המסלולים: מערכות מחשב ואסםבלר, מבוא לחקור ביצועים,
מודלים חישוביים, תוכנות מונחה עצמים.
- הערה:** בתוכניות שאתה כותב לא יורדו לך נקודות, אם כתובות אותן גדולה במקום
אות קטנה או להפץ.
- כתב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטיוונה (ראשי פרקים, חישוביים וכדומה).
רשום "טיוונה" בראש כל עמוד טיוונה. רישום טיוונות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפיטילת הבחינה!
- הנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות לנבחנים כאחד.**

בָּהֶצְלָחָה !

/המשך מעבר לדף/

השאלות

בשאלון זה שני פרקים: פרק ראשון ופרק שני.
עליך לענות על שאלות משני הפרקים, לפי ההוראות בכל פרק.

פרק ראשון (50 נקודות)

ענה על שתיים מהשאלות 1-4 (לכל שאלה – 25 נקודות).

1. רשימה L תקרא **משולשת** אם היא מקיימת את התנאים הבאים:

* הרשימה אינה ריקה.

* מספר האיברים בה מחלק ל-3 בלי שארית.

* האיברים בשליש הראשון של הרשימה מכילים את אותם ערכים שמכילים האיברים בשליש השני של הרשימה ואותם ערכים שמכילים האיברים בשליש השלישי של הרשימה. הערכים מסודרים באותו סדר בכל אחד מהשלישים.

לדוגמה: הרשימה L1 שלפניך היא רשימה **משולשת** באורך 12.

L1: 

כתב ב- C או ב- Java פעולה חיצונית שתקבל רשימה L שהאיברים שלה הם מטיבוס שלם.

אם L היא רשימה **משולשת**, הפעולה תחזיר true .
אחרת – הפעולה תחזיר false .

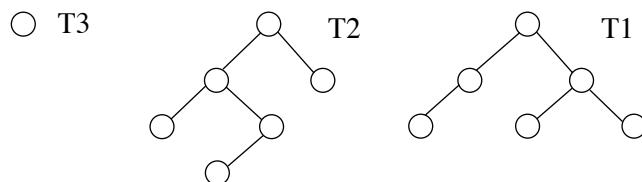
אתה יכול להשתמש בפעולות של המחלקות List < T > , Node < T > של המחלקות של המחלקות.

אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך למשמש אותן.

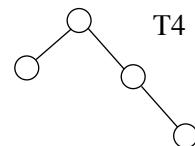
- בשאלה זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שניהם.
א. עץ ביניי ייקרא עץ **ימין-שמאל** אם לכל צומת בעץ אשר יש לו בן ימני, יש גם בן שמالي.

לדוגמא:

העצים T_1, T_2, T_3, T_4 הם עצים **ימין-שמאל**



והעץ T_4 אינו עץ **ימין-שמאל**



כתב ב- C# או ב- Java פעולה חיצונית שתקבל עץ ביניי T שהצמתים שלו הם מטיפוס שלם. הפעולה תחזיר `true` אם הוא עץ **ימין-שמאל**, אחרת – הפעולה תחזיר `false`.

אתה יכול להשתמש בפעולות הנוספות, עליך למשמש אותן.
 אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך למשמש אותן.

ב. (אין קשר לסעיף א).

נתון עץ ביניי T שהצמתים שלו מכילים ערכים מטיפוס `TreeNode`.
 אם סורקים את העץ T בסדר תחيلي (preorder), אזי סדר הערכים המתתקבל מביקור בצלמתים (משמאלי לימין) הוא:

X A I O N Y T D S

אם סורקים את העץ T בסדר תובי (inorder), אזי סדר הערכים המתתקבל מביקור בצלמתים (ימינאל לימיין) הוא:

I N O A X D T S Y

צייר את העץ T , ורשום את סדר הערכים המתתקבל מביקור בצלמתים אם סורקים את העץ בסדר סופי (postorder).
 המשך בעמוד 4/

שים לב: לשאלה זו שני נוסחים, האחד ב- Java (עמודים 4-5) ואחד ב- C# (עמודים 6-7). עבוד על פי השפה שלמדת.

.3

לפתרונות ב- Java

לפניך 2 פעולות חיצונית הכתובות ב- Java.

הפעולה מקבלת תור לא ריק, המכיל מספרים שלמים.
/* * הפעולה מחזירה... */

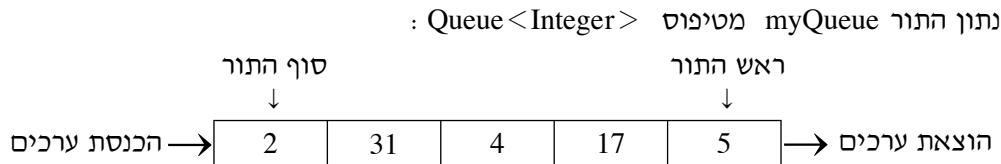
```
public static int sod1 (Queue<Integer> q)
{
    int i = q.remove();
    int result = i;

    if (!q.isEmpty())
    {
        int j = sod1 (q);
        if (result > j)
            result = j;
    }
    q.insert(i);
    return result;
}
```

הפעולה מקבלת מספר שלם גדול מ- 0 או שווה לו
... * הפעולה מחזירה... */

```
public static int sod2 (int i)
{
    if (i == 0)
        return 0;
    int a = i % 10;
    int b = sod2(i / 10);
    if (a > b)
        return a;
    return b;
}
```

/המשך בעמוד 5/



א. מה יחזיר היזיון sod1(myQueue) ? רשום את המעקב.
רשום את התוור המתתקבל בתום המעקב. ציין את ראש התוור ואת סוף התוור.

ב. מה מבצעת הפעולה queue(1) sod בעבור תור queue לא ריק

?Queue<Integer>

ג. מה יחזיר היזיון sod2(17852) ? רשום את המעקב.
מה מבצעת הפעולה sod2(k) בעבור מספר k גדול מ- 0 מטיפוס שלם?

ד. מה מבצעת הפעולה ((sod2(sod1(queue))) sod2) בעבור תור queue לא ריק

מטיפוס Queue<Integer> המכיל רק מספרים שלמים וגדולים מ- 0 ?

C# לפתרים ב-

. C# לפניך 2 פעולות חיצונית הכתובות ב-

הפעולה מקבלת תור לא ריק, המכיל מספרים שלמים. /* *
...*/ הפעולה מחזירה...

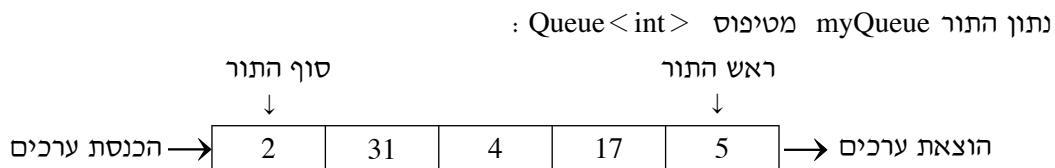
```
public static int Sod1(Queue<int> q)
{
    int i = q.Remove();
    int result = i;

    if (!q.IsEmpty())
    {
        int j = Sod1(q);
        if (result > j)
            result = j;
    }
    q.Insert(i);
    return result;
}
```

/* * הפעולה מקבלת מספר שלם גדול מ- 0 או שווה לו
...*/ הפעולה מחזירה...

```
public static int Sod2 (int i)
{
    if (i == 0)
        return 0;
    int a = i % 10;
    int b = Sod2 (i / 10);
    if (a > b)
        return a;
    return b;
}
```

/המשך בעמוד 7/



א. מה יחזיר הזימון `Sod1(myQueue)`? רשום את המעקב.
רשום את התוור המתתקבל בתום המעקב. צין את ראש התוור ואת סוף התוור.

ב. מה מבצעת הפעולה `Sod1(queue)` בעבור תוור `queue` לא ריק ?

מטיפוס `Queue<int>` ?

- ג. מה יחזיר הזימון `Sod2(17852)` ? רשום את המעקב.
ד. מה מבצעת הפעולה `Sod2(k)` בעבור מספר `k` גדול מ- 0 מטיפוס שלם?
ה. מה מבצעת הפעולה `(Sod1(queue))` בעבור תוור `queue` לא ריק
מטיפוס `Queue<int>` המכיל רק מספרים שלמים וגדולים מ- 0 ?

.4

שים לב: לשאלה זו שני נוסחים, האחד ב- Java (עמודים 8-9) ואחד ב- C# (עמודים 10-11). עבود על פי השפה שלמדת.

לפותרים ב- Java

יום אלקטרוני לניהול פגישות מכיל את הימים של שנה אחת.

כל יום מיוצג על ידי:

* תאריך, כולל חדש ויום בחודש.

* רישימת הפגישות באותו יום. בעבר כל פגישה נשמרries: שעת תחילת הפגישה, תוכן הפגישה, ומשך הפגישה בדקות. משך הפגישה לא חייב להיות שעות שלמות.

בכל יום יכולות להיות פגישות בין 00:00 ל- 20:00 בערב. כל פגישה מתחילה בשעה עגולה. הפגישות מסתיימות לכל המאוחר ב- 20:00 בערב.

לפניך תיאור חלקי ב- Java של המחלקה **פגישה** – **Meeting**

Meeting	
private int startHour;	// שעת תחילת הפגישה
private int minutes;	// משך זמן הפגישה בדקות
private String content;	// תוכן הפגישה
<pre>public Meeting (int startHour, int minutes, String content)</pre>	
<pre>public int getStartHour()</pre>	
<pre>public int getMinutes()</pre>	
<pre>public String getContent()</pre>	

לפניך חלק מממשק המחלקה **יום ביוון – DayInSchedule**

DayInSchedule	
public int getDay()	
public int getMonth()	
public List<Integer> getFreeHours()	הפעולה מחזירה רשימה של כל השעות הפניות ביום בין 08:00 ל- 19:00 (שעות שבן לא מתאפשרות פגישות). כל איבר ברשימה מכיל שעיה עגולה אחת. רשימה ממוינת בסדר עולה.
public boolean canStart (int startHour, int minutes)	הפעולה מקבלת שעת התחלת ומשך זמן הפגישה. הפעולהמחזירה true אם אפשר להתחיל את הפגישה בשעה המבוקשת, אחרת – הפעולה מחזירה false. אפשר להתחיל פגישה בשעה פנוייה, בתנאי שיש אחראית די שעות פניות כדי לסיים את הפגישה (בהתאם לשעון הפגישה).

- א. כתוב ב- Java את כוורתת המחלקה **DayInSchedule**, ואת התכונות שלה.
DayInSchedule ממש ב- Java את הפעולה `canStart` המוצגת מממשק של המחלקה **Meeting** ו- **DayInSchedule**.
 אתה יכול להשתמש בפעולות האחריות של המחלקות **Meeting** ו- **DayInSchedule** בלי ממש אותן.

כמו כן אתה יכול להשתמש בפעולות של המחלקות `List<T>`, `Node<T>` בלי ממש אותן.
 אם אתה משתמש בפעולות נוספות, عليك ממש אותן.
Meeting ממש ב- Java פעולה חיצונית שתקבל רשימה של ימים ביוון, ופגישה. הפעולה תדפיס את החודש והיום בחודש של כל אחד מהימים ברשימה, שהם אפשר לשבץ את הפגישה.

כוורתת הפעולה:
`public static void printAvailableDay (List<DayInSchedule> lst , Meeting m)`
 אתה יכול להשתמש בפעולות המשק של המחלקות **Meeting** ו- **DayInSchedule** בלי ממש אותן.

כמו כן אתה יכול להשתמש בפעולות של המחלקות `List<T>`, `Node<T>` בלי ממש אותן.
 אם אתה משתמש בפעולות נוספות, عليك ממש אותן.

לפתרונות ב- C#

יומן אלקטרוני לניהול פגישות מכיל את הימים של שנה אחת.

כל יום מיוצג על ידי:

* תאריך, כולל חודש ויום בחודש.

* רשימת הפגישות באותו יום. בעבר כל פגישה נשמרries: שעת תחילת הפגישה, תוכן הפגישה, ומשך הפגישה בדקות. משך הפגישה לא חייב להיות שעות שלמות.

בכל יום יכולות להיות פגישות בין 00:00 ל- 20:00 בערב. כל פגישה מתחילה בשעה עגולה. הפגישות מסתיימות לכל המאוחר ב- 20:00 בערב.

לפניך תיאור חלקו ב- C# של המחלקה **פגישה** –

Meeting	
private int startHour; // שעת תחילת הפגישה	
private int minutes; // משך זמן הפגישה בדקות	
private string content; // תוכן הפגישה	
public Meeting (int startHour, int minutes, string content)	
public int GetStartHour()	
public int GetMinutes()	
public string GetContent()	

לפניך חלק ממשק המחלקה **יום בイומן – DayInSchedule**

DayInSchedule	
public int GetDay()	
public int GetMonth()	
public List<int> GetFreeHours()	הפעולה מחזירה רשימה של כל השעות הפניות ביום בין 08:00 ל- 19:00 (שעות שבין לא מתקיימות פגישות). כל איבר ברשימה מכיל שעה עגולה אחת. הרשימה ממוקנת בסדר עולה.
public bool CanStart (int startHour, int minutes)	הפעולה מקבלת שעת התחלה ומשך זמן הפגישה. הפעולה מחזירה true אם אפשר להתחיל את הפגישה בשעה המבוקשת, אחרת – הפעולה מחזירה false. אפשר להתחיל פגישה בשעה פנויה, בתנאי שיש אחראית די שעות פניות כדי לסיים את הפגישה (בהתאם למשך הפגישה).

- א. כתוב ב- C את כוורתת המחלקה **DayInSchedule** ואת התכונות שלה.
 - ב. ממש ב- C את הפעולה **CanStart** המוצגת במשק של המחלקה **DayInSchedule**.
- אתה יכול להשתמש בפעולות האחריות של המחלקות **Meeting** ו- **DayInSchedule** ביליאר למשק.
- כמו כן אתה יכול להשתמש בפעולות של המחלקות **List<T>**, **Node<T>** ביליאר למשק.
- אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך למשק אותן.
- ג. ממש ב- C פעולה חיצונית שתתקבל רשימה של ימים ביום, ופגישה. הפעולה תדפיס את החודש והיום בחודש של כל אחד מהימים ברשימה, שבהם אפשר לשבץ את הפגישה.
- כוורתת הפעולה:
- ```
public static void PrintAvailableDay (List<DayInSchedule> lst , Meeting m)
```
- אתה יכול להשתמש בפעולות המשק של המחלקות **Meeting** ו- **DayInSchedule** ביליאר למשק.
- כמו כן אתה יכול להשתמש בפעולות של המחלקות **List<T>**, **Node<T>** ביליאר למשק.
- אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך למשק אותן.

## פרק שני (50 נקודות)

בפרק זה שאלות באربעה מסלולים שונים:

מערכות מחשב וasmblr, עמ' 12-17

מבוא לחקור ביצועים, עמ' 18-27

מודלים חישוביים, עמ' 28-31

תכונות מונחה עצמים ב-C#, Java, עמ' 32-39; תכונות מונחה עצמים ב-.NET, עמ' 40-47

**ענה רק על שאלות במסלול שלמה.**

### **מערכות מחשב וasmblr**

אם למדת מסלול זה, ענה על **שתיים** מהשאלות 5-8 (לכל שאלה – 25 נקודות).

5. בשאלת זו שני סעיפים א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שנייהם.

א. במקטע הנתונים הוגדרו נתונים בצורה זו:

|         |      |               |
|---------|------|---------------|
| NUM1    | DB   | 2             |
| NUM2    | DB   | 5             |
| ARR     | DW   | 255 DUP (?)   |
|         | MOV  | SI , 0        |
|         | MOV  | DL , NUM1     |
|         | XOR  | AH , AH       |
|         | MOV  | AL , NUM2     |
|         | SUB  | AL , DL       |
|         | MOV  | CX , AX       |
|         | MOV  | AL , NUM1     |
| NEXT:   | MOV  | DX , AX       |
|         | MOV  | BX , DX       |
|         | DEC  | DX            |
| AGAIN:  | ADD  | BX , AX       |
|         | DEC  | DX            |
|         | JNZ  | AGAIN         |
|         | INC  | AX            |
|         | MOV  | ARR [SI] , BX |
|         | INC  | SI            |
|         | LOOP | NEXT          |
| FINISH: | NOP  |               |

לפניך קטע תכנית באסמבילר.

i עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר ביצוע קטע התוכנית.

בטבלת המעקב פרט בכל שלב את התוכן של:

. ARR[SI] , SI , DX , CX , BX , AX

ii בעבר NUM1  $\geq 2$  ו- NUM2  $> \text{NUM1}$  מה מבצע קטע התוכנית?

ב. (אין קשר לסעיף א.)

באוגר AL הוצב המספר X שהוא מספרשלם בלי סימן.

נסמן ב- Z את החלק השלים של  $X/4$ .

יש לחשב את ערך הביטוי:  $Y = 3 * X - Z$

ולחציב אותו ב- AH.

עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר ביצוע כל אחד מהקטיעים i-יו שלפני, וקבע אם הוא

מבצע את הנדרש או אינו מבצע את הנדרש.

הנה ש-  $3 * X \leq 255$

|   |     |         |
|---|-----|---------|
| i | MOV | DL , AL |
|   | MOV | AH , AL |
|   | ADD | AL , AL |
|   | ADD | AH , AL |
|   | MOV | CL , 3  |
|   | SHR | AL , CL |
|   | SUB | AH , DL |

|    |     |         |
|----|-----|---------|
| ii | MOV | DL , AL |
|    | MOV | AH , AL |
|    | MOV | AL , 3  |
|    | MUL | AH      |
|    | MOV | CL , 2  |
|    | SHR | AL , CL |
|    | SUB | AH , AL |

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא).

|               |     |         |
|---------------|-----|---------|
| <b>iii</b>    | MOV | DL , AL |
|               | MOV | AH , AL |
|               | ADD | AH , AH |
|               | ADD | AH , DL |
|               | MOV | CL , 2  |
|               | SHR | DL , CL |
|               | SUB | AH , DL |
| <br><b>iv</b> | MOV | DL , AL |
|               | MOV | AH , AL |
|               | ADD | AH , AH |
|               | ADD | AH , AL |
|               | MOV | CL , 4  |
|               | SHR | AL , CL |
|               | SUB | AH , AL |

6. בשאלת זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שניהם.

א. לפניך שיטה לחישוב ריבוע של מספר שלם וגדול מ- 0 :

$$1^2 = 1$$

$$2^2 = 1 + 3$$

$$3^2 = 1 + 3 + 5$$

$$4^2 = 1 + 3 + 5 + 7$$

$$5^2 = 1 + 3 + 5 + 7 + 9$$

וכן הלאה.

ב- AL מאוחסן מספר שלם, גדול מ- 0 וקטן מ- 16.

לפניך קטע תכנית באסמבלייר שמחשב, לפי השיטה המתווארת, את הריבוע של המספר המאוחסן ב- AL, ומאחסן את התוצאה ב- AX .

מ乾坤ת התכנית הושמדו שורות שלמות או חלקו שורות במקומות המסומנים  
במספרים i-iv.

העתק למחברתך את מספרי השורות המסומנות, וכותב ליד בל אחד מהמספרים את  
שורת הפקודה כולל החלקים החסרים, כדי שקטע התכנית יבצע את הנדרש.

|     |         |            |
|-----|---------|------------|
|     | MOV     | BX , 0     |
| i   | -----   | -----      |
|     | MOV     | DX , 1     |
|     | MOV     | CX , AX    |
|     | DEC     | CX         |
| ii  | -----   | -----      |
|     | A1: ADD | BX , DX    |
| iii | ADD     | DX , ----- |
|     | LOOP    | A1         |
|     | A2: ADD | BX , DX    |
| iv  | MOV     | AX , ----- |
|     | A3: NOP |            |

.ב. (אין קשר לסעיף א.)

באגוריים AX ו- BX מאוחסנים מספריים כלשהם.

יש להחליפ את תוכן האוגורי AX ו- BX, כך שהמספר שאוחסן ב- AX יהיה ב- BX, והמספר שאוחסן ב- BX יהיה ב- AX.

עקב בעורת טבלת מעקב אחר ביצוע בל אחד מהקטעים i - iv שלפניך, וקבע אם הוא מבצע את הנדרש או אינו מבצע את הנדרש.

הנה שאיין גלישות ביצוע הוראות חיבור וחיסור.

i      MOV      CX , BX

SUB      CX , AX

MOV      AX , CX

SUB      BX , AX

ADD      AX , BX

ii      XOR      AX , BX

XOR      BX , AX

XOR      AX , BX

iii      XOR      CX , CX

XOR      BX , AX

XOR      AX , BX

XOR      BX , CX

iv      ADD      AX , BX

MOV      CX , AX

SUB      CX, BX

MOV      BX , CX

SUB      CX , AX

7. במקטע הנתונים הוגדרו הנתונים בצורה זו:

ARR1 DB 36 DUP (?)

ARR2 DB 36 DUP (?)

המערך ARR1 מכיל מספרים שלמים וגדולים מ-0.

כתב קטע תכנית באסמבולר, שייחסן במערך ARR2 את המספרים הנמצאים ב- ARR1 ללא חזרות. ככלומר אם מספר כלשהו מופיע כמה פעמים ב- ARR1, הוא יופיע רק פעם אחת ב- ARR2.

לדוגמה בעבר ARR1 בגודל 10 המכיל מספרים:

|      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ARR1 | 3 | 1 | 3 | 6 | 9 | 4 | 4 | 3 | 5 | 6 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

יראה ARR2 כז:

ARR2 3 1 6 9 4 5 ? ? ? ?

.8. במקטע הנתונים הוגדרו מערך ARR בגודל 58 ומשתנים K ו- DANS.

ARR DB 58 DUP (?)

K DB ?

ANS DB ?

המערך מכיל מספרים שלמים וגדולים מ- 0 , ו- K הוא מספר שלם וגדול מ- 0 .

כטוב קטע תכנית באסמבלי, שיבדק אם במערך ARR המספר 1 מופיע בדיק פעם אחת, המספר 2 מופיע בדיק שת פעמים, המספר 3 מופיע בדיק שלוש פעמים, ... ,

והמספר K מופיע בדיקת K פעמיים.

אם כן – קטע התכנית יאחסן את הערך 1 במשתנה ANS , אחרת – קטע התכנית יאחסן 0 במשתנה ANS .

לדוגמא, בעבור המערך בגודל 12 שלפניך ו-  $K = 4$

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

. ANS ב- יוחנן 1

/המשך בעמוד 18/

**מבוא לחקור ביצועים**

אם למדת מסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 9-12 (לכל שאלה – 25 נקודות).

9. נתונה בעיית תכנון ליניארי:

$$\text{Max } \{z = 5x_1 - x_2\}$$

בכפוף לאלוצים האלה:

$$2x_1 + 3x_2 \leq 18$$

$$x_1 - x_2 \leq 2$$

$$x_1 \leq 3$$

$$x_2 \geq 0$$

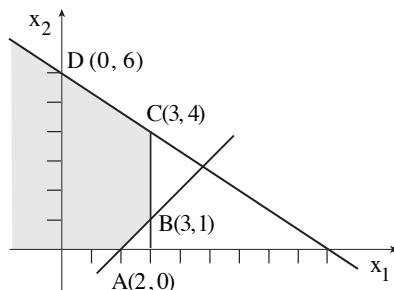
$x_1$  אינו מוגבל בסימן.

נתון גם כי הפתרון  $(3, 1)$  הוא פתרון אופטימלי של הבעיה.

כל אחד מהסעיפים א-ה שלפניו מתייחס לבעיית התכנון הליניארי הנתונה.

הסעיפים איןם תלויים זה זהה. ענה על כל הסעיפים.

א. לפניך סרטוט של תחום הפתרונות האפשריים של הבעיה הנתונה.



העתק למחברתך את הסרטוט, ובצע את הצעדים האלה:

צעד 1: הוסף לסרטוט שבמחברתך את היטל הגובה של פונקציית המטרה  
בעבור  $z = 5$ .

חשב את שיעורי נקודות החיתוך של היטל זה עם הציר  $x_1$  ו-  $x_2$ ,  
וסמן אותן על הסרטוט.

צעד 2: הוסף לסרטוט שבמחברתך את היטל הגובה של פונקציית המטרה  
בעבור  $z = 15$ .

חשב את שיעורי נקודות החיתוך של היטל זה עם הציר  $x_1$  ו-  $x_2$ ,  
וסמן אותן על הסרטוט.

צעד 3: סמן הסרטוט שבמחברתך, באמצעות חז', את כיוון העליה של פונקציית המטרה.

האם הצעדים 3-1 מראים שהפתרון  $(3, 1)$  הוא פתרון האופטימלי היחיד?  
נמק את תשובה.

ב. לבעה הנתונה בתחלת השאלה מוסיפים את האילוץ:

$$x_1 - x_2 \geq 2$$

סרטט במחברתך מערכת צירים חדשה, וסמן עליה רק את תחום הפתרונות האפשריים שיתקבל לאחר הוספת אילוץ זה.

ג. לבעה הנתונה בתחלת השאלה מוסיפים אילוץ חדש כלשהו, כך שלאחר הוספתו

תחום הפתרונות האפשריים הוא הקטע שבין שתי הנקודות (4, 3) ו-(1, 3).

האם הפתרון האופטימלי הנתון (1, 3) ישנה? נמק את תשובה.

ד. לבעה הנתונה בתחלת השאלה מוסיפים אילוץ חדש:

$$3x_1 + 2x_2 \leq 14$$

תלמיד טען שהפתרון האופטימלי הנתון (1, 3) לא ישנה.

האם התלמיד צדק? נמק את תשובה בלי לסרטט מחדש את תחום הפתרונות האפשריים לאחר הוספת אילוץ זה.

ה. משנים רק את פונקציית המטריה של הבעה שבתחלת השאלה ל-  $z = 3x_1 - z$ .

לפניך ההיגדים ו-ז' שרק אחד מהם נכון. העתק למחברתך את ההיגד הנכון, ונמק את בחרותך.

i הפתרון האופטימלי היחיד יהיה (1, 3).

ii הפתרון האופטימלי היחיד יהיה (4, 3).

iii הפתרון האופטימלי החדש יהיה:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix} + (1 - \lambda) \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$\text{כאשר } 0 \leq \lambda \leq 1$$

iv הפתרון האופטימלי יהיה לא חסום.

- 10.** בשאלת זו שישה סעיפים, א-ו, שאינם תלויים זה בזה. ענה על כל הסעיפים.  
**א.** לפניך בעיית תובלה ובה 2 מקורות ו-4 יעדים. העוליות ליחידה מכל מקור לככל יעד נתונות בטבלה שלפניך.

| מקורות | יעדים |    |    |    | היצע |
|--------|-------|----|----|----|------|
|        | 1     | 2  | 3  | 4  |      |
| 1      | 8     | 9  | 4  | 6  | 100  |
| 2      | 14    | 12 | 13 | 8  | 80   |
| ביקוש  | 10    | 40 | 30 | 70 |      |

על פי הטבלה הנתונה לא ניתן להפעיל את שיטת הפינה הצפון-מערבית כדי למצוא פתרון אפשרי לבעיית התובלה. הסבר מדוע.

- ב.** בטבלה שלפניך נתון חלק מפתרון בסיסי אפשרי לבעיית תובלה:  $x_{11} = 10$ ,  $x_{12} = 2$ .

| מקורות | יעדים |    |    | היצע |
|--------|-------|----|----|------|
|        | 1     | 2  | 3  |      |
| 1      | 4     | 5  | 10 | 12   |
|        | 10    | 2  |    |      |
| 2      | 6     | 3  | 6  | 12   |
| 3      | 6     | 2  | 6  | 6    |
| ביקוש  | 10    | 10 | 10 |      |

העתק את הטבלה למחברתך, והשלם אותה לפי שיטת הפינה הצפון-מערבית.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- ג. בטבלה שלפניך נתון פתרון בסיסי אפשרי לביעית תובלה. הערך שנקבע ל-  $u_1$  הוא 0. העתק את הטבלה למחברתך, חשב את הערך של  $v_1, v_2, v_3, u_1, u_2, u_3$ , ורשום את הערכים שחייבים במקומות המתאים בטבלה.

| מקורות | יעדים   |        |         | היצע | $u_i$ |
|--------|---------|--------|---------|------|-------|
|        | 1       | 2      | 3       |      |       |
| 1      | 4<br>10 | 5<br>2 | 10      | 12   | 0     |
| 2      | 6       | 3<br>2 | 6<br>10 | 12   |       |
| 3      | 6       | 2<br>6 | 6       | 6    |       |
| ביקוש  | 10      | 10     | 10      |      |       |
| $v_j$  |         |        |         |      |       |

- ד. בטבלה שלפניך נתון פתרון בסיסי אפשרי לביעית תובלה, ומנתונים ערכיים של  $v_1, v_2, v_3, u_1, u_2, u_3$ .

| מקורות | יעדים   |         |        | היצע | $u_i$ |
|--------|---------|---------|--------|------|-------|
|        | 1       | 2       | 3      |      |       |
| 1      | 4<br>20 | 5<br>4  | 10     | 24   | 0     |
| 2      | 2       | 6<br>16 | 3<br>4 | 20   | 1     |
| 3      | 6       | 2       | 6<br>8 | 8    | 4     |
| ביקוש  | 20      | 20      | 12     |      |       |
| $v_j$  | 4       | 5       | 2      |      |       |

האם הפתרון הוא אופטימלי? נמק את תשובה.

ה. בטבלה שלפניך נתון פתרון לביעית תובלה,

ונתונים ערכים של  $v_1, v_2, v_3, u_1, u_2, u_3$ , שמתאימים לפתרון זה.

| מקורות | יעדים    |          |          | היצע | $u_i$ |
|--------|----------|----------|----------|------|-------|
|        | 1        | 2        | 3        |      |       |
| 1      | 10<br>20 | 25       | 30       | 20   | 10    |
| 2      | 10<br>30 | 22       | 14<br>20 | 50   | 10    |
| 3      | 16       | 20<br>40 | 20<br>20 | 60   | 16    |
| ביקוש  | 50       | 40       | 40       |      |       |
| $v_j$  | 0        | 4        | 4        |      |       |

לפניך ההיגדים זו-זאת שרק אחד מהם נכון. העתק למחברתך את ההיגד הנכון,

ונמך את בחרותך.

- i הפתרון הנתון אינו פתרון אפשרי.
- ii הפתרון הנתון הוא פתרון בסיסי אפשרי אך לא אופטימלי.
- iii הפתרון הנתון הוא פתרון אופטימלי יחיד.
- iv הפתרון הנתון הוא פתרון אופטימלי אך אינו פתרון אופטימלי יחיד.

1. בטבלה שלפניך נתון חלק מפתרון בסיסי אפשרי לבעיית תובלה שחוושב על פי שיטת הפינה הצפון מערבית, ונתונים ערכיים של  $v_1, v_2, v_3, u_1, u_2, u_3$  שחוושבו על פי פתרון זה.

| מקורות | יעדים    |          |          | היצע | $u_i$ |
|--------|----------|----------|----------|------|-------|
|        | 1        | 2        | 3        |      |       |
| 1      | 12<br>20 | 15       | 17       | 20   | 2     |
| 2      | 10       | 18<br>10 | 14       | 10   | 0     |
| 3      | 20       | 10<br>5  | 18<br>10 | 15   | -8    |
| ביקוש  | 20       | 15       | 10       |      |       |
| $v_j$  | 10       | 18       | 26       |      |       |

מה צריך להוסיף לטבלה כדי לקבל פתרון בסיסי אפשרי המתאים לכל הנתונים שבטבלה?

העתק למחברתך את התשובה הנכונה מבין האפשרויות i-iv, ונמك את תשובה.

i .  $X_{12} = 0$

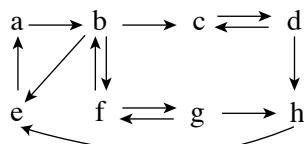
ii .  $X_{21} = 0$

iii .  $X_{13} = 0$

iv .  $X_{31} = 0$

11. בשאלת זו שלושה סעיפים, א-ג, שאינם תלויים זה בזו. ענה על בל הסעיפים.

א. לפני גраф מכוון G.



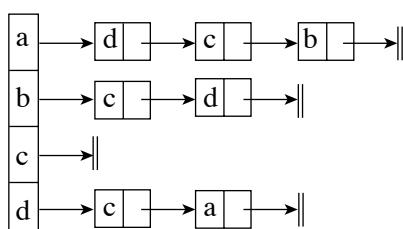
i. מצא את רכיב/רכיבי הקשרות החזקה (רכיב/רכיב חים) שבגרף הנתון.

בעבור כל רכיב ח' שמצאת, רשום את קבוצת הקדקודים שלו.

ii. האם הגרף הנתון הוא גראף קשור מכוון בחזקה (קשר היטב)? נמק את תשובתך.

ג.  $G = (V, E)$  הוא גראף מכוון, כאשר  $V$  היא קבוצת הקדקודים בגרף ו-  $E$  היא קבוצת

הקשנות בגרף.  $G$  מיוצג על ידי רשימת הסמיכותות שלפניך:



i. הפעל אלגוריתם לחיפוש לעומק (בשיטת DFS) על הגרף הנתון החל מקדקוד a.

סרטט במחברתך את העץ הפורש (DFS) / הייר הפורש (DFS) שהתקבל.

ii. הפעל אלגוריתם לחיפוש לעומק (DFS) על הגרף הנתון החל מקדקוד c.

סרטט במחברתך את העץ הפורש (DFS) / הייר הפורש (DFS) שהתקבל.

iii. הפעל אלגוריתם לחיפוש לרוחב (BFS) על הגרף הנתון החל מקדקוד d.

סרטט במחברתך את העץ הפורש (BFS) / הייר הפורש (BFS) שהתקבל.

ג.  $G = (V, E)$  הוא גראף מכוון, כאשר  $V$  היא קבוצת הקודודים בגרף ו-  $E$  היא קבוצת הקשתות בגרף.  $G$  מיוצג על ידי רשימה סמיוכיות.  
לפניך תיאור של אלגוריתם אשר בודק אם בגרף  $G$  יש מעגל, ומדפיס הودעה מתאימה.  
באלגוריתם חסרים שני נתונים ייטויים מסוימים (1) ו- (2).

### תיאור האלגוריתם

צעד 1: הפעל את האלגוריתם למציאת רכיבי קשרות חזקה (SCC) על הגרף  $G$ .  
(האלגוריתם מניב את הרק"חים המקוריים בגרף).

צעד 2: אם (1) או (2) אינן מעגל.  
הפלט הוא: בגרף  $G$  אין מעגל.

צעד 3: אחרת  
הפלט הוא: בגרף  $G$  יש מעגל.

לפניך שלוש אפשרויות להשלמת ביטוי (1) ושלוש אפשרויות להשלמת ביטוי (2).  
האפשרויות:

(1) הוא אחד מלאה:

- אין רק"ח המכיל
- רק"ח אחד לפחות מכיל
- כל אחד מהרक"חים מכיל

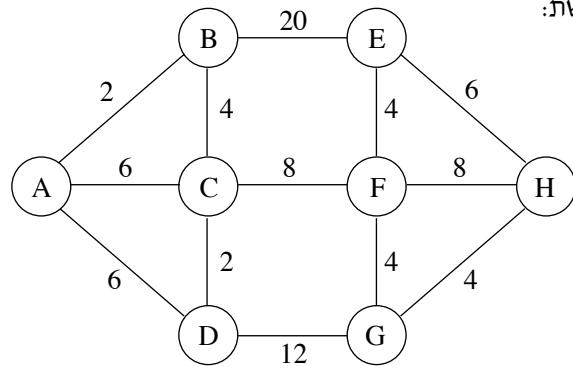
(2) הוא אחד מלאה:

- קודקוד אחד בלבד
- שני קודודים לפחות
- את כל קודודי הגרף

בחר באחת מהאפשרויות להשלמת ביטוי (1) ובאחת מהאפשרויות להשלמת ביטוי (2), כך שהאלגוריתם יבצע את הנדרש.  
כתבו במחברתך את שתי בחירותיך.

12. בשאלת זו שני סעיפים, א-ב, שאינם תלויים זה זהה. ענה על שניהם.

א. לפניך רישת:



רשום במחברתך את חמשת המסלולים הקצרים ביותר מקדוקוד A לקדוקוד H בראשת הנטוונה. תאר כל מסלול כזה בפרד.

ב. הגרף G הוא קשור ולא מכוון, ומוגדר על ידי  $(V, E)$ , כאשר  $V$  היא קבוצת הקדוקודים בגרף ו-  $E$  היא קבוצת הקשתות בגרף. פונקציית המשקל  $W:E \rightarrow R^+$  קובעת משקל (מספר) לכל קשת בגרף G.

יהיו  $X$  ו-  $Z$  קדוקודים בגרף G. נניח כי כל קשת בגרף צבועה בצבע כחול או בצביע אדום. לפניך תיאור של אלגוריתם, אשר בודק אם בין המסלולים המורכבים מקשוטות כחולות בלבד, כל המסלולים הקצרים ביותר מ-  $X$  ל-  $Z$  עוברים דרך Z. אם כן – האלגוריתם מחזיר את הערך "אמת" (TRUE). אחרת – הוא מחזיר את הערך "שקר" (FALSE). באלגוריתם חסרים 5 ביטויים המסומנים (1)-(5).

### תיאור האלגוריתם

צעד 1:

. נסיר מהגרף את כל הקשתות (1) ונקבל גраф חדש  $G_1 = (V, E_1)$

צעד 2:

נחשב, בעזרת האלגוריתם של דיקסטרה, את אורך המסלול הקצר ביותר מ-  $X$  ל-  $Z$  בגרף (2). נסמן את אורך המסלול הזה ב-  $M_1$ .

צעד 3:

נסיר מהגרף  $G_1$  את הקדוקוד (3) ואת כל הקשתות המחברות אליו, ונקבל גראף חדש  $G_2 = (V_2, E_2)$ .

צעד 4:

נחשב, בעזרת האלגוריתם של דיקסטרה, את אורך המסלול הקצר ביותר מ- X ל- Y בגרף (4). נסמן את אורך המסלול זהה ב-  $M_2$ .

צעד 5:

אם (5) אזי החזר את הערך "אמת".  
אחרת — החזר את הערך "שקר".

העתק למחברתך את הטבלה ש לפניך, ורשום בה את הביטויים החסרים.

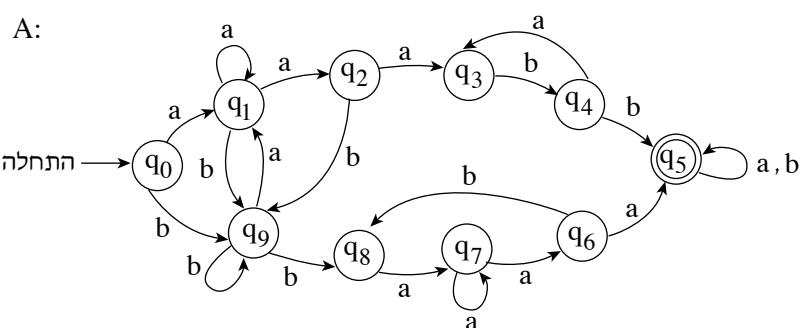
|           |  |
|-----------|--|
| ביטוי (1) |  |
| ביטוי (2) |  |
| ביטוי (3) |  |
| ביטוי (4) |  |
| ביטוי (5) |  |

**מודלים חישוביים**

אם למדת מסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 13-16 (לכל שאלה – 25 נקודות).

**13.** בשאלת זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שניהם.

**א.** לפניך אוטומט סופי לא דטרמיניסטי A:



i קבע לכל אחת מהמלילים (1)-(3) שלפניך אם היא מתתקבלת על ידי האוטומט A.

אם המילה מתתקבלת על ידי האוטומט, רשום מסלול מקבל בעבריה מילה זו.

babbbaaa (1)

aababaaa (2)

aaaabbba (3)

ii כתוב את כל המיללים הקצורות ביותר, המתתקבלות על ידי האוטומט A.

. ב. (אין קשר לסעיף א).

נתונות השפות  $L_1$ ,  $L_2$  מעל הא"ב  $\{a, b\}$ .

$$L_1 = \{a^n b^k \mid n \neq k, n \geq 0, k \geq 0\}$$

$$L_2 = \{b^i a^j \mid i \geq 0, j \geq 1\}$$

האם  $L_1 \cap L_2$  רגולרית? נמק את תשובתך.

14. א. מילה באורך 3 תיקרא פלינדרום באורך 3, אם הtwo הראשוון במילה זהה לתwo האחרון במילה.

לדוגמה: המילה aba היא פלינדרום באורך 3.

לפניך השפה  $L$  מעל הא"ב  $\{a, b\}$ .

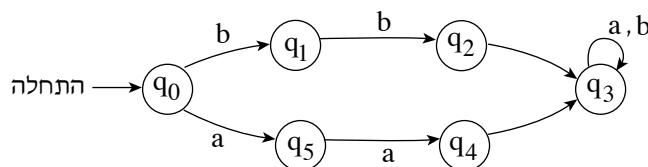
$\{w \mid w \text{ היא שרשור של } 0 \text{ או יותר פלינדרומים באורך } 3\} = L$ .

לדוגמה:

המילה babbabbaba שייכת ל-  $L$ .

המילה bababb לא שייכת ל-  $L$ .

לפניך ציור חלקני של אוטומט סופי דטרמיניסטי המקבל את השפה  $L$ .



הציור מכיל את כל המ מצבים של האוטומט.

העתק למחברתך את הציור, והשלם אותו כך שהאוטומט יקבל את השפה  $L$ .

עליך להשלים את המעברים החסרים ואת סימני הקלט החסרים,

ולסמן את המצב המתקבל / המצביעים המתקבלים.

שים לב: אין להוסיף מצבים לאוטומט או להוריד ממנו מצבים.

ב. מהי השפה  $L \cap \{(aab)^n \mid n \geq 0\}$  ?

**15.** נגידיר  $\Sigma^*$  – אוסף כל המילים מעל א"ב נתון, כולל המילה הריקה.

בעבור שפה כלשיי  $L$  נגידיר:

$$\text{Init}(L) = \{u \mid uv \in L, u, v \in \Sigma^*\}$$

$$\text{Fin}(L) = \{v \mid uv \in L, u, v \in \Sigma^*\}$$

$$\text{Min}(L) = \left\{ w \begin{array}{l} w \in L \\ , w = w_1 w_2 , w_1 \text{ מקיימות } w_2 \\ w_1 \notin L \text{ ו- } w_2 \text{ אינה מילה ריקה, מתקיים} \end{array} \right\}$$

לפניך חמיש שפות  $L_1-L_5$  מעל הא"ב  $\{0, 1\}$

$$L_1 = \{0^n 1^n 0^k 1^k \mid n \geq 1, k \geq 0\}$$

$$L_2 = \{0^n 1^k \mid n \geq 0, k \geq 0\}$$

$$L_3 = \{0^i 1^i \mid i \geq 0\}$$

$$L_4 = \{0^i 1^k \mid 0 \leq i \leq k\}$$

$$L_5 = \{0^i 1^k \mid 0 \leq k \leq i\}$$

- א. מהי השפה  $L_1 \cap L_2$ ?
- ב. מהי השפה  $\text{Init}(L_3)$ ?
- ג. מהי השפה  $\text{Fin}(L_3)$ ?
- ד. האם  $0011 \in \text{Min}(L_4)$ ? נמק את תשובתך.
- ה. האם  $0011 \in \text{Min}(L_5)$ ? נמק את תשובתך.
- ו. האם  $L_4 \cup L_5$  היא רגולרית? נמק את תשובתך.

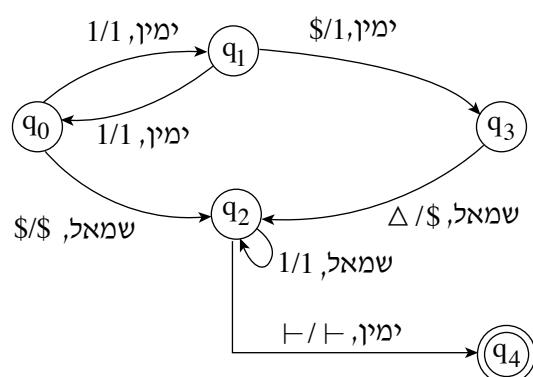
**16.** לפניך מכונת טיורינג המחשבת פונקציה  $(x) f$ .

המכונה מקבלת קלט מספר  $x$  גדול מ-0, הרשום על הסרט כמספר אונרי על ידי  $x$  תווים של 1 ואחריהם הסימן \$.

לדוגמה: בעברו  $4 = x$  יהיה סרט הזיכרון לפני תחילת החישוב:

|   |   |   |   |   |    |   |   |     |
|---|---|---|---|---|----|---|---|-----|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | \$ | Δ | Δ | ... |
|---|---|---|---|---|----|---|---|-----|

המכונה רושמת את תוצאה החישוב של  $(x) f$  על הסרט כמספר אונרי, מיד אחרי הסימן  $\vdash$ .



- א.** מה יכול הסרט לאחר חישוב  $f(5)$ ?
- ב.** מה יכול הסרט לאחר חישוב  $f(6)$ ?
- ג.** מהי הפונקציה  $(x) f$  שהמכונה מחשבת?

**תכנות מונחה עצמים**

אם למדת מסלול זה ואתה כותב ב- Java, ענה על שתיים מהשאלות 17-20.  
(כל שאלת – 25 נקודות)

17. לפניך המחלקה **מצולע** – Polygon.  
חקק מתכונות המצולע והפעולות שלו מתועדים בגוף המחלקה.

```
public class Polygon
{
 public static int maxSides = 100; // מספר צלעות מקסימלי
 private int[] values = new int[maxSides]; // מערך אורכי הצלעות
 private int numSides = 0; // מספר צלעות במצולע

 /* פעולה בונה המחזירה מצולע ריק */
 public Polygon()
 {}

 /* פעולה המחזיר את מספר הצלעות במצולע*/
 public int getNumSides()
 {
 return this.numSides;
 }

 /* פעולה המחזיר את מערך אורכי הצלעות של המצולע*/
 public int[] getValues()
 {
 return this.values;
 }

 /** פעולה המתחילה את maxSides */
 public static void setMaxSides (int maxSides)
 {
 Polygon.maxSides = maxSides;
 }

 /* פעולה המקבלת מספר שלם וגדול מ-0 ומוסיפה למצולע צלע באורך זה */
 /* הנחה: יש מקום להוסיף צלע למערך אורכי הצלעות */
 public void addSide(int x)
 {
 this.values[this.numSides] = x;
 this.numSides++;
 }

 /* פעולה הקולטת מהמשתמש את מספר הצלעות שיש להוסיף למצולע */
 /* ואת האורך של כל אחת מהן, ומוסיפה את הצלעות למצולע. */
 /* הנחה: יש מקום להוסיף את הצלעות למערך אורכי הצלעות. */
 public void readToPolygon()
 {.....}

}
```

/המשך בעמוד 33/

- א. מהי המשמעות של הגדרת התכונה `maxSides` כ- `static` ? הסבר.
- ב. מה תהיה המשמעות של הגדרת התכונה `maxSides` אם היא תוגדר כ- `final` ?
- ג. עלייך למשה ב- Java, פעליה `expand` המוסיפה למצולע צלעות של מצולע אחר, בכל אחד מהמקרים i-iii שלפניך:
- הפעולה `expand` תוגדר כפעולה פנימית במחלקה `Polygon`.
  - הפעולה `expand` תוגדר כפעולה סטטית חיצונית (לא במחלקה `Polygon`).  
הערה: הנח כי במערך אורכי הצלעות של המצולע יש די מקום להוספת כל הצלעות של המצולע الآخر.
  - לפניך שلد של פעולה ראשית:

```
public static void main(String[] args)
{
 Polygon p1 = new Polygon();
 p1.readToPolygon();
 Polygon p2 = new Polygon();
 p2.readToPolygon();
 (*) _____;
}
```

יש לרשום בשורה המסומנת ב-(\*), הוראה שתביא לכך שהצלעות של מצולע 2 יתווסףו לצלעות של מצולע 1.

רשום במחברתך את ההוראה בעבור כל אחד מהמקרים i-iii :

- תיקן כדי שימוש בפעולה הפנימית `expand` כפי שהוגדרה במחלקה `Polygon` לפיער ג'.
- תיקן כדי שימוש בפעולה הסטטית `expand` כפי שהוגדרה בסעיף ג' .  
אם היא מוגדרת בתוך המחלקה שבה נמצאת הפעולה `main`.
- תיקן כדי שימוש בפעולה הסטטית `expand` כפי שהוגדרה בסעיף ג' .  
אם היא מוגדרת במחלקה אחרת הנקראת `PolygonOperations`

.18. בחנות למכירת אופניים אפשר לשולם באמצעות התשלומים האלה: מזומנים, המחאה (צ'יק), כרטיס אשראי. את הסכום המשולם בהמחאות אפשר לחלק לכמה תשלוםם, התשלומים לא חייבים להיות שווים. תשלום בעבר כל קנייה יכול להתבצע באמצעות תשלום אחד או יותר, כך ששילוב אמצעי תשלום ייתן את הסכום הנדרש. הנה כי הסכום לתשלום וכל אחד מהתשלומים הם מספרים שלמים.

לדוגמה:

- לפניך כמה שילובים אפשריים של אמצעי תשלום בעבר קנייה בסכום של 1000 ש"ח.
  - תשלום את כל הסכום באמצעות תשלום אחד: מזומן או המחאה או כרטיס אשראי.
  - תשלום 200 ש"ח במזומן ו- 800 ש"ח בכרטיס אשראי.
  - תשלום 100 ש"ח במזומן, 500 ש"ח באמצעות שתי המחאות: הראשונה על סך 200 ש"ח והשנייה על סך 300 ש"ח, ו- 400 ש"ח בכרטיס אשראי.

הchnerות זוקה לתוכנה כדי לנחל את תשלוםיו הקונים.

בעבר כל קנייה, המידע המתקבל בחנות הוא:

תאריך הקנייה, הסכום לתשלום בעבר הקנייה ופירוט השילוב של אמצעי תשלום.  
בעבר תשלום במזומן – הסכום לתשלום.

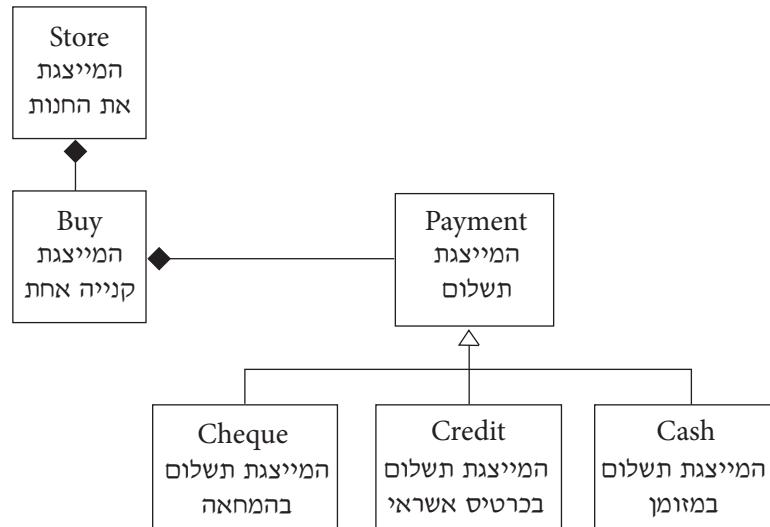
בעבר תשלום בהמחאה – הסכום לתשלום, מספר ההמחאה, שם הבנק  
� והתאריך הרשום על ההמחאה.

בעבר תשלום בכרטיס אשראי – הסכום לתשלום, מספר כרטיס האשראי, תוקף הcartis  
� והתאריך שבו יחויב בעל כרטיס האשראי.

הפעולות הנדרשות מהתוכנה הן:

- קליטה ושמירה של המידע המתקבל בעבר כל קנייה.
- בדיקה שסכום כל התשלומים בעבר קנייה אחת שווה לסכום הקנייה.
- הדפסת קבלה בעבר הקנייה.
- בעבר תאריך מסויים, חישוב של סכום מחירי כל האופניים שנמכרו באותו תאריך.

לפניך תרשים של היררכיית המחלקות הנדרשות בעבר כתיבת התוכנה.



בתרשים מופיעים הסימנים הבאים:



בעבור כל מחלוקת בתרשימים, הגדר את התכונות ואת הפעולות שלה באופן המתאים ביותר לעקרונות של תכונות מונחה עצמים (הכמסה – encapsulation, הירושה – inheritance –, פולימורפיזם – polymorphism).

יש לכלול רק את הפעולות הנחוצות כדי לענות על הדרישות מהתוכנה שתווארו בשאלה.

אין צורך לרשום פעולות בונות, פעולות קובעות (פעולות set) ופעולות אחיזות (פעולות get).

הנה שקיימת מחלוקת Date, המיצגת תאריך.

בעבור כל תוכנה, רשום את ההגדרה שלה ב- Java, ורשום את התיעוד שלה.

בעבור כל פעולה, רשום את הכוורת שלה ב- Java, ורשום תיעוד הכלול מה היא מקבלת ומה היאמחזירה. אין צורך למש את הפעולה.

.19. פניך הממשקים : IPrintBinary, IPrintHtml

ומחלקות : CreateReport, Page2, Page1, Page

```
public interface IPrintHtml
{
 public void createHtml();
}

public interface IPrintBinary
{
 public void createBinary();
}

public class Page implements IPrintBinary
{
 protected int num;

 public Page()
 {}

 public Page(int n)
 {
 this.num = n;
 }

 public void print()
 {
 System.out.println(this.num);
 }

 public void createBinary()
 {}
}

public class Page1 extends Page
{
 protected int num1;

 public Page1 (int n, int n1)
 {
 super(n);
 this.num1 = n1;
 }
}
```

```

public void print()
{
 super.print();
 System.out.println(this.num1);
}

public void createBinary()
{
 System.out.println("Binary Data: num = " + this.num + ", num1 = " + this.num1);
}
}

public class Page2 extends Page implements IPrintHtml
{
 protected int num2;

 public Page2(int n, int n2)
 {
 super(n);
 this.num2 = n2;
 }

 public void print()
 {
 super.print();
 System.out.println(this.num2);
 }

 public void createHtml()
 {
 System.out.println("Html Data: num = " + this.num + ", num2 = " + this.num2);
 }
}

public class CreateReport
{
 public static void createBinaryDoc(IPrintBinary doc)
 {
 System.out.println("*** Binary Doc ***");
 doc.createBinary();
 }

 public static void createHtmlDoc(IPrintHtml doc)
 {
 System.out.println("*** Html Doc ***");
 doc.createHtml();
 }
}

```

.א. לפניך שלושה קטעים i-iii הכתובים ב- Java.

לכל אחד מהקטעים, קבע אם הוא חוקי או אינו חוקי. נמק את קביעותיך.

i Page1 doc1 = new Page1 (10 , 20);  
CreateReport.createHtmlDoc (doc1);

ii Page doc2 = new Page2 (30 , 40);  
CreateReport.createHtmlDoc (doc2);

iii IPrintBinary doc3 = new Page1 (50 , 60);  
CreateReport.createBinaryDoc (doc3);

.ב. הפעולה Doc writeHtmlDoc שלפניך הוספה למחלקה CreateReport. לאחר ההוספה הקומפיילר הודיע על שגיאה. הסבר מהי השגיאה, ותקן אותה.

```
public static void writeHtmlDoc(Page doc)
{
 if (doc instanceof Page2)
 doc.createHtml();
}
```

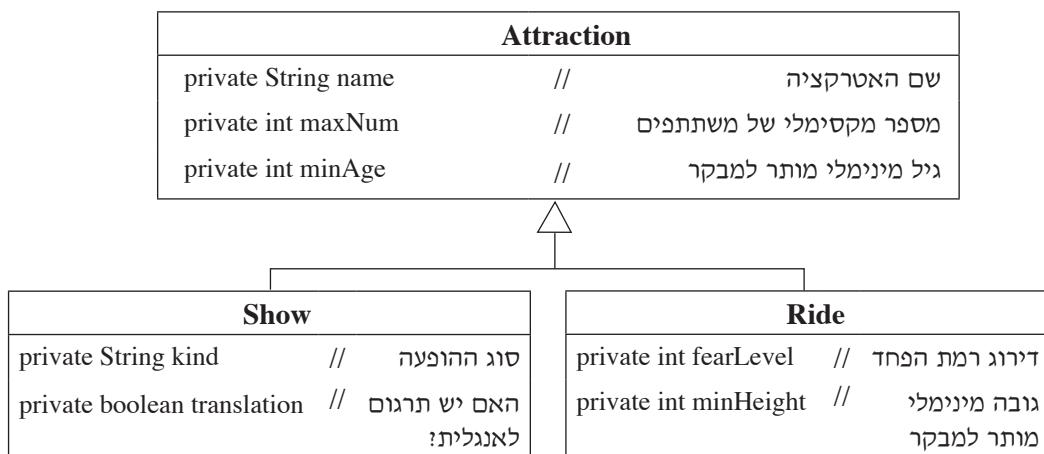
.ג. כתוב את הפלט של קטע התוכנית שלפניך:

```
Page2 doc1 = new Page2 (11 , 22);
CreateReport.createHtmlDoc (doc1);
doc1.print();
```

```
Page doc2 = new Page1 (33 , 44);
CreateReport.createBinaryDoc (doc2);
doc2.print();
```

```
Page doc3 = new Page2 (55 , 66);
CreateReport.createBinaryDoc (doc3);
doc3.print();
```

.20. פארק שעשועים מציע למבקריו אטרקציות מסווגים שונים. חלק מהאטרקציות הן מתוקנים (כמו קורוסלה או רכבת הרים) וחלק מהאטרקציות הן הופעות. נתונה דיאגרמת UML של חלק מהמחלקות במערכת הממוחשבת של הפארק. המחלקה **Show** בעברית אטרקציה, המחלקה **Ride** בעברית מתקן, והמחלקה **Attraction** בעברית הופעה. המחלקות **Show** ו- **Ride** יירושות מהמחלקה **Attraction**.



הנה שבסכל אחת משלוש המחלקות מוגדרות:

- פעולות `set` ו- `get` בעבר כל התכונות.

פעולה בונה מקבלת פרמטרים לכל תוכינה, ומתחילה את תוכנות העצם בהתאם.

א. יש להוציא למערכת הממוחשבת מחלקה **Park** ובה התכונות:

שם הפארק, מערך האטרקציות בפארק.

ממש ב- Java את הסעיפים i-iii במחלקה **Park**:

i כוורת המחלקה והתכונות שלה.

ii פעולה בונה, מקבלת את שם הפארק ואת מערך האטרקציות שהפארק יכול להכיל. הפעולה תאותחל את שם הפארק ותאותחל את מערך האטרקציות בפארק להיות בגודל שהתקבל.

iii פעולה המדפיסה את שמות הופעות שיש להן תרגום לאנגלית.

ב. במחלקה **Park** נתונה הפעולה `addAttraction` מקבלת אטרקציה `a`

ומוסיפה אותה למערך האטרקציות בפארק. כוורת הפעולה היא:

```
public void addAttraction (Attraction a)
```

כתוב ב- Java, פעולה ראשית שתיצור עצם `a` מטיפוס **Park** בשם `lunafun` ויש

בו מקום ל- 30 אטרקציות. כמו כן, הפעולה הראשית תיצור 2 עצמים: אחד מטיפוס

**Ride** ואחד מטיפוס **Show**, ותוסיף אותם למערך האטרקציות של `a`.

בחר ערכים כראונך לאותhol 2 העצים.

/המשך בעמוד 40/

**תכנות מונחה עצמים**

אם למדת מסלול זה ואתה כותב בו **C#**, ענה על שתיים מהשאלות 21-24.  
(כל שאלת – 25 נקודות)

. 21. לפניך המחלקה **מצולע** – **Polygon**.  
חלק מתכונות המצולע והפעולות שלו מתועדים בגוף המחלקה.

```
public class Polygon
{
 public static int maxSides = 100; // מספר צלעות מקסימלי
 private int[] values = new int[maxSides]; // מערך אורכי הצלעות
 private int numSides = 0; // מספר צלעות במצולע
 /* פועלה בונה המחזירה מצולע ריק */
 public Polygon()
 {
 }
 /* פועלה המחזיר את מספר הצלעות במצולע */
 public int GetNumSides()
 {
 return this.numSides;
 }
 /* פועלה המחזיר את מערך אורכי הצלעות של המצולע */
 public int[] GetValues()
 {
 return this.values;
 }
 /* פועלה המתחילה את maxSides */
 public static void SetMaxSides (int maxSides)
 {
 Polygon.maxSides = maxSides;
 }
 /* פועלה מקבלת מספר שלם וגדול מ-0 ומוסיפה למצולע צלע באורך זה */
 /* הינה: יש מקום להוסיף צלע למערך אורכי הצלעות
 public void AddSide(int x)
 {
 this.values[this.numSides] = x;
 this.numSides++;
 }
 /* פועלה הקולטת מהמשתמש את מספר הצלעות שיש להוסיף למצולע */
 /* ואת האורך של כל אחת מהן ומוסיפה את הצלעות למצולע.
 /* הינה: יש מקום להוסיף את הצלעות למערך אורכי הצלעות.
 public void ReadToPolygon()
 {.....}
}
```

/המשך בעמוד 41/

- א. מהי המשמעות של הגדרת התכונה `maxSides` כ- static ? הסבר.
- ב. מה תהיה המשמעות של הגדרת התכונה `maxSides` אם היא תוגדר כ- static const ?
- ג. עלייך למשתבץ C#, פעולה `Expand` המוסיפה למצולע צלעות של מצולע אחר, בכל אחד מהמקרים i-iii שלפניך:
- הפעולה `Expand` תוגדר כפעולה פנימית במחלקה `Polygon`.
  - הפעולה `Expand` תוגדר כפעולה סטטית חיצונית (לא במחלקה `Polygon`).
  - הערה: הנה כי במקרה אורך הצלעות של המצולע יש די מקום להוספת כל הצלעות של המצולע האחר.
- ד. לפניך שلد של פעולה ראשית:

```
public static void Main(string[] args)
{
 Polygon p1 = new Polygon();
 p1.ReadToPolygon();
 Polygon p2 = new Polygon();
 p2.ReadToPolygon();
 (*) _____ ;
}
```

יש לרשום בשורה המסומנת ב-(\*), הוראה שתביא לכך שהצלעות של מצולע `p2` יתווסףו לצלעות של מצולע `p1`.

- רשום במחברתך את ההוראה בעבור כל אחד מהמקרים i-iii :
- תיק כדי שימוש בפעולת הפנימית `Expand` כפי שהוגדרה במחלקה `Polygon` לפי סעיף ג' .
  - תיק כדי שימוש בפעולת הסטטית `Expand` כפי שהוגדרה בסעיף ג' אם היא מוגדרת בתוך המחלקה שבה נמצאת הפעולה `Main` .
  - תיק כדי שימוש בפעולת הסטטית `Expand` כפי שהוגדרה בסעיף ג' אם היא מוגדרת במחלקה אחרת הנקראת `PolygonOperations` .

22. בחנות למכירת אופניים אפשר לשלם באמצעות התשלום האלה: מזמן, המחאה (ציק), כרטיס אשראי. את הסכום המשולם בהמחאות אפשר לחלק לכמה תשלוםמים, התשלומים לא חייבים להיות שווים. תשלום עבור כל קנייה יכול להתבצע באמצעות אחד או יותר, כך ש不留וב אמצעי התשלום ייתן את הסכום הנדרש. הנה כי הסכום לתשלום וכל אחד מהתשלומים הם מספרים שלמים.

לדוגמה:

- לפניך כמה שילובים אפשריים של אמצעי תשלום עבור קנייה בסכום של 1000 ש"ח.
- תשלום את כל הסכום באמצעות אחד: מזמן או המחאה או כרטיס אשראי.
  - תשלום 200 ש"ח במזמן ו- 800 ש"ח בכרטיס אשראי.
  - תשלום 100 ש"ח במזמן, 500 ש"ח באמצעות שתי המחאות: הראשונה על סך 200 ש"ח והשנייה על סך 300 ש"ח, ו- 400 ש"ח בכרטיס אשראי.

החותן זוקה לתוכנית כדי לנוהל את תשלוםיו הקוניים.

בעבור כל קנייה, המידע המתתקבל בחנות הוא:

תאריך הקנייה, הסכום לתשלום בעבור הקנייה ופירוט השילוב של אמצעי התשלום.  
בעבור תשלום במזמן — הסכום לתשלום.

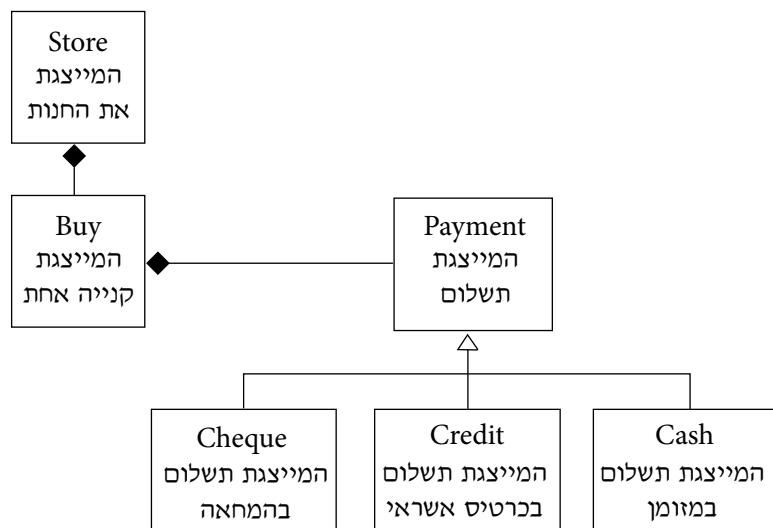
בעבור תשלום בהמחאה — הסכום לתשלום, מספר ההמחאה, שם הבנק  
� והתאריך הרשום על ההמחאה.

בעבור תשלום בכרטיס אשראי — הסכום לתשלום, מספר כרטיס האשראי, תוקף הקרן  
� והתאריך שבו יחויב בעל כרטיס האשראי.

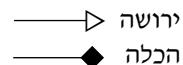
הפעולות הנדרשות מהתוכנה הן:

- קליטה ושמירה של המידע המתתקבל בעבור כל קנייה.
- בדיקה שסכום כל התשלומים בעבור קנייה אחת שווה לסכום הקנייה.
- הדפסת קבלה בעבור הקנייה.
- בעבור תאריך מסוים, חישוב של סכום מחירי כל האופניים שנמכרו באותו תאריך.

לפניך תרשים של היררכיית המחלקות הנדרשות בעבר כתיבת התוכנה.



בתרשים מופיעים הסימנים הבאים:



בעבור כל מחלוקת בתרשימים, הגדר את התכונות ואת הפעולות שלה באופן המתאים ביותר, inheritance – (הכמסה –), הירושה – (polymorphism –).

יש לכלול רק את הפעולות הנחוצות כדי לענות על הדרישות מהתוכנה שתוארו בשאלת.

אין צורך לרשום פעולות בוניות, פעולות קבועות (פעולות Set) ופעולות מאחרות (פעולות Get).

הנה שקיימת מחלוקת Date, המיצגת תאריך.

בעבור כל תוכנה, רשום את ההגדרה שלה ב- C#, ורשום את התיעוד שלה.

בעבור כל פעולה, רשום את הכוורתה שלה ב- C#, ורשום תיעוד הכלול מה היא מקבלת ומה היאמחזירה. אין צורך למש את הפעולה.

.23. לפניך הממשקים : IPrintBinary, IPrintHtml .

והמחלקות : CreateReport, Page2, Page1, Page

```
public interface IPrintHtml
{
 public void CreateHtml();
}

public interface IPrintBinary
{
 public void CreateBinary();
}

public class Page: IPrintBinary
{
 protected int num;

 public Page()
 {}

 public Page(int n)
 {
 this.num = n;
 }

 public virtual void Print()
 {
 Console.WriteLine (this.num);
 }

 public virtual void CreateBinary()
 {}
}

public class Page1 : Page
{
 protected int num1;

 public Page1 (int n, int n1) : base(n)
 {
 this.num1 = n1;
 }
}
```

```

public override void Print()
{
 base.Print();
 Console.WriteLine (this.num1);
}

public override void CreateBinary()
{
 Console.WriteLine ("Binary Data: num = " + this.num + ",num1 = " + this.num1);
}
}

public class Page2 : Page, IPrintHtml
{
 protected int num2;

 public Page2(int n, int n2): base(n)
 {
 this.num2 = n2;
 }

 public override void Print()
 {
 base.Print();
 Console.WriteLine (this.num2);
 }

 public void CreateHtml()
 {
 Console.WriteLine ("Html Data: num = " + this.num + ", num2 = " + this.num2);
 }
}

public class CreateReport
{
 public static void CreateBinaryDoc(IPrintBinary doc)
 {
 Console.WriteLine("*** Binary Doc ***");
 doc.CreateBinary();
 }

 public static void CreateHtmlDoc(IPrintHtml doc)
 {
 Console.WriteLine("*** Html Doc ***");
 doc.CreateHtml();
 }
}

```

(שים לב: סעיפים השאלה בעמוד הבא.)

א. לפניה שלושה קטעים i-iii הכתובים ב- C#.

לכל אחד מהקטעים, קבע אם הוא חוקי או אינו חוקי. נמק את קביעותיך.

i Page1 doc1 = new Page1 (10 , 20);  
CreateReport.CreateHtmlDoc (doc1);

ii Page doc2 = new Page2 (30 , 40);  
CreateReport.CreateHtmlDoc (doc2);

iii IPrintBinary doc3 = new Page1 (50 , 60);  
CreateReport.CreateBinaryDoc (doc3);

ב. הפעלה WriteHtmlDoc שלפניה הוספה למחלקה CreateReport. לאחר הוספה הקומפיילר הודיע על שגיאה. הסבר מהי השגיאה, ותקן אותה.

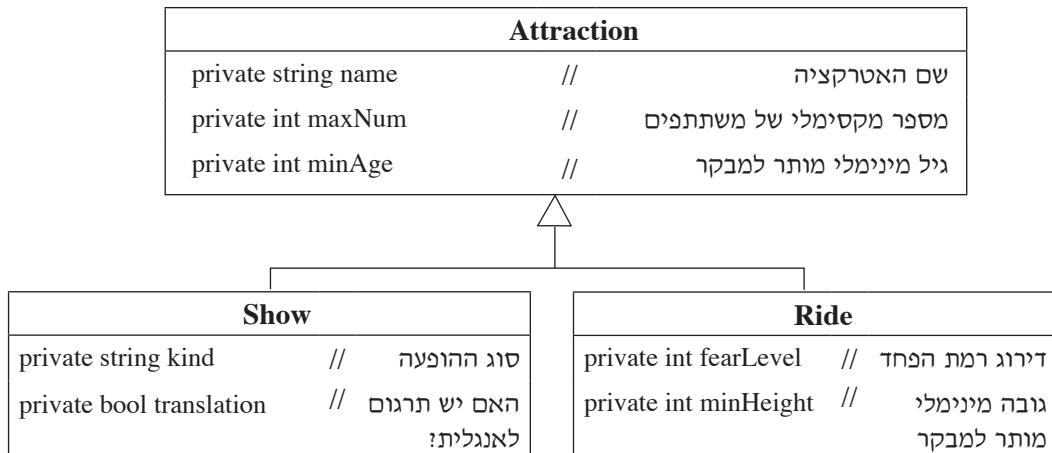
```
public static void WriteHtmlDoc(Page doc)
{
 if (doc is Page2)
 doc.CreateHtml();
}
```

ג. כתוב את הפלט של קטע התוכנית שלפניה:  
Page2 doc1 = new Page2 (11 , 22);  
CreateReport.CreateHtmlDoc (doc1);  
doc1.Print();

```
Page doc2 = new Page1 (33 , 44);
CreateReport.CreateBinaryDoc (doc2);
doc2.Print();
```

```
Page doc3 = new Page2 (55 , 66);
CreateReport.CreateBinaryDoc (doc3);
doc3.Print();
```

24. פארק שעשויים מציע למבקריו אטרקציות מסווגים שונים. חלק מהאטרקציות הן מתקנים (כמו קרוסלה או רכבת הרים) וחלק מהאטרקציות הן הופעות. נתונה דיאגרמת UML של חלק מהמחלקות במערכת הממוחשבת של הפארק. המחלקה **Attraction** בעברית אטרקציה, המחלקה **Ride** בעברית מתקן, והמחלקה **Show** בעברית הופעה. המחלקות **Ride** ו- **Show** יירושות מהמחלקה **Attraction**.



הנה שbullet אחת משלוש המחלקות מוגדרות:

- פעולות Set ו- Get בעברית כל התכונות.

פעולה בונה מקבלת פרמטרים לכל תוכונה, ומתחילה את תוכנות העצם בהתאם.

**a.** יש להוסיף למערכת הממוחשבת מחלקה **Park** ובה התכונות:

שם הפארק, מערך האטרקציות בפארק.

ממש ב- C# את הסעיפים i-iii במחלקה **Park**:

i כוורת המחלקה והתכונות שלה.

ii פעולה בונה, מקבלת את שם הפארק ואת מספר האטרקציות שהפארק יכול להכיל. הפעולה תאותל את שם הפארק ותאותל את מערך האטרקציות בפארק להיות בגודל שהתקבל.

iii פעולה המדפיסה את שמות הופעות שיש להן תרגום לאנגלית.

**b.** במחלקה **Park** נתונה הפעולה AddAttraction המקבלת אטרקציה a ומוסיפה אותה למערך האטרקציות בפארק. כוורת הפעולה היא:

```
public void AddAttraction (Attraction a)
```

כתב ב- C#, פעולה ראשית שתיצור עצם `k` מטיפוס **Park** בשם lunafun ויש בו מקום ל- 30 אטרקציות. כמו כן, הפעולה הראשית תיצור 2 עצמים: אחד מטיפוס **Ride** ואחד מטיפוס **Show**, ותוסיף אותם למערך האטרקציות של `k`. בחר ערכים כראונך לאותול 2 העצים.

## בהצלחה!