מדעי המחשב

פרק ראשון

שאלה 1

Java

```
//---           מערך של מספרים שלמים :ט.כניסה ---
//--- ט. יציאה: מוחזר מקומו של המקסימום במערך ---
public static int bigB (int [] arr)
{
    int max = arr[0];
    int place = 0;
    for (int i = 1; i < arr.length; i++)
    {
        if (arr[i] > max)
        {
            max = arr[i];
            place = i;
        }
    }
    return place;
}
```

```
//---           מערך של מספרים שלמים :ט.כניסה ---
//--- ט. יציאה: מוחזר מקומו של המקסימום במערך ---
public static int bigA (int [] arr)
{
    int max = 0;
    for (int i = 1; i < arr.length; i++)
    {
        if (arr[i] > arr[max])
            max = i;
    }
    return max;
}
```

C#

```
//---           מערך של מספרים שלמים :ט.כניסה  ---
//--- ט. יציאה: מוחזר מקומו של המקסימום במערך ---
public static int bigB(int[] arr)
{
    int max = arr[0];
    int place = 0;
    for (int i = 1; i < arr.Length; i++)
    {
        if (arr[i] > max)
        {
            max = arr[i];
            place = i;
        }
    }
    return place;
}
```

```
//---           מערך של מספרים שלמים :ט.כניסה ---
//--- ט. יציאה: מוחזר מקומו של המקסימום במערך ---
public static int bigA(int[] arr)
{
    int max = 0;
    for (int i = 1; i < arr.Length; i++)
    {
        if (arr[i] > arr[max])
            max = i;
    }
    return max;
}
```

שאלה 2

Java

```
public class Game
{
    private String gameName;     //  שם המשחק
    private int numPlayers;      //  מספר השחקנים
    private boolean isWater;     //  ?האם במים

    //--- בנאי ---
    public Game(String gameName, int numPlayers, boolean isWater)
    {
        this.gameName = gameName;
        this.numPlayers = numPlayers;
        this.isWater = isWater;
    }

    //--- פעולה המחזירה את שם המשחק ---
    public String getGameName()
    {
        return gameName;
    }

public class Country
{
    private String countryName;      //  שם המדינה

    //--- הגדרת אוסף המשחקים ---
    public static int size = 43;     //  מספר המשחקים
    private Game [] games;           //  מערך המשחקים
    private int lastGame;            //  מספר המשחקים בפועל

    //---  בנאי ---
    public Country(String name)
    {
        this.countryName = name;
        this.games = new Game[size];
        this.lastGame = 0;
    }

    //--- ?האם מדינה משתתפת בבחינה ---
    public boolean isParticipate (String name)
    {
        int i = 0;
        while (i < this.lastGame)
        {
            if (this.games[i].getGameName().equals(name))
                return true;
            i++;
        }

        return false;
    }
}
```

C#

```
class Game
{
    private String gameName;     //  שם המשחק
    private int numPlayers;      //  מספר השחקנים
    private bool isWater;        //  ?האם במים

    //--- בנאי ---
    public Game(string gameName, int numPlayers, bool isWater)
    {
        this.gameName = gameName;
        this.numPlayers = numPlayers;
        this.isWater = isWater;
    }

    //--- פעולה המחזירה את שם המשחק ---
    public string GetGameName()
    {
        return gameName;
    }
```

```
class Country
{
    private String countryName;      //  שם המדינה

    //--- הגדרת אוסף המשחקים ---
    public static int size = 43;     //  מספר המשחקים
    private Game[] games;            //  מערך המשחקים
    private int lastGame;            //  מספר המשחקים בפועל

    //---  בנאי ---
    public Country(string name)
    {
        this.countryName = name;
        this.games = new Game[size];
        this.lastGame = 0;
    }

    //--- ?האם מדינה משתתפץ בבחינה ---
    public bool isParticipate(String name)
    {
        int i = 0;
        while (i < this.lastGame)
        {
            if (this.games[i].GetGameName().Equals(name))
                return true;
            i++;
        }

        return false;
    }
}
```

שאלה 3

א. הפלט עבור n = 15

1 2 3 5 7 11 13

ב. מטרת הפעולה: **הכברה של ארתוסטנס** (כברה = מסננת)
חישוב והדפסת כל המספרים הראשוניים עד n.

(הפעולה מדפיסה גם את 1 למרות שאינו נחשב כמספר ראשוני)

```
2 :     0   1   2   3   0   5   0   7   0   9   0   11  0   13  0   15
3 :     0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
4 :     0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
5 :     0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
6 :     0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
7 :     0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
8 :     0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
9 :     0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
10 :    0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
11 :    0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
12 :    0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
13 :    0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
14 :    0   1   2   3   0   5   0   7   0   0   0   11  0   13  0   0
~~~~~~~~~~~~~
1   2   3   5   7   11  13
```

פלט הפעולה

פרק שני

שאלה 4

א. פעולות **הוספה** ו-**האם-קיים** ב- O(n) פעולות **הצג-מינימום** ו- **הוצא-מקסימום** ב- O(1)

- **ייצוג:** **רשימה דו-כיוונית ממוינת (בסדר עולה או יורד)** (בגודל n)
- הפנייה לאיבר בקצה אחד (מינימום) ולאיבר בקצה האחר (מקסימום).

O(n)	הוספה בצורה ממוינת insert (x) Insert (x)	מעבר על הרשימה למציאת המקום המתאים לאיבר. (המעבר O(n) נעשה בעזרת שתי הפניות pos ו- prev והכנסה אחרי prev - O(1)) עדכון ההפניות למינימום ולמקסימום במידת הצורך.
O(n)	האם-קיים? exists(x) Exists (x)	מעבר על כל הרשימה עד למציאת האיבר או עד שמגיעים לאיבר ראשון הגדול (או הקטן, תלוי בסוג המיון) ממנו.
O(1)	הצג-מינימום showMin() ShowMin()	החזרת ה- value של ההפניה למינימום. הנחה: הרשימה לא ריקה.
O(1)	הוצא-מקסימום getMax() GetMax()	גישה מידית לאיבר המקסימום והוצאתו מהרשימה תוך עדכון ההפניה להפנות למקסימום החדש (הקודם במיון בסדר עולה / העוקב במיון בסדר יורד). הנחה: הרשימה לא ריקה.

- **ייצוג:** **מערך חד-ממדי ממוין בסדר עולה** (המכיל n איברים)
- שמירת אינדקס לאיבר ראשון (מינימום) ולאיבר אחרון (מקסימום).

O(n)	הוספה בצורה ממוינת insert (x) Insert (x)	מעבר על המערך למציאת המקום המתאים לאיבר, הזזת האיברים כדי לפנות מקום לאיבר והכנסתו למערך. עדכון מקום המינימום והמקסימום במידת הצורך. הנחה: יש מספיק מקום במערך.
O(n)	האם קיים? exists(x) Exists (x)	מעבר על כל המערך עד למציאת האיבר או עד שמגיעים לאיבר ראשון הגדול ממנו.
O(1)	הצג מינימום showMin() ShowMin()	החזרת הערך שאינדקס התא שלו נמצא במינימום. הנחה: המערך לא ריק.
O(1)	הוצא מקסימום getMax() GetMax()	הוצאת האיבר האחרון במערך ועדכון ההפניה למקסימום (האיבר האחרון החדש) הנחה: המערך לא ריק.

ב. ביצוע פעולות **הוספה** ו-**הוצא-מקסימום** ב- O(n) הפעולה **div7** בסיבוכיות O(1)

- **ייצוג: רשימה/שרשרת חד או דו-כיוונית, ממוינת** (בגודל n)
- מונה למספר האיברים המתחלקים ב- 7

O(n)	הוספה בצורה ממוינת insert(x) Insert(x)	מעבר על הרשימה למציאת המקום המתאים לאיבר. (המעבר O(n) נעשה בעזרת שתי הפניות pos ו- prev והכנסה אחרי prev - O(1)) אם המספר מתחלק ב- 7 - עדכון המונה.
O(n)	הוצא-מקסימום getMax() GetMax()	מעבר על כל הרשימה למציאת המקסימום והוצאתו. (ברשימה חד-כיוונית, המעבר נעשה בעזרת שתי הפניות pos ו- prev) אם המספר מתחלק ב- 7 - עדכון המונה. הנחה: הרשימה לא ריקה.
O(1)	מתחלק ב-7? div7() / Div7()	החזרת מצב המונה (החזר: מונה == 0)

- **ייצוג: מערך חד-ממדי ממוין בסדר יורד** (המכיל n איברים)
- מונה למספר האיברים המתחלקים ב- 7

O(n)	הוספה בצורה ממוינת insert(x) Insert(x)	מעבר על המערך למציאת המקום המתאים לאיבר, הזזת האיברים כדי לפנות מקום לאיבר והכנסתו למערך. אם המספר מתחלק ב- 7 - עדכון המונה. הנחה: יש מספיק מקום המערך.
O(n)	הוצא-מקסימום getMax() GetMax()	המקסימום הוא האיבר הראשון, מחיקתו על ידי ציפוף שאר איברי המערך מקום אחד שמאלה (סגירת "החור"). אם המספר מתחלק ב- 7 עדכון המונה. הנחה: המערך לא ריק.
O(1)	מתחלק ב-7 div7() / Div7()	החזרת מצב המונה (החזר: מונה == 0)

- **ייצוג: מחסנית / תור ממוינים בסדר עולה** (בגודל n)
- מונה למספר האיברים המתחלקים ב- 7

O(n)	הוספה בצורה ממוינת insert(x) Insert(x)	מעבר על איברי המחסנית/תור למציאת המקום המתאים לאיבר (כרוך בהעברת לכל היותר n איברים למחסנית/תור עזר והחזרתם). אם המספר מתחלק ב- 7 עדכון המונה. הנחה עבור מחסנית/תור הממומשים במערך: יש מספיק מקום להוספת האיבר.
O(1)	הצג-מקסימום getMax() GetMax()	הערך המקסימלי נמצא בתחתית המחסנית / סוף התור. כרוך בהעברת כל n האיברים למחסנית / תור עזר והחזרתם. אם המספר מתחלק ב- 7, עדכון המונה. הנחה: המחסנית / תור לא ריקים.
O(1)	מתחלק ב-7 div7() / Div7()	החזרת מצב המונה (החזר: מונה == 0)

שאלה 5

א. (1) *

	0	1	2	3	4	5
c	2	1	1	1	0	2
	2	3	4	5	5	7

length
6

(2) **

	0	1	2	3	4	5
c	~~2~~ 1	~~3~~ 2	~~4~~ 3	~~5~~ 4	~~5~~ 4	~~7~~ 6

	0	1	2	3	4	5	6
arr	5	0	2	1	3	0	5

length
7

	0	1	2	3	4	5	6
b	~~0~~ 0	~~0~~ 0	~~0~~ 1	~~0~~ 2	~~0~~ 3	~~0~~ 5	~~0~~ 5

length
7

(3) ***

n	j	j ≥ n	arr[j]	c[arr[j]] לפני	c[arr[j]] אחרי	b[c[arr[j]] - 1]
7	6	T	5	c[5] = 7	6	b[7-1] = b[6] = 5
	5	T	0	c[0] = 2	1	b[2-1] = b[1] = 0
	4	T	3	c[3] = 5	4	b[5-1] = b[4] = 3
	3	T	1	c[1] = 3	2	b[3-1] = b[2] = 1
	2	T	2	c[2] = 4	3	b[4-1] = b[3] = 2
	1	T	0	c[0] = 1	0	b[1-1] = b[0] = 0
	0	T	5	c[5] = 6	5	b[6-1] = b[5] = 5
	-1	F				

ב. הפעולה ממיינת את איברי מערך arr לתוך מערך b

ג. סיבוכיות הפעולה הוא O(n):
הפעולה מבצעת 4 מעברים על 3 מערכים שכל אחד מהם בגודל n או k.

מעבר ראשון: אתחול מערך c ל- 0 O(k)
מעבר שני *: מערך c משמש כמערך מונים
לאיברי מערך arr. מניית האיברים O(n)
מעבר שלישי **: סכום האיברים במערך c O(k)
מעבר רביעי ***: השמת כל ערך בתא המתאים במערך b O(n)
סה"כ 2n + 2k צעדים כך ש- $k \le n$ ומכאן שמספר הצעדים חסום ע"י 4n
⇦ סיבוכיות ליניארית: O(n)

מיון מנייה או **מיון ספירה** (counting sort) הוא אלגוריתם מיון עבור מספרים שלמים המתבסס על העובדה שהמספרים נמצאים בטווח חסום כדי לבצע את המיון בזמן מהיר יותר מזה שמסוגלים לו אלגוריתמי המיון הכלליים. בצורה אינטואיטיבית, די למיון לעבור על קבוצת האיברים שרוצים למיין ולמנות את מספר המופעים של כל אחד מהאיברים, ומכאן שמו של האלגוריתם. (גוגל)

שאלה 6

Java

```
//---          ? קיים בעץ      ---
//---  x פעולה המחזירה אמת אם  ---
//---       קיים בעץ ושקר אחרת ---
public static boolean exist (BinNode<Integer> bt, int x)
{
    if (bt == null)
        return false;
    if (bt.getValue() == x)
        return true;
    return exist (bt.getLeft(),x) || exist (bt.getRight(),x);
}

//--- פעולה המקבלת שני עצים בינארים ורשימה ---
//--- ומכניסה לרשימה את כל האיברים שנמצאים ---
//---       בעץ הראשון ולא נמצאים בעץ השני ---
public static Node<Integer> check (BinNode<Integer> t1,
                                   BinNode<Integer> t2,
                                   Node<Integer> list)
{
    if (t1 != null)
    {
        int x = t1.getValue();
        if (!exist (t2, x))
            list.setNext (new Node<Integer> (x, list.getNext()));
        list = check (t1.getLeft(), t2, list);
        list = check (t1.getRight(), t2, list);
    }
    return list;
}
```

ניתן להחליף את קטע הקוד המסומן בקטע הבא

```
if (!exist(t2, x))
{
    Node<Integer> pos = list;
    pos.setNext(new Node<Integer>(x, pos.getNext()));
}
```

C#

```
// --- ? קיים בעץ ---
// --- x פעולה המחזירה אמת אם ---
// --- קיים בעץ ושקר אחרת ---
public static bool exist(BinNode<int> bt, int x)
{
    if (bt == null)
        return false;
    if (bt.GetValue() == x)
        return true;
    return exist(bt.GetLeft(), x) || exist(bt.GetRight(), x);
}


// --- פעולה המקבלת שני עצים בינארים ורשימה ---
// --- ומכניסה לרשימה את כל האיברים שנמצאים ---
// --- בעץ הראשון ולא נמצאים בעץ השני ---
public static Node<int> check (BinNode<int> t1,
                               BinNode<int> t2,
                               Node<int> list)
{
    if (t1 != null) {
        int x = t1.GetValue();
        if (!exist(t2, x))
            list.SetNext(new Node<int>(x, list.GetNext()));
        list = check(t1.GetLeft(), t2, list);
        list = check(t1.GetRight(), t2, list);
    }
    return list;
}
```

ניתן להחליף את קטע הקוד המסומן בקטע הבא

```
if (!exist(t2, x))
{
    Node<int> pos = list;
    pos.SetNext(new Node<int>(x, pos.GetNext()));
}
```

פרק שלישי

מערכות מחשב ואסמבלי

הפתרון לפרק זה נכתב ע"י: **רונית (מרציאנו) גל-אור**

שאלה 7

א.

```
        MOV  AX,7F80H
        CMP  AH,AL
        JL   SMALL
BIG:
        MOV  BL,AH
        JMP  SOF
SMALL:
        MOV  BL,AL
SOF:
```

(1) טבלת מעקב

	AX		BX		CF	OF	SF	ZF
	AH	AL	BH	BL				
MOV AX,7F80H	7Fh	80h						
CMP AH,AL					1	1	1	
MOV BL,AH				7Fh				

בסיום הקטע: BL = 7Fh

(2) הקטע משווה בין תוכן אוגר AH ואוגר AL בהתייחס לתוכן האוגרים כמספרים מכוונים ואת הערך הגדול שם באוגר BL

(3) אם נחליף את ההוראה JL SMALL
בהוראה JB SMALL
ערכו של BL ישתנה ויהיה: 80H

ב.

(1)	10011110101110 2 >27AE16	לא נכון! - הערכים שווים
(2)	27AE16 > 1015910 -> 27AF16 > 27AE16	לא נכון!
(3)	התפקידים של BP ו SP BP - אחראי על ה"טיול" במחסנית SP- מצביע על ראש המחסנית	לא נכון! (ההסברים הפוכים)
(4)	בסיום הקריאה והביצוע של כל הוראה ערכו של IP גדל תמיד ב 1 - IP גדל בהתאם לגודל הפקודה האחרונה אותו ביצע	לא נכון!

(5)	קטע 1
	MOV DX,0000H
	MOV AX,0064H
	DIV AL
		קטע 2
		MOV DX,0000H
		MOV AX,0064H
		DIV AX
			נכון!

(6)	קטע 1
	MOV AL, 5BH
	MOV CL, 8
	ROL AL, CL
		קטע 2
		MOV AL, 5BH
		MOV CL, 9
		ROL AL, CL
			לא נכון!
			בסיום קטע 1 ערכו של AL יהיה שווה לערך שהוצב בו בהוראה הראשונה
			בסיום קטע 2 ערכו של AL
			לא יהיה שווה לערך שהוצב בו בהוראה הראשונה
			ערכו יהיה AL = B6

שאלה 8

```
ARR1  DW  2025H,1061H,1492H,5777H,1948H
ARR2  DW  1984H,1601H,2914H,9999H,8491H
 K    DW  5


XOR   SI,SI  ;INDEX OF ARRAY 1 AND 2
        MOV   CX,K   ;LOOP COUNTER
        MOV   DX,0   ; COUNT POLINDROM WORDS

AGAIN:
              PUSH  CX     ; KEEP LOOP COUNTER
              MOV   AX,ARR1[SI]
              MOV   CL,4

        XCHG  AH,AL

        MOV   BH,AH
              SHR   AH,CL
              SHL   BH,CL
              ADD   AH,BH

        MOV   BL,AL
              SHR   AL,CL
              SHL   BL,CL
              ADD   AL,BL

        CMP   AX,ARR2[SI]
              JNE   CONT
              INC   DX
CONT:
        INC   SI
              INC   SI
              POP   CX
              LOOP  AGAIN
```

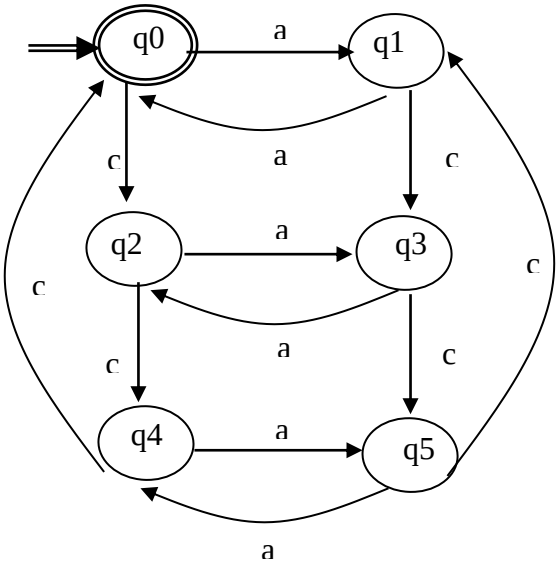
מודלים חישוביים

הפתרון לפרק זה נכתב ע"י: **רחל לודמר** / **חיים אברבוך**

שאלה 11

א. ע"י **רחל לודמר**:

ניעזר במקרא הבא:

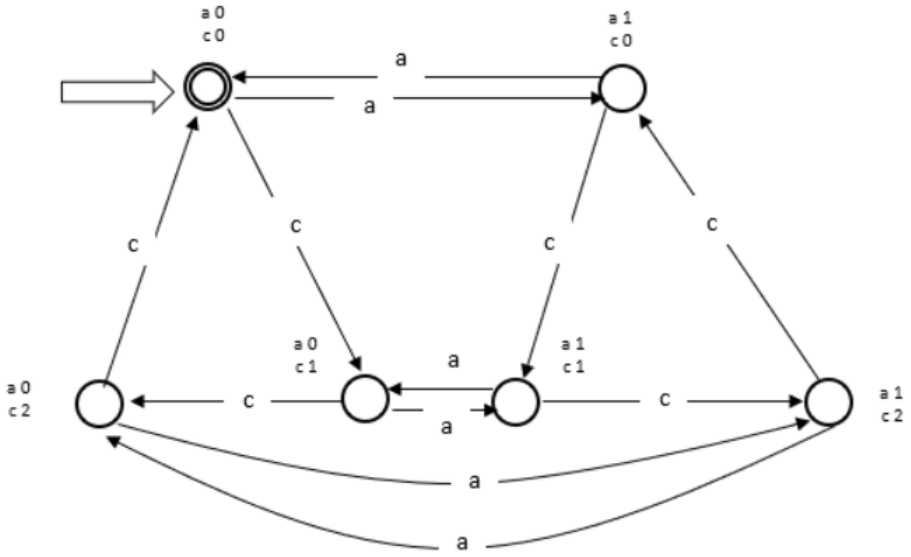


מצב	תאור: השאריות המתאימות של a, c עד למצב הנוכחי
q0	|a|%2=0, |c|%3=0
q1	|a|%2=1, |c|%3=0
q2	|a|%2=0, |c|%3=1
q3	|a|%2=1, |c|%3=1
q4	|a|%2=0, |c|%3=2
q5	|a|%2=1, |c|%3=2

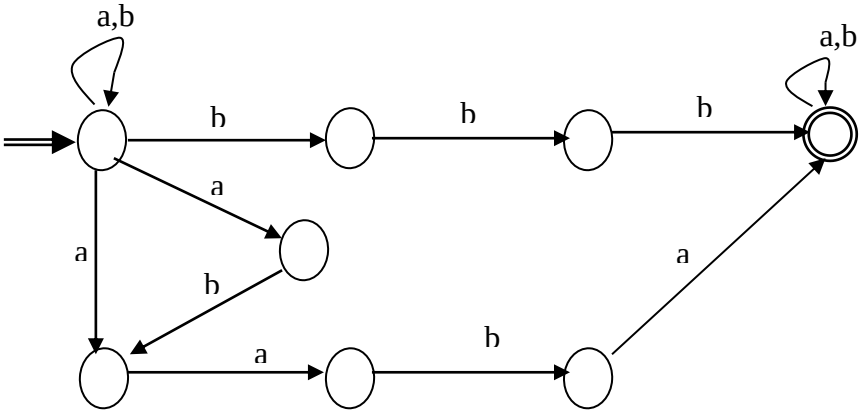
א. ע"י **חיים אברבוך**:

(1) האוטומט מקבל את כל המילים מעל {a,c} שמספר ה a ים זוגי ומספר ה c שארית חלוקה ב 3 שווה ל 0

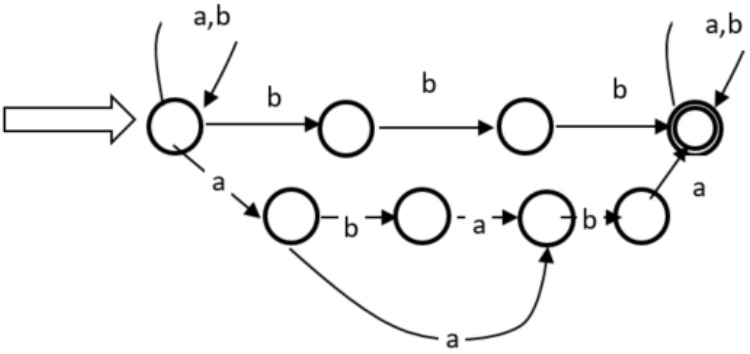
(2) כיון ששארית חלוקה ב 2 דורשת 2 מצבים ושארית חלוקה ב 3 דורשת 3 מצבים באוטמט המבוקש יהיו 6 מצבים. (ליד כל מצב רשום שארית החלוקה המתאימה.



ב. ע"י **רחל לודמר**:

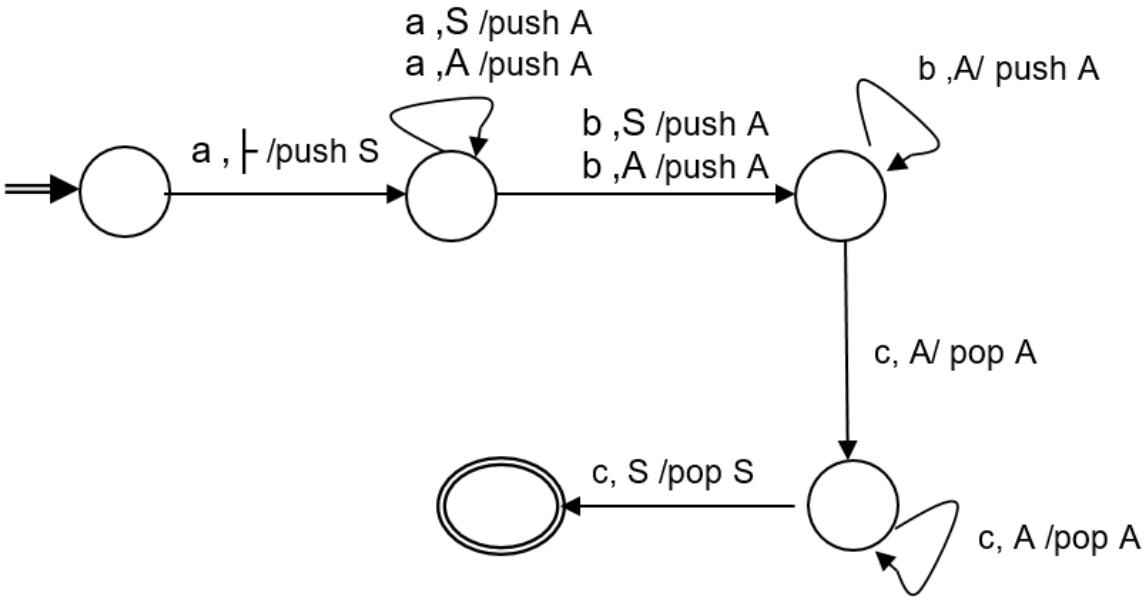


ב. ע"י **חיים אברבוך**:

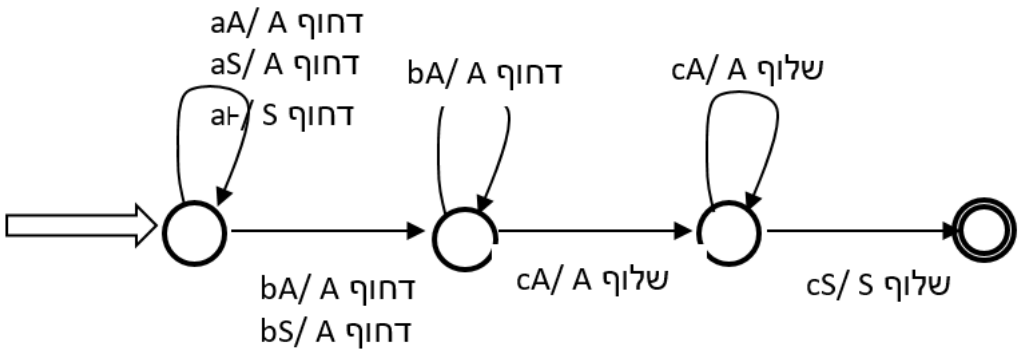


שאלה 12

א. ע"י **רחל לודמר**: **אוטומט מחסנית**

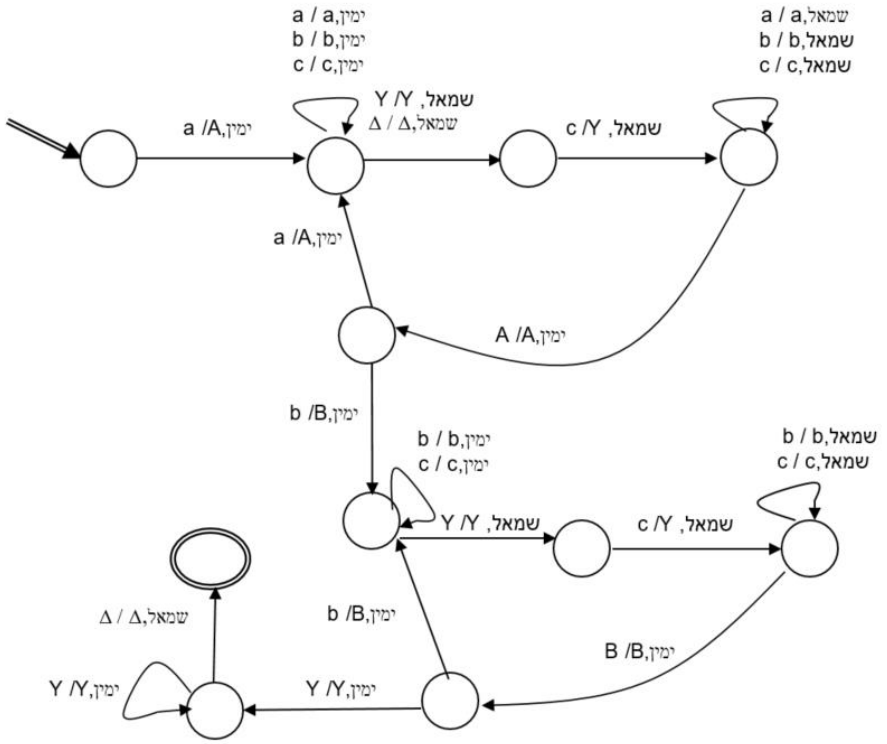


א. ע"י **חיים אברבוך**: **אוטומט מחסנית**



ב. ע"י **רחל לודמר**:

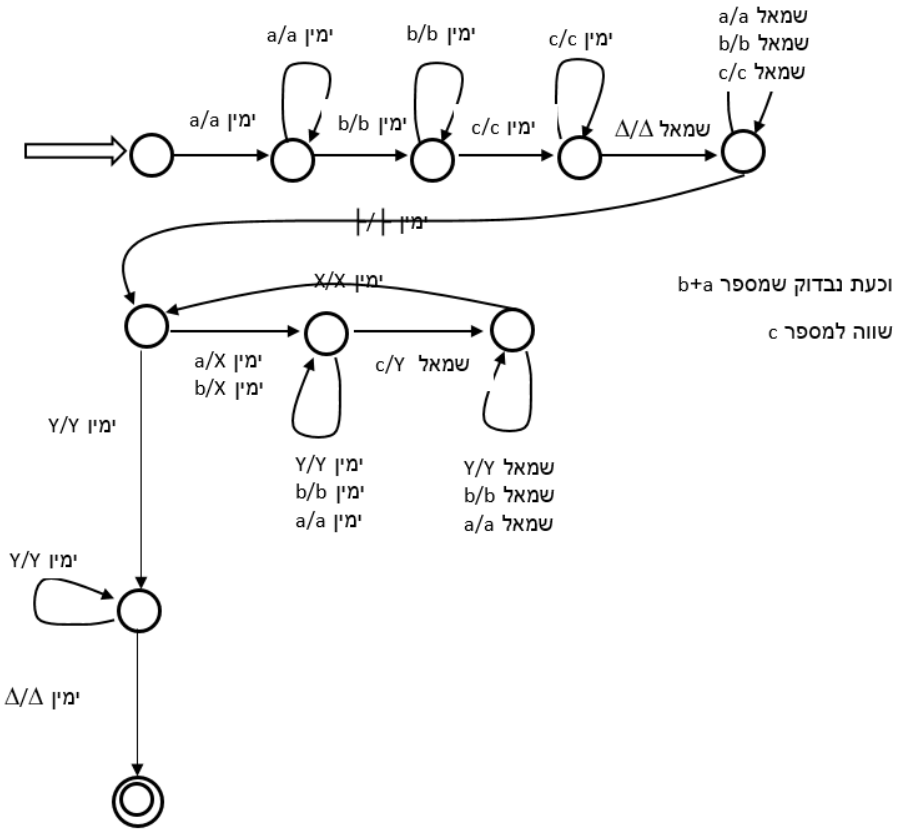
מכונת טיורינג



ב. ע"י **חיים אברבוך**:

תחילה נבדוק שהמבנה הינו a ים לאחר מכן b ים לאחר מכן c ים

מכונת טיורינג

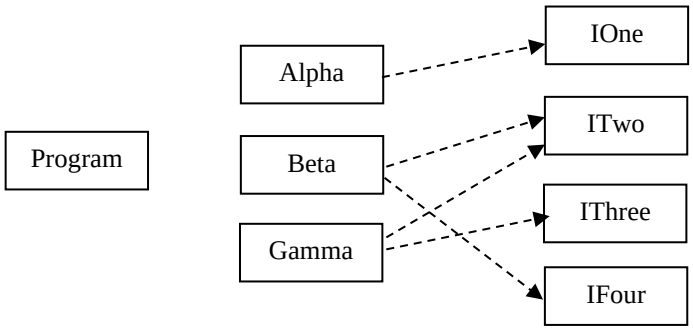


וכעת נבדוק שמספר a+b

שווה למספר c

תכנות מונחה עצמים

שאלה 13 / 15



א. כל מחלקה המממשת ממשק מתחייבת לממש את הפעולות שבממשק

מחלקה	פעולות Java	פעולות C#
Alpha	**boolean** firstA (Object x) **void** firstA (Object x)	**bool** FirstA (Object x) **void** FirstA (Object x)
Beta	**int** second() **int** fourth()	**int** Second() **int** Fourth()
Gamma	**int** second() **int** third()	**int** Second() **int** Third()

ב. ההגדרה אינה תקינה. יש לשמור על הסדר: מחלקה יורשת ורק אחר כך ממשת.
התיקון:

java: **public class** Omega **extends** Beta **implements** IFour { }
C#: **public class** Omega **:** Beta, IFour { }

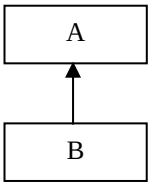
ג.

i	ITwo x1 = **new** ITwo ();	**שגוי**. לא ניתן ליצור עצם מטיפוס ממשק
ii	Beta b = **new** Beta();	**תקין**. יצירת עצם מטיפוס המחלקה
iii	Alpha a = **new** Alpha(); IOne x2 = a;	**תקין**. Alpha ממשת את IOne. מתבצעת המרה כלפי מעלה מטיפוס המחלקה לטיפוס הממשק.
iv	Gamma c = new Gamma (); IOne x3 = c;	**שגוי**. Gamma אינה ממשת את IOne

ד.

i	Beta b = **new** Beta(); || ITwo b = **new** Beta(); **int** x = b.second ();	**תקין**. Beta ממשת את ITwo
ii	Gamma g = **new** Gamma(); ~~Alpha a = (Alpha) g;~~	**שגוי**. אין קשר בין שתי המחלקות

שאלה 14 / 16



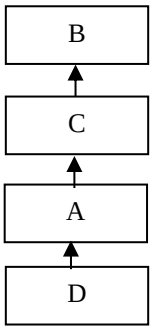
א. נתון: A a1 = new B();

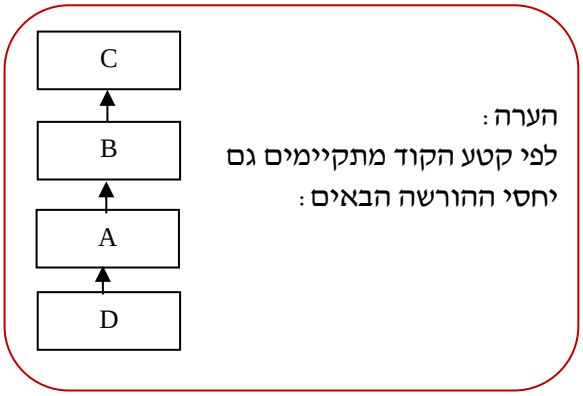
(i) קביעה לא נכונה. **המשפט תקין.** Object obj = a1;
כל העצמים יורשים מ- Object. מתבצעת המרה אוטומטית כלפי מעלה.

(ii) קביעה לא נכונה. **המשפט תקין.** A a2 = a1;
ניתן לשים על אובייקט מטיפוס תת-מחלקה הפנייה מסוג מחלקת העל שלו.

(iii) הקביעה נכונה. נגרשת המרה כלפי מטה: התיקון: B b1 = (B) a1;

ב. יחסי ההורשה הם: iv





ג. לכתוב רק protected
הערה: ניתן לכתוב גם public. זה יעבור קומפילציה אבל זה אינו תואם את כללי הסתרת המידע הנהוגים בתמ"ע.

ד. יש ליצור 5 עצמים, ולהפעיל את הפעולה על העצם השלישי, ואז יתקבל הפלט 3 ו- 5
ערך num של העצם השלישי הוא 3
התכונה המשותפת (הסטטית) count גדלה עם כל עצם חדש ולכן ערכה הוא 5.

הערה: הקוד של סעיף זה מטעה.
למרות שהפעולה printNow מדפיסה שני ערכים, מכיוון שאין ביניהם רווח ניתן לקרוא את הפלט כמספר אחד: 35 (ולא כשני מספרים צמודים 3 ו- 5).
חלק מהתלמידים הבינו שיש כאן שגיאה וחסר נתון ולכן לעולם לא יתקבל הפלט 35 (שלושים וחמש) וחלק מהתלמידים הבינו את השאלה כ-: "כמה עצמים יש ליצור על מנת שהמשתנה הסטטי יראה 35".
הוספת רווח או פסיק בין המשתנים המוצגים במחרוזת הפלט היו פותרים את הבעיה.

בהצלחה!