

מועד הבחינה :
אביב תשפ"ו – 2026 – מועד ב'
מספר השאלון : 97105
נספח ממשקים לבחינה JAVA
נספח ממשקים לבחינה C#
מילון עזר

מבני נתונים ותכנות מונחה עצמים

הנדסאים וטכנאים – הנדסת תוכנה

הנחיות לבחינה

מספר ת"ז _____
מספר מחברת _____

- א. משך הבחינה : ארבע שעות וחצי.
- ב. מבנה השאלון בשאלון זה שני מבחנים, עליכם לענות על מבחן אחד בלבד בהתאם למוסד הלימודים: ומפתח ההערכה: מבחן ב-C# (עמוד 2)
מבחן ב-JAVA (עמוד 14)
בכל מבחן עשר שאלות.
- חלק א' – 32 נקודות
שאלות 1–3 : יש לענות על שתי שאלות בלבד. ערך כל שאלה 16 נקודות.
- חלק ב' – 32 נקודות
שאלות 4–6 : יש לענות על שתי שאלות בלבד. ערך כל שאלה 16 נקודות.
- חלק ג' – 36 נקודות
שאלות 7–9 : יש לענות על שתי שאלות בלבד. ערך כל השאלה 18 נקודות.
- בסך הכול: 100 נקודות.

- ג. חומר עזר
1. מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית).
2. מותר לשימוש : קלסר אחד בלבד עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר.
אין לצרף ספרים או חוברות עם פתרונות.
- ד. הוראות כלליות :
1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות המבחן, ולוודא שהן מובנות.
2. את התשובות יש לכתוב בצורה מסודרת, בכתב יד ברור ונקי (גם בכך תלויה הערכת המבחן).
3. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות ייבדקו לפי סדר כתיבתן בעמוד זה.
לא ייבדקו תשובות עודפות.
4. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד, בכתב יד ברור.
5. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף.
אין צורך להעתיק את השאלה עצמה.
6. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק.
7. יש להציג פתרון מלא ומנומק, כולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד.
8. יש להסביר בפירוט כל תוכנית שנכתבה, תוכנית ללא הסבר מפורט לא תזכה בניקוד.
9. אם לדעתכם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר לכם להמשיך בפתרון השאלה, נמקו את בחירתכם.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

בהצלחה!

מבחן ב-C#

הנחיות כלליות לנבחנים:

בנספחי הבחינה מובאים ממשקים (interface) הכוללים פונקציות ומחלקות עזר, יש להקפיד ולהשתמש בהן בשאלות הרלוונטיות בבחינה כדי להימנע מאיבוד ניקוד.

מבחן ב-C#

חלק א'

ענו על שתיים מבין השאלות 1–3 (ערך כל שאלה – 16 נקודות).

שאלה 1

(6 נק') א. שני מספרים שלמים וחיוביים num1 ו-num2 נקראים "מצטלבים" (crossed) אם יש להם בדיוק מחלק משותף אחד (פרט ל-1).

לדוגמה:

המספרים 14 ו-21 הם מצטלבים כי יש להם מחלק משותף אחד בלבד (7).

המספרים 3 ו-27 הם מצטלבים כי יש להם מחלק משותף אחד בלבד (3).

המספרים 8 ו-9 אינם מצטלבים, כי אין להם שום מחלק משותף.

המספרים 12 ו-36 אינם מצטלבים כי יש להם יותר ממחלק משותף אחד (2, 3, 6, 12).

כתבו פעולה המקבלת שני מספרים שלמים חיוביים. הפעולה תבדוק אם הם "מצטלבים". אם כן,

הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך false.

כותרת הפעולה:

```
public static bool Crossed(int num1, int num2)
```

(8 נק') ב. כתבו פעולה CrossedStacks המקבלת שתי מחסניות של מספרים שלמים חיוביים st1 ו-st2.

הפעולה תבדוק שלכל איבר במחסנית st1 יש איבר מצטלב במחסנית st2. אם כן,

הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך false.

(2 נק') ג. מהי הסיבוכיות של הפעולות שכתבתם בסעיפים א' ו-ב'? הסבירו את תשובתכם.

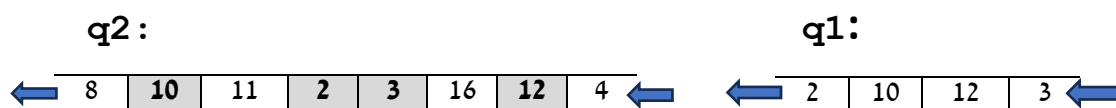
שאלה 2

(7 נק') א. כתבו פעולה המקבלת שני תורים של מספרים שלמים q1 ו-q2. הפעולה תבדוק אם כל הערכים

של התור q1 נמצאים בתוך התור q2. אם כן, הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – הפעולה

תחזיר ערך false.

לדוגמה: עבור התורים q1 ו-q2 הבאים הפעולה תחזיר ערך true.

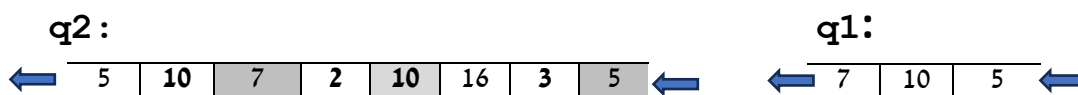


(7 נק') ב. כתבו פעולה המקבלת שני תורים של מספרים שלמים q1 ו-q2. הפעולה תבדוק אם כל הערכים

של התור q1 נמצאים בתור q2 באותו הסדר. אם כן, הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא –

הפעולה תחזיר ערך false.

לדוגמה: עבור התורים q1 ו-q2 הבאים הפעולה תחזיר ערך true.



(2 נק') ג. מהן הסיבוכיות של הפעולות שכתבתם בסעיפים א' ו-ב'? הסבירו את תשובתכם.

שאלה 3

חברת Cloud-Tech מספקת תשתיות מחשוב. בתחילה, החברה סיפקה רק רכיבי חומרה, אך עם הזמן התרחבה גם למכירת רישיונות תוכנה. לפניכם המחלקות המגדירות את רכיבי המערכת:

- המחלקה Hardware עבור רכיבי חומרה פיזיים;
- המחלקה Server עבור שרתי מחשוב;
- המחלקה Switch עבור מתגי תקשורת;
- המחלקה SoftwareLicense עבור רישיונות תוכנה (כגון Windows או Oracle).

```
public class Hardware {
    private string serialNumber; // מספר סידורי
    private double price; // מחיר יחידה
    public double GetPrice() { return this.price; }
}

public class Server : Hardware {
    private int ramGB; // זיכרון בגיגה בייט
    private int cpuCores; // מספר ליבות מעבד
}

public class Switch : Hardware {
    private int portsCount; // מספר פורטים
    private bool managed; // האם מנוהל
    public int GetPortsCount() { return this.portsCount; }
    public bool IsManaged() { return this.managed; }
}

public class SoftwareLicense {
    private string softwareName; // שם התוכנה
    private int months; // משך הרישיון בחודשים
    private double monthlyRate; // עלות חודשית
    public double GetPrice() {
        return (this.months * this.monthlyRate);
    }
}
```

(6 נק') א.

בתחילת דרכה, המחלקה ProjectOrder ניהלה רק רכיבי חומרה המסופקים ללקוח. למחלקה התכונות האלה:

- string clientName - שם הלקוח;
- Hardware[] items - מערך של פריטי חומרה בלבד.

כתבו במחלקה ProjectOrder את הפעולה CountLargeSwitches. הפעולה תחזיר כמות מתגי תקשורת הניתנים לניהול שיש להם יותר מ-16 פורטים.

(10 נק') ב.

החברה החליטה לאפשר ללקוחות להוסיף להזמנה גם רישיונות תוכנה (SoftwareLicense). כעת המחלקה ProjectOrder צריכה להחזיק במערך אחד את כל סוגי המוצרים (גם חומרה וגם רישיונות).

1. אילו שינויים יש לבצע בהגדרת התכונות של המחלקה ProjectOrder כדי לתמוך בדרישה החדשה?

2. כתבו פעולה פנימית public double CalculateTotal(). הפעולה תחזיר את העלות הכוללת של כל הפריטים במערך החדש. **הערה:** אין להוסיף מחלקות או לשנות את יחסי הירושה הקיימים.

חלק ב'**ענו על שתיים מבין השאלות 4–6 (ערך כל שאלה – 16 נקודות).****שאלה 4**

נתון פרויקט שהוגדרו בו ארבע מחלקות ושני ממשקים:

```

interface IConnectable {void Connect(string network);}
interface IRemoteControllable { void PerformAction(); }

public class EDevice {
    private string model;

    public EDevice(string model) { this.model = model; }

    public void PrintInfo() {
        Console.WriteLine("Device: " + model);
    }
}

public class SmartLamp : EDevice, IRemoteControllable {
    public SmartLamp(string model) : base(model) {
    }
    public void PerformAction() {
        Console.WriteLine("Lamp: Lighting up");
    }
}

public class SmartTV : EDevice, IConnectable,
    IRemoteControllable {
    public SmartTV(string model) : base(model) {
    }
    public void Connect(string net) {
        Console.WriteLine("TV connected to " + net);
    }
    public void PerformAction() {
        Console.WriteLine("TV: Playing movie");
    }
}

public class RobotVacuum : EDevice, IConnectable {
    public RobotVacuum(string model) : base(model) {
    }
    public void Connect(string net) {
        Console.WriteLine("Vacuum ready on " + net);
    }
}

```

(12 נק') א.

נתון קטע קוד:

```
EDevice tv = new SmartTV("Sony-4K");
EDevice lamp = new SmartLamp("Lux");
IConnectable vacuum = new RobotVacuum("iRobot");
// **** //
```

עבור כל אחד מהקטעים הבאים (1-6), כתבו אם הוא תקין או גורם לשגיאה כאשר מוסיפים אותו במקום המסומן ב-****. אם הקוד תקין – הסבירו מה יהיה הפלט. אם לא – הסבירו מדוע.

1	tv.PrintInfo(); tv.Connect("Home_Net");
2	IRemoteControllable r1 = new SmartLamp("LED"); r1.PrintInfo();
3	if (vacuum is EDevice) { ((EDevice)vacuum).PrintInfo(); }
4	SmartTV tv2 = (SmartTV)(new EDevice("Generic")); tv2.PrintInfo();
5	IConnectable c1 = (IConnectable)lamp; c1.Connect("Guest_WiFi");
6	IRemoteControllable r2 = vacuum; r2.PerformAction();

(4 נק') ב.

כתבו פעולה המקבלת מערך של מכשירי חשמל (מערך עצמים מסוג EDevice) ושם רשת. הפעולה צריכה:

1. להדפיס את המידע של כל מכשיר;
 2. אם מכשיר ניתן לחיבור – לחבר אותו לרשת;
 3. אם מכשיר ניתן לשליטה מרחוק – להפעיל אותו.
- כותרת הפעולה:

```
public static void SetupHome(EDevice[] devices, string network)
```

שאלה 5

(6 נק') א. נתונה הפעולה Secret:

```
public static bool Secret(Stack<int> s) {
    if (s.IsEmpty()) return true;
    bool res = true;
    while (!s.IsEmpty()) {
        int x = s.Pop();
        if (!s.IsEmpty()) {
            if (x * s.Top() >= 0) {
                res = false;
            }
        }
    }
    return res;
}
```

1. תנו דוגמה למחסנית s הכוללת לפחות שישה ערכים שלמים (גם חיוביים וגם שליליים), שעבורה זימון הפעולה Secret(s) יחזיר ערך true. אם אין מחסנית כזאת – הסבירו את הסיבה לכך.
2. מה מבצעת הפעולה Secret באופן כללי עבור מחסנית של מספרים שלמים?

(6 נק') ב. נתונה הפעולה Mystery:

```
public static bool Mystery(Queue<int> q) {
    if (q.IsEmpty()) return true;
    bool res = true;
    while (!q.IsEmpty()) {
        int first = q.Remove();
        if (!q.IsEmpty()) {
            int second = q.Remove();
            if (first * second <= 0) {
                res = false;
            }
        }
    }
    return res;
}
```

1. תנו דוגמה לתור q הכולל לפחות שישה ערכים שלמים (גם חיוביים וגם שליליים), שעבורו זימון הפעולה Mystery(q) יחזיר ערך true. אם אין תור כזה – הסבירו את הסיבה לכך.
2. מה מבצעת הפעולה Mystery באופן כללי עבור תור של מספרים שלמים?

(4 נק') ג. כתבו פעולה בשם Check המקבלת מחסנית של מספרים שלמים חיוביים ומספר שלם חיובי k.

הפעולה תבדוק אם כל איברי המחסנית הם כפולות של k (מתחלקים ב-k ללא שארית). אם כן – הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך false.

בסיום הפעולה, על המחסנית לחזור למצב המקורי.

שאלה 6

בנמל אשדוד עומדת מעבורת מטען המיועדת להובלת משאיות לאירופה. המשאיות עולות למעבורת בזו אחר זו ומסתדרות בטור. המשאית שנכנסה ראשונה למעבורת חונה קרוב לפתח היציאה, ולכן תהיה הראשונה לצאת מהאונייה בנמל היעד.

המחלקה Truck מייצגת משאית:

```
class Truck {
    private string plateNumber; // מספר רישוי
    private int weight;          // משקל המשאית (בטונות)
    private int cargoValue;      // ערך המטען של המשאית (בשקלים)
}
```

אפשר להניח שבמחלקה הוגדרו בנאי ופעולות Get לכל התכונות.

(3 נק') א.

הגדירו מחלקה בשם Ferry (מעבורת) המתארת את ריכוז המשאיות שעליה. למחלקה שתי תכונות:

- תור של משאיות (Queue<Truck> trucks);
- משקל מקסימלי שהמעבורת יכולה לשאת (maxCapacity).

כתבו פעולה בונה (המקבלת כפרמטר את המשקל המרבי ומאתחלת מעבורת ריקה (ללא משאיות).

(8 נק') ב.

מטעמי בטיחות וניהול סיכונים בלב ים, המעבורת תיחשב "**מעבורת תקינה**" אם היא עומדת בשני התנאים הבאים:

1. **מגבלת משקל כולל**: המשקל המצטבר של כל המשאיות שעל המעבורת אינו עולה על המשקל המקסימלי המותר (maxCapacity).

2. **סדר ערך המטען**: מטעמי ביטוח, המשאית הראשונה שתצא מהאונייה (זו שנמצאת ראש התור) חייבת להיות בעלת המטען **הזול ביותר**, והערך עולה ככל שמתקרבים לסוף התור. לכן, ערך המטען (cargoValue) של כל משאית בתור חייב להיות **נמוך או שווה** לערך המטען של המשאית שנמצאת אחריה.

כתבו פעולה פנימית בתוך המחלקה Ferry הבודקת האם המעבורת היא "מעבורת תקינה" לפי שני התנאים לעיל. **שימו לב**: בסיום הפעולה מצב התור (סדר וערך האיברים) חייב לחזור לקדמותו. כותרת הפעולה

```
public bool IsValid()
```

(5 נק') ג.

כתבו פעולה המקבלת משאית (אובייקט מסוג Truck). על הפעולה לנסות להוסיף את המשאית **לסוף התור** של המעבורת. ההוספה תתבצע רק אם המעבורת תישאר "מעבורת תקינה" לאחר ההוספה.

- אם ההוספה בוצעה - הפעולה מוסיפה את המשאית ומחזירה true.
 - אם הוספת המשאית תהפוך את המעבורת ל"לא תקינה" - **אין להוסיף** את המשאית והפעולה תחזיר false.
- כותרת הפעולה

```
public bool AddTruck(Truck t)
```

חלק ג'

ענו על שתיים מבין השאלות 7–9 (ערך שאלה – 18 נקודות).

שאלה 7

נתונות הפעולות הבאות:

```
public static int What(BinNode<char> bt) {
    if (bt == null) return 0;
    return 1 + Math.Max(What(bt.GetLeft()),
                        What(bt.GetRight()));
}

public static void PrintTree(BinNode<char> bt) {
    if (bt == null) return;

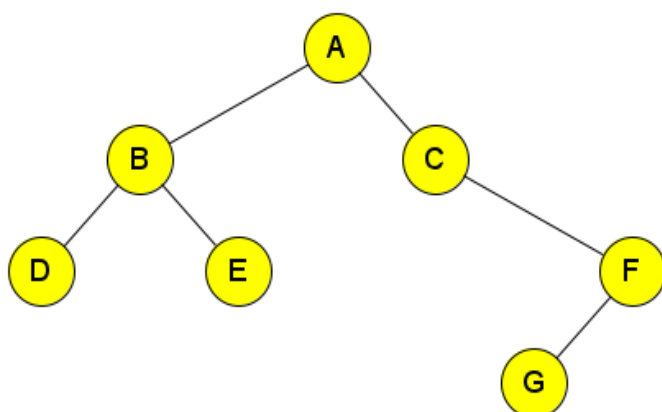
    PrintTree(bt.GetLeft());

    int leftH = what(bt.GetLeft());
    int rightH = what(bt.GetRight());
    int count = leftH + rightH + 1;

    for (int i = 0; i < count; i++) {
        Console.Write(bt.GetValue());
    }

    PrintTree (bt.GetRight());
}
```

נתון עץ בינרי bt:



(3 נק') א. מה תהיה תוצאת הזימון ?What (bt)

(3 נק') ב. עבור הצומת B, כמה פעמים תודפס האות 'B'?

(8 נק') ג. מה תהיה תוצאת הזימון ?PrintTree (bt) יש להראות מעקב אחרי זימון הפעולה.

(4 נק') ד. ציירו עץ בינרי שעבורו פלט של הפעולה PrintTree יהיה EDDCCBBBBAAAAA.

שאלה 8

ב"מכללת אלונים" לומדים חמישה ימים בשבוע. בכל יום לימודים מתקיימים עשרה שיעורים, ובכל שיעור לומדת בחדר קבוצת לימוד אחת. לכל קבוצת לימוד יש מספר ייחודי (מספר שלם חיובי).
לכל חדר קיימת מערכת שיעורים משלו: מערך דו-ממדי (arr) הכולל עבור כל יום וכל שיעור את מספר הקבוצה הלומדת בו (המספר 0 מציין שהחדר פנוי). גודל המערך 10X5.
במכללה יש שלושה סוגים של חדרי לימוד: חדר רגיל, מעבדת מחשבים וחדרי מולטימדיה.
צוות המכללה מעוניין לפתח פרויקט לשיבוץ חדרים. לשם כך נאסף מידע לגבי כל אחד מחדרי הלימוד:

עבור חדר לימוד רגיל (ClassRoom): - מספר החדר (roomNum) - מספר מקומות הישיבה בחדר (seats) - מערך של מערכת שיעורים (arr)	עבור חדר מולטימדיה (MediaRoom): - מספר החדר (roomNum) - מספר מקומות הישיבה בחדר (seats) - מערך של מערכת שיעורים (arr) - מספר מחשבים (comps) - מערך שמות של סוגי ציוד המצויים בחדר (equips)
עבור מעבדת מחשבים (CompRoom): - מספר החדר (roomNum) - מספר מקומות הישיבה בחדר (seats) - מערך של מערכת שיעורים (arr) - מספר מחשבים (comps)	

(4 נק') א.

שרטטו תרשים UML המתאר את הקשר בין המחלקות CompRoom, MediaRoom ו-ClassRoom באופן המתאים ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים.
לכל אחת מהמחלקות CompRoom, MediaRoom, ClassRoom כתבו:

- כותרת המחלקה;
- תכונות;
- פעולה בונה – הפעולה הבונה של כל מחלקה מקבלת את כל הפרמטרים הנדרשים.

הערה: הניחו שהפעולות Get ו-Set מוגדרות עבור כל תכונה בכל אחת מהמחלקות. גם פעולות ToString() הוגדרו בכל אחת מהמחלקות.

(6 נק') ב.

- כתבו פעולה המקבלת מחרוזת המייצגת סוג ציוד ובודקת אם הציוד קיים בחדר. אם כן – הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך false. כותרת הפעולה:

```
bool IsEquipmentExist(string eq)
```
- כתבו פעולה המקבלת מספר המייצג יום בשבוע (מ-1 עבור יום ראשון ועד 5 עבור יום חמישי) ומספר שיעור לימוד (בין 1 ל-10). הפעולה תבדוק אם החדר פנוי בשיעור זה. אם כן – הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך false.
 ניתן להניח כי הפרמטרים של הפעולה תקינים. כותרת הפעולה:

```
bool IsFree(int day, int lesson)
```


 עבור כל פעולה יש לציין באיזו מחלקה צריך לממש את הפעולה.

(8 נק') ג.

הוגדרה המחלקה College לניהול חדרי לימוד במכללה. למחלקה תכונה אחת.

```
public class College {
    private _____ rooms;
}
```

- השלימו את החסר בהגדרת התכונה.
- כתבו במחלקה College פעולה המקבלת יום day ומספר שיעור lesson ומדפיסה את הפרטים של כל מעבדות מחשב הפנויות באותו היום ובאותו השיעור. כותרת הפעולה:

```
void PrintFreeCompRooms(int day, int lesson)
```

אפשר להניח שהפרמטרים תקינים.

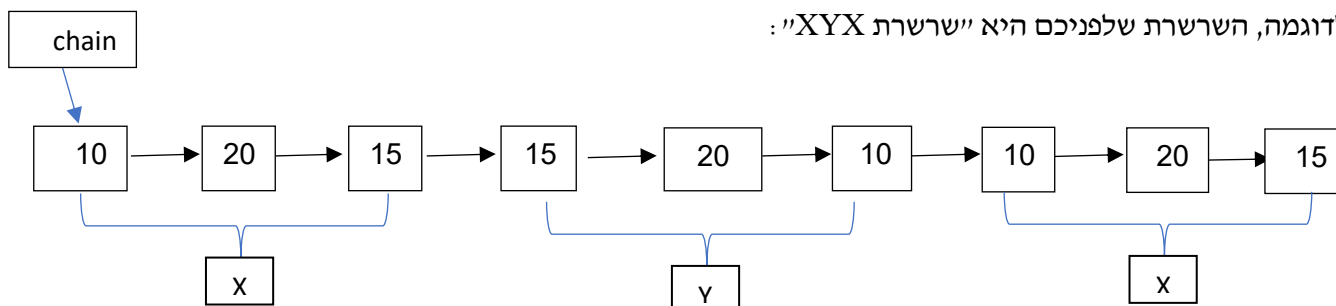
- כתבו במחלקה College פעולה בשם CollectEquipmentExist המקבלת מחרוזת המייצגת סוג ציוד ו**מחזירה** את אוסף חדרי מולטימדיה שבהם קיים סוג הציוד הזה.
הערה:

אוסף יכול להיות מערך, תור, מחסנית או שרשרת חוליות. אם החלטתם להחזיר מערך, הוא צריך לכלול רק חדריים שבהם הציוד קיים, ללא מקומות ריקים.

שאלה 9

נתונה הגדרה הבאה:

שרשרת חוליות נקראת "שרשרת XYX" אם היא מורכבת משלושה חלקים כך שחלק הראשון זהה לחלק האחרון, והחלק האמצעי הפוך לחלק הראשון (וגם לחלק האחרון). לדוגמה, השרשרת שלפניכם היא "שרשרת XYX":



(16 נק') א. כתבו פעולה המקבלת הפניה לחוליה הראשונה של שרשרת חוליות של מספרים שלמים. הפעולה תבדוק אם שרשרת היא "שרשרת XYX". אם כן – הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – ערך false.

כותרת הפעולה:

```
public static bool IsXYX(Node<int> chain)
```

(2 נק') ב. מהי סיבוכיות הפעולה IsXYX שכתבתם בסעיף א'? **הסבירו את תשובתכם.**

מבחן ב-JAVA

הנחיות כלליות לנבחנים:

בנספחי הבחינה מובאים ממשקים (interface) הכוללים פונקציות ומחלקות עזר, יש להקפיד ולהשתמש בהן בשאלות הרלוונטיות בבחינה כדי להימנע מאיבוד ניקוד.

מבחן ב-JAVA

חלק א'

ענו על שתיים מבין השאלות 1–3 (ערך כל שאלה – 16 נקודות).

שאלה 1

6 נק') א. שני מספרים שלמים וחיוביים num1 ו-num2 נקראים "מצטלבים" (crossed) אם יש להם בדיוק מחלק משותף אחד (פרט ל-1).

לדוגמה:

המספרים 14 ו-21 הם מצטלבים כי יש להם מחלק משותף אחד בלבד (7).

המספרים 3 ו-27 הם מצטלבים כי יש להם מחלק משותף אחד בלבד (3).

המספרים 8 ו-9 אינם מצטלבים כי אין להם שום מחלק משותף.

המספרים 12 ו-36 אינם מצטלבים כי יש להם יותר ממחלק משותף אחד (2, 3, 6, 12).

כתבו פעולה המקבלת שני מספרים שלמים חיוביים. הפעולה תבדוק אם הם "מצטלבים". אם כן, הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך false.

כותרת הפעולה :

```
public static boolean crossed(int num1, int num2)
```

(8 נק') ב. כתבו פעולה `crossedStacks` המקבלת שתי מחסניות של מספרים שלמים חיוביים `st1` ו-

st2. הפעולה תבדוק שלכל איבר במחסנית st1 יש איבר מצטלב במחסנית st2. אם כן,

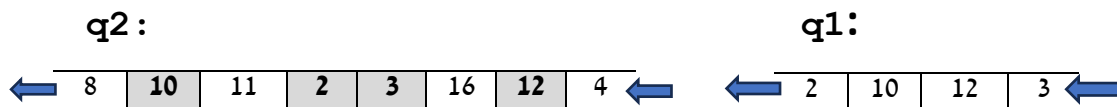
הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך false.

(2 נק') ג. מהי הסיבוכיות של הפעולות שכתבתם בסעיפים א' ו-ב'? הסבירו את תשובתכם.

שאלה 2

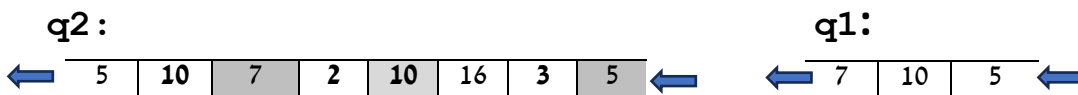
7) נק') א. כתבו פעולה המקבלת שני תורים של מספרים שלמים q_1 ו- q_2 . הפעולה תבדוק אם כל הערכים של התור q_1 נמצאים בתוך התור q_2 . אם כן, הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך false.

לדוגמה: עבור התורים q_1 ו- q_2 הבאים הפעולה תחזיר ערך `true`.



(7 נק') ב. כתבו פעולה המקבלת שני תורים של מספרים שלמים q_1 ו- q_2 . הפעולה תבדוק אם כל הערכים של התור q_1 נמצאים בתור q_2 **באותו הסדר**. אם כן, הפעולה תחזיר ערך `true`, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך `false`.

לדוגמה: עבור התורים q_1 ו- q_2 הבאים הפעולה תחזיר `true`.



(2 נק') ג. מהן הסיבוכיות של הפעולות שכתבתם בסעיפים א'–ב'? הסבירו את תשובתכם.

שאלה 3

חברת Cloud-Tech מספקת תשתיות מחשוב. בתחילה, החברה סיפקה רק רכיבי חומרה, אך עם הזמן התרחבה גם למכירת רישיונות תוכנה. לפניכם המחלקות המגדירות את רכיבי המערכת:

- המחלקה Hardware עבור רכיבי חומרה פיזיים;
- המחלקה Server עבור שרתי מחשוב;
- המחלקה Switch עבור מתגי תקשורת;
- המחלקה SoftwareLicense עבור רישיונות תוכנה (כגון Windows או Oracle).

```

public class Hardware {
    private String serialNumber; // מספר סידורי
    private double price;         // מחיר יחידה
    public double getPrice() { return this.price; }
}

public class Server extends Hardware {
    private int ramGB;           // זיכרון בגיגה בייט
    private int cpuCores;        // מספר ליבות מעבד
}

public class Switch extends Hardware {
    private int portsCount;      // מספר פורטים
    private boolean managed;     // האם מנוהל
    public int getPortsCount() { return this.portsCount; }
    public boolean isManaged(){return this.managed;}
}

public class SoftwareLicense {
    private String softwareName; // שם התוכנה
    private int months;          // משך הרישיון בחודשים
    private double monthlyRate;  // עלות חודשית
    public double getPrice(){
        return (this.months * this.monthlyRate);
    }
}

```

(6 נק') א.

בתחילת דרכה, המחלקה ProjectOrder ניהלה רק רכיבי חומרה המסופקים ללקוח. למחלקה התכונות האלה:

- String clientName – שם הלקוח;
 - Hardware[] items – מערך של פריטי חומרה בלבד.
- כתבו במחלקה ProjectOrder את הפעולה countLargeSwitches. הפעולה תחזיר כמות מתגי תקשורת הניתנים לניהול שיש להם יותר מ-16 פורטים.

(10 נק') ב.

החברה החליטה לאפשר ללקוחות להוסיף להזמנה גם רישיונות תוכנה (SoftwareLicense). כעת המחלקה ProjectOrder צריכה להחזיק במערך אחד את כל סוגי המוצרים (גם חומרה וגם רישיונות).

1. אילו שינויים יש לבצע בהגדרת התכונות של המחלקה ProjectOrder כדי לתמוך בדרישה החדשה?

2. כתבו פעולה פנימית public double calculateTotal().

הפעולה תחזיר את העלות הכוללת של כל הפריטים במערך החדש.

הערה: אין להוסיף מחלקות או לשנות את יחסי הירושה הקיימים.

חלק ב'**ענו על שתיים מבין השאלות 4–6 (ערך כל שאלה – 16 נקודות).****שאלה 4**

נתון פרויקט שהוגדרו בו ארבע מחלקות ושני ממשקים:

```

interface IConnectable {void connect(String network);}
interface IRemoteControllable { void performAction(); }

public class EDevice {
    private String model;

    public EDevice(String model) { this.model = model; }

    public void printInfo() {
        System.out.println("Device: " + model);
    }
}

public class SmartLamp extends EDevice
    implements IRemoteControllable {
    public SmartLamp(String model) { super(model); }
    public void performAction() {
        System.out.println("Lamp: Lighting up");
    }
}

public class SmartTV extends EDevice
    implements IConnectable, IRemoteControllable {
    public SmartTV(String model) { super(model); }
    public void connect(String net) {
        System.out.println("TV connected to " + net);
    }
    public void performAction() {
        System.out.println("TV: Playing movie");
    }
}

public class RobotVacuum extends EDevice
    implements IConnectable {
    public RobotVacuum(String model) { super(model); }
    public void connect(String net) {
        System.out.println("Vacuum ready on " + net);
    }
}

```

(12 נק') א.

נתון קטע קוד:

```
EDevice tv = new SmartTV("Sony-4K");
EDevice lamp = new SmartLamp("Lux");
IConnectable vacuum = new RobotVacuum("iRobot");
// **** //
```

עבור כל אחד מהקטעים הבאים (1-6), כתבו אם הוא תקין או גורם לשגיאה כאשר מוסיפים אותו במקום המסומן ב-****. אם הקוד תקין – הסבירו מה יהיה הפלט. אם לא – הסבירו מדוע.

1	tv.printInfo(); tv.connect("Home_Net");
2	IRemoteControllable r1 = new SmartLamp("LED"); r1.printInfo();
3	if (vacuum instanceof EDevice) { ((EDevice)vacuum).printInfo(); }
4	SmartTV tv2 = (SmartTV)(new EDevice("Generic")); tv2.printInfo();
5	IConnectable c1 = (IConnectable)lamp; c1.connect("Guest_WiFi");
6	IRemoteControllable r2 = vacuum; r2.performAction();

(4 נק') ב.

כתבו פעולה המקבלת מערך של מכשירי חשמל (מערך עצמים מסוג EDevice) ושם רשת. הפעולה צריכה:

1. להדפיס את המידע של כל מכשיר;
 2. אם מכשיר ניתן לחיבור – לחבר אותו לרשת;
 3. אם מכשיר ניתן לשליטה מרחוק – להפעיל אותו.
- כותרת הפעולה:

```
public static void setupHome(EDevice[] devices, String network)
```

שאלה 5(6 נק') א. נתונה הפעולה `secret`:

```
public static boolean secret(Stack<Integer> s) {
    if (s.isEmpty()) return true;
    boolean res = true;
    while (!s.isEmpty()) {
        int x = s.pop();
        if (!s.isEmpty()) {
            if (x * s.top() >= 0) {
                res = false;
            }
        }
    }
    return res;
}
```

1. תנו דוגמה למחסנית `s` הכוללת לפחות שישה ערכים שלמים (גם חיוביים וגם שליליים), שעבורה זימון הפעולה `secret(s)` יחזיר ערך `true`. אם אין מחסנית כזאת – הסבירו את הסיבה לכך.
2. מה מבצעת הפעולה `secret` באופן כללי עבור מחסנית של מספרים שלמים?

(6 נק') ב. נתונה הפעולה `mystery`:

```
public static boolean mystery (Queue<Integer> q) {
    if (q.isEmpty()) return true;
    boolean res = true;
    while (!q.isEmpty()) {
        int first = q.remove();
        if (!q.isEmpty()) {
            int second = q.remove();
            if (first * second <= 0) {
                res = false;
            }
        }
    }
    return res;
}
```

1. תנו דוגמה לתור `q` הכולל לפחות שישה ערכים שלמים (גם חיוביים וגם שליליים), שעבורו זימון הפעולה `mystery(q)` יחזיר ערך `true`. אם אין תור כזה – הסבירו את הסיבה לכך.
2. מה מבצעת הפעולה `mystery` באופן כללי עבור תור של מספרים שלמים?

(4 נק') ג. כתבו פעולה בשם `check` המקבלת מחסנית של מספרים שלמים חיוביים ומספר שלם חיובי `k`. הפעולה תבדוק אם כל איברי המחסנית הם כפולות של `k` (מתחלקים ב-`k` ללא שארית). אם כן – הפעולה תחזיר ערך `true`, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך `false`.
בסיום הפעולה, על המחסנית לחזור למצב המקורי.

שאלה 6

בנמל אשדוד עומדת מעבורת מטען המיועדת להובלת משאיות לאירופה. המשאיות עולות למעבורת בזו אחר זו ומסתדרות בטור. המשאית שנכנסה ראשונה למעבורת חונה קרוב לפתח היציאה, ולכן תהיה הראשונה לצאת מהאונייה בנמל היעד.

המחלקה Truck מייצגת משאית:

```
class Truck {
    private String plateNumber; // מספר רישוי
    private int weight;          // משקל המשאית (בטונות)
    private int cargoValue;      // ערך המטען של המשאית (בשקלים)
}
```

אפשר להניח שבמחלקה הוגדרו בנאי ופעולות get לכל התכונות.

(3 נק') א.

הגדירו מחלקה בשם Ferry (מעבורת) המתארת את ריכוז המשאיות שעליה. למחלקה שתי תכונות:

- תור של משאיות (Queue<Truck> trucks);
- משקל מקסימלי שהמעבורת יכולה לשאת (maxCapacity).

כתבו פעולה בונה (המקבלת כפרמטר את המשקל המרבי ומאתחלת מעבורת ריקה (ללא משאיות).

(8 נק') ב.

מטעמי בטיחות וניהול סיכונים בלב ים, המעבורת תיחשב "**מעבורת תקינה**" אם היא עומדת בשני התנאים הבאים:

1. **מגבלת משקל כולל**: המשקל המצטבר של כל המשאיות שעל המעבורת אינו עולה על המשקל המקסימלי המותר (maxCapacity).

2. **סדר ערך המטען**: מטעמי ביטוח, המשאית הראשונה שתצא מהאונייה (זו שנמצאת ראש התור) חייבת להיות בעלת המטען **הזול ביותר**, והערך עולה ככל שמתקרבים לסוף התור. לכן, ערך המטען (cargoValue) של כל משאית בתור חייב להיות **נמוך או שווה** לערך המטען של המשאית שנמצאת אחריה.

כתבו פעולה פנימית בתוך המחלקה Ferry הבודקת האם המעבורת היא "מעבורת תקינה" לפי שני התנאים לעיל. **שימו לב**: בסיום הפעולה מצב התור (סדר וערך האיברים) חייב לחזור לקדמותו. כותרת הפעולה

```
public boolean isValid()
```

(5 נק') ג.

כתבו פעולה המקבלת משאית (אובייקט מסוג Truck). על הפעולה לנסות להוסיף את המשאית **לסוף התור** של המעבורת. ההוספה תתבצע רק אם המעבורת תישאר "מעבורת תקינה" לאחר ההוספה.

- אם ההוספה בוצעה - הפעולה מוסיפה את המשאית ומחזירה true.
 - אם הוספת המשאית תהפוך את המעבורת ל"לא תקינה" - **אין להוסיף** את המשאית והפעולה תחזיר false.
- כותרת הפעולה

```
public boolean addTruck(Truck t)
```

חלק ג'

ענו על שתיים מבין השאלות 7–9 (ערך שאלה – 18 נקודות).

שאלה 7

נתונות הפעולות הבאות:

```
public static int what(BinNode<Character> bt) {
    if (bt == null) return 0;
    return 1 + Math.max(what(bt.getLeft()),
                        what(bt.getRight()));
}

public static void printTree(BinNode<Character> bt) {
    if (bt == null) return;

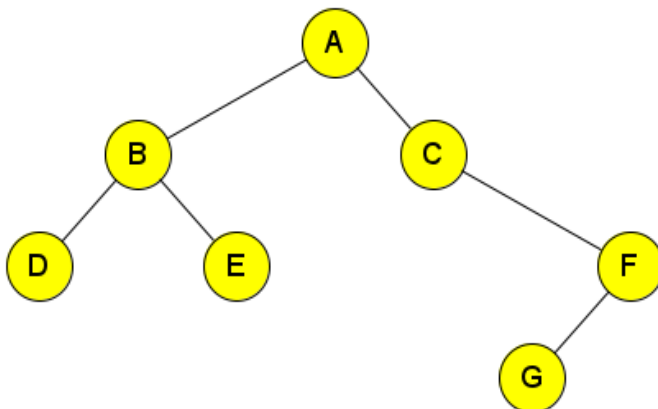
    printTree(bt.getLeft());

    int leftH = what(bt.getLeft());
    int rightH = what(bt.getRight());
    int count = leftH + rightH + 1;

    for (int i = 0; i < count; i++) {
        System.out.print(bt.getValue());
    }

    printTree(bt.getRight());
}
```

נתון עץ בינרי bt:



(3 נק') א. מה תהיה תוצאת הזימון `what(bt)`?

(3 נק') ב. עבור הצומת B, כמה פעמים תודפס האות 'B'?

(8 נק') ג. מה תהיה תוצאת הזימון `printTree(bt)` יש להראות מעקב אחרי זימון הפעולה.

(4 נק') ד. ציירו עץ בינרי שעבורו פלט של הפעולה `printTree` יהיה EDDCCBBBBAAAAA.

שאלה 8

ב"מכללת אלונים" לומדים חמישה ימים בשבוע. בכל יום לימודים מתקיימים עשרה שיעורים, ובכל שיעור לומדת בחדר קבוצת לימוד אחת. לכל קבוצת לימוד יש מספר ייחודי (מספר שלם חיובי).
לכל חדר קיימת מערכת שיעורים משלו: מערך דו-ממדי (arr) הכולל עבור כל יום וכל שיעור את מספר הקבוצה הלומדת בו (המספר 0 מציין שהחדר פנוי). גודל המערך 10X5.
במכללה יש שלושה סוגים של חדרי לימוד: חדר רגיל, מעבדת מחשבים וחדרי מולטימדיה.
צוות המכללה מעוניין לפתח פרויקט לשיבוץ חדרים. לשם כך נאסף מידע לגבי כל אחד מחדרי הלימוד:

עבור חדר לימוד רגיל (ClassRoom): - מספר החדר (roomNum) - מספר מקומות הישיבה בחדר (seats) - מערך של מערכת שיעורים (arr)	עבור חדר מולטימדיה (MediaRoom): - מספר החדר (roomNum) - מספר מקומות הישיבה בחדר (seats) - מערך של מערכת שיעורים (arr) - מספר מחשבים (comps) - מערך שמות של סוגי ציוד המצויים בחדר (equips)
עבור מעבדת מחשבים (CompRoom): - מספר החדר (roomNum) - מספר מקומות הישיבה בחדר (seats) - מערך של מערכת שיעורים (arr) - מספר מחשבים (comps)	

(4 נק') א.

שרטטו תרשים UML המתאר את הקשר בין המחלקות CompRoom, MediaRoom ו-ClassRoom באופן המתאים ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים.
לכל אחת מהמחלקות CompRoom, MediaRoom, ClassRoom כתבו:

- כותרת המחלקה;
- תכונות;
- פעולה בונה – הפעולה הבונה של כל מחלקה מקבלת את כל הפרמטרים הנדרשים.

הערה: הניחו שהפעולות get ו-set מוגדרות עבור כל תכונה בכל אחת מהמחלקות. גם פעולות toString() הוגדרו בכל אחת מהמחלקות.

(6 נק') ב.

- כתבו פעולה המקבלת מחרוזת המייצגת סוג ציוד ובודקת אם הציוד קיים בחדר. אם כן – הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך false. כותרת הפעולה:

```
boolean isEquipmentExist(String eq)
```
- כתבו פעולה המקבלת מספר המייצג יום בשבוע (מ-1 עבור יום ראשון ועד 5 עבור יום חמישי) ומספר שיעור לימוד (בין 1 ל-10). הפעולה תבדוק אם החדר פנוי בשיעור זה. אם כן – הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – הפעולה תחזיר ערך false.
ניתן להניח כי הפרמטרים של הפעולה תקינים. כותרת הפעולה:

```
boolean isFree(int day, int lesson)
```


עבור כל פעולה יש לציין באיזו מחלקה צריך לממש את הפעולה.

(8 נק') ג.

הוגדרה המחלקה College לניהול חדרי לימוד במכללה. למחלקה תכונה אחת.

```
public class College {
    private _____ rooms;
}
```

- השלימו את החסר בהגדרת התכונה.
- כתבו במחלקה College פעולה המקבלת יום day ומספר שיעור lesson ומדפיסה את הפרטים של כל מעבדות מחשב הפנויות באותו היום ובאותו השיעור. כותרת הפעולה:

```
void printFreeCompRooms(int day, int lesson)
```

אפשר להניח שהפרמטרים תקינים.

- כתבו במחלקה College פעולה בשם collectEquipmentExist המקבלת מחרוזת המייצגת סוג ציוד ומחזירה את אוסף חדרי מולטימדיה שבהם קיים סוג הציוד הזה.

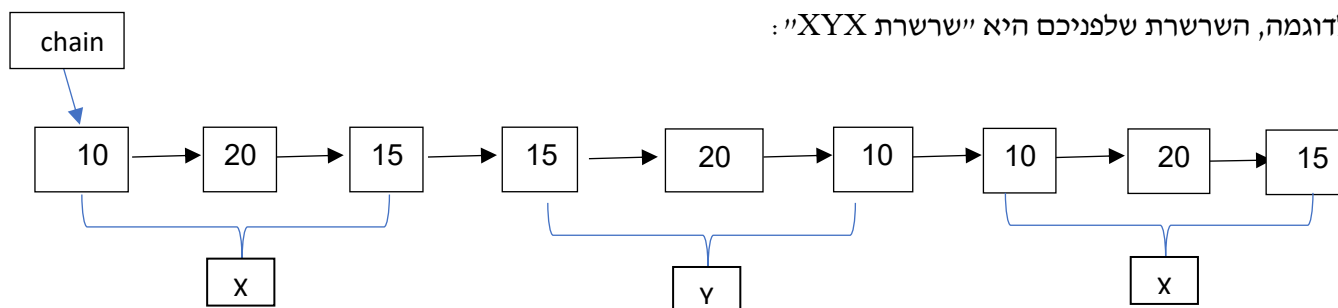
הערה:

אוסף יכול להיות מערך, תור, מחסנית או שרשרת חוליות. אם החלטתם להחזיר מערך, הוא צריך לכלול רק חדריים שבהם הציוד קיים, ללא מקומות ריקים.

שאלה 9

נתונה הגדרה הבאה:

שרשרת חוליות נקראת "שרשרת XYX" אם היא מורכבת משלושה חלקים כך שחלק הראשון זהה לחלק האחרון, והחלק האמצעי הפוך לחלק הראשון (וגם לחלק האחרון). לדוגמה, השרשרת שלפניכם היא "שרשרת XYX":



(16 נק') א. כתבו פעולה המקבלת הפניה לחוליה הראשונה של שרשרת חוליות של מספרים שלמים. הפעולה תבדוק אם שרשרת היא "שרשרת XYX". אם כן – הפעולה תחזיר ערך true, ואם לא – ערך false.

כותרת הפעולה:

```
public static boolean isXYX(Node<Integer> chain)
```

(2 נק') ב. מהי סיבוכיות הפעולה isXYX שכתבתם בסעיף א? הסבירו את תשובתכם.

בהצלחה**© כל הזכויות שמורות למה"ט**

נספח ממשקים מבנה הנתונים בתוכנית הלימודים-JAVA

ממשק החוליה הגנרית - $\text{Node}<T>$

המחלקה מגדירה חוליה גנרית שבה ערך מטיפוס T והפניה לחוליה העוקבת.

Node ($T\ x$)	הפעולה בונה חוליה. הערך של החוליה הוא x , ואין לה חוליה עוקבת.
Node ($T\ x, \text{Node}<T>\ \text{next}$)	הפעולה בונה חוליה. הערך של החוליה הוא x , והחוליה העוקבת לה היא next . ערכו של next יכול להיות null .
T GetValue()	הפעולה מחזירה את הערך של החוליה.
Node<T> GetNext()	הפעולה מחזירה את החוליה העוקבת. אם אין חוליה עוקבת, הפעולה מחזירה null .
void setValue ($T\ x$)	הפעולה משנה את הערך השמור בחוליה ל- x .
bool hasNext()	הפעולה מחזירה true אם יש חוליה נוספת.
void setNext ($\text{Node}<T>\ \text{next}$)	הפעולה משנה את החוליה העוקבת ל- next . ערכו של next יכול להיות null .
string toString()	הפעולה מחזירה מחרוזת המתארת את החוליה.

יעילות הפעולות: כל הפעולות מתבצעות בסדר גודל קבוע, $O(1)$.

ממשק המחלקה הגנרית - $\text{Stack}<T>$ מחסנית

המחלקה מגדירה טיפוס אוסף בעל פרוטוקול **LIFO** להכנסה והוצאה של ערכים.

Stack<T>()	הפעולה בונה מחסנית ריקה.
bool IsEmpty()	הפעולה מחזירה "אמת" אם המחסנית הנוכחית ריקה, ואם לא – הפעולה תחזיר "שקר".
void push ($T\ x$)	הפעולה מכניסה את הערך x לראש המחסנית הנוכחית (דחיפה).
T pop()	הפעולה מוציאה את הערך שבראש המחסנית הנוכחית ומחזירה אותו (שליפה). הנחה: המחסנית הנוכחית אינה ריקה.
T top()	הפעולה מחזירה את הערך שבראש המחסנית הנוכחית בלי להוציאו. הנחה: המחסנית הנוכחית אינה ריקה.
string toString()	הפעולה מחזירה תיאור של המחסנית, כסדרה של ערכים, במבנה הזה (x_1 הוא האיבר שבראש המחסנית): $[x_1, x_2, \dots, x_n]$

יעילות הפעולות - מחלקה מיוצגת בעזרת שרשרת חוליות.

כל הפעולות מתבצעות בסדר גודל קבוע, $O(1)$, למעט הפעולה **toString()**, המתבצעת בסדר גודל לינארי.

ממשק המחלקה הגנרית - תור <T> QUEUE

המחלקה מגדירה טיפוס אוסף עם פרוטוקול **FIFO** להכנסה והוצאה של ערכים.

Queue<T>()	הפעולה בונה תור ריק.
bool isEmpty()	הפעולה מחזירה "אמת" אם התור הנוכחי ריק, ואם לא – הפעולה תחזיר "שקר".
void insert (Tx)	הפעולה מכניסה את הערך x לסוף התור הנוכחי.
T remove()	הפעולה מוציאה את הערך שבראש התור הנוכחי ומחזירה אותו. הנחה: התור הנוכחי אינו ריק.
T head()	הפעולה מחזירה את ערכו של האיבר שבראש התור מבלי להוציאו. הנחה: התור הנוכחי אינו ריק.
string toString()	הפעולה מחזירה מחרוזת המתארת את התור כסדרה של ערכים, במבנה הזה (x_1 הוא האיבר שבראש התור): $[x_1, x_2, \dots, x_n]$

יעילות הפעולות - המחלקה מיוצגת בעזרת שרשרת חוליות והפניה לזנב התור.

כל הפעולות מתבצעות בסדר גודל קבוע, $O(1)$, למעט הפעולה `toString()`, המתבצעת בסדר גודל לינארי.

ממשק המחלקה הגנרית - חוליה בינרית <T> BINNODE

המחלקה מגדירה חוליה בינרית שבה ערך מטיפוס T ושתי הפניות לחוליות בינריות.

BinNode (T x)	הפעולה בונה חוליה בינרית. ערך החוליה הוא x וערך שתי ההפניות שלה הוא null .
BinNode (BinNode<T> left, T x, BinNode<T> right)	הפעולה בונה חוליה בינרית שערכה יהיה x. left ו-right הן (הפניות אל) הילד השמאלי והימני שלה. ערכי ההפניות יכולים להיות null .
T GetValue()	הפעולה מחזירה את הערך של החוליה.
void setValue (T x)	הפעולה משנה את הערך השמור בחוליה ל-x.
bool hasLeft()	הפעולה מחזירה true אם יש חוליה משמאל.
bool hasRight()	הפעולה מחזירה true אם יש חוליה מימין.
BinNode<T> GetLeft()	הפעולה מחזירה את הילד השמאלי של החוליה. אם אין ילד שמאלי הפעולה מחזירה null .
BinNode<T> GetRight()	הפעולה מחזירה את הילד הימני של החוליה. אם אין ילד ימני הפעולה מחזירה null .
void setLeft (BinNode<T> left)	הפעולה מחליפה את הילד השמאלי בחוליה left.
void setRight (BinNode<T> right)	הפעולה מחליפה את הילד הימני בחוליה right.
string toString()	הפעולה מחזירה מחרוזת המתארת את הערך השמור בחוליה.

יעילות הפעולות: כל הפעולות מתבצעות בסדר גודל קבוע, $O(1)$.

נספח ממשקים מבנה הנתונים בתוכנית הלימודים - C#

ממשק החוליה הגנרית $\text{NODE}<T>$

המחלקה מגדירה חוליה גנרית שבה ערך מטיפוס T והפניה לחוליה העוקבת.

<code>Node (T x)</code>	הפעולה בונה חוליה. הערך של החוליה הוא x , ואין לה חוליה עוקבת.
<code>Node (T x, Node<T> next)</code>	הפעולה בונה חוליה. הערך של החוליה הוא x , והחוליה העוקבת לה היא <code>next</code> . ערכו של <code>next</code> יכול להיות <code>null</code> .
<code>T GetValue()</code>	הפעולה מחזירה את הערך של החוליה.
<code>Node<T> GetNext()</code>	הפעולה מחזירה את החוליה העוקבת. אם אין חוליה עוקבת, הפעולה מחזירה <code>null</code> .
<code>void SetValue (T x)</code>	הפעולה משנה את הערך השמור בחוליה ל- x .
<code>bool HasNext()</code>	הפעולה מחזירה <code>true</code> אם יש חוליה נוספת.
<code>void SetNext (Node<T> next)</code>	הפעולה משנה את החוליה העוקבת ל- <code>next</code> . ערכו של <code>next</code> יכול להיות <code>null</code> .
<code>string ToString()</code>	הפעולה מחזירה מחרוזת המתארת את החוליה.

יעילות הפעולות: כל הפעולות מתבצעות בסדר גודל קבוע, $O(1)$.

ממשק המחלקה מחסנית $\text{STACK}<T>$

המחלקה מגדירה טיפוס אוסף בעל פרוטוקול **LIFO** להכנסה והוצאה של ערכים.

<code>Stack<T>()</code>	הפעולה בונה מחסנית ריקה.
<code>bool IsEmpty()</code>	הפעולה מחזירה "אמת" אם המחסנית הנוכחית ריקה, ואם לא – הפעולה תחזיר "שקר".
<code>void Push (T x)</code>	הפעולה מכניסה את הערך x לראש המחסנית הנוכחית (דחיפה).
<code>T Pop()</code>	הפעולה מוציאה את הערך שבראש המחסנית הנוכחית ומחזירה אותו (שליפה). הנחה: המחסנית הנוכחית אינה ריקה.
<code>T Top()</code>	הפעולה מחזירה את הערך שבראש המחסנית הנוכחית מבלי להוציאו. הנחה: המחסנית הנוכחית אינה ריקה.
<code>string ToString()</code>	הפעולה מחזירה תיאור של המחסנית, כסדרה של ערכים, במבנה הזה (x_1 הוא האיבר שבראש המחסנית): $[x_1, x_2, \dots, x_n]$

יעילות הפעולות - מחלקה מיוצגת בעזרת שרשרת חוליות.

כל הפעולות מתבצעות בסדר גודל קבוע, $O(1)$, למעט הפעולה `ToString()`, המתבצעת בסדר גודל לינארי.

ממשק המחלקה תור $QUEUE<T>$ המחלקה מגדירה טיפוס אוסף עם פרוטוקול **FIFO** להכנסה והוצאה של ערכים.

<code>Queue<T>()</code>	הפעולה בונה תור ריק.
<code>bool IsEmpty()</code>	הפעולה מחזירה "אמת" אם התור הנוכחי ריק, ואם לא – הפעולה תחזיר "שקר".
<code>void Insert (T x)</code>	הפעולה מכניסה את הערך x לסוף התור הנוכחי.
<code>T Remove()</code>	הפעולה מוציאה את הערך שבראש התור הנוכחי ומחזירה אותו. הנחה: התור הנוכחי אינו ריק.
<code>T Head()</code>	הפעולה מחזירה את ערכו של האיבר שבראש התור מבלי להוציאו. הנחה: התור הנוכחי אינו ריק.
<code>string ToString()</code>	הפעולה מחזירה מחרוזת המתארת את התור כסדרה של ערכים, במבנה הזה (x_1 הוא האיבר שבראש התור): $[x_1, x_2, \dots, x_n]$

יעילות הפעולות - המחלקה מיוצגת בעזרת שרשרת חוליות והפניה לזנב התור.

כל הפעולות מתבצעות בסדר גודל קבוע, $O(1)$, למעט הפעולה `ToString()`, המתבצעת בסדר גודל לינארי.ממשק המחלקה חוליה בינרית $BINNODE<T>$ המחלקה מגדירה חוליה בינרית שבה ערך מטיפוס T ושתי הפניות לחוליות בינריות.

<code>BinNode (T x)</code>	הפעולה בונה חוליה בינרית. ערך החוליה הוא x וערך שתי ההפניות שלה הוא <code>null</code> .
<code>BinNode (BinNode<T> left, T x, BinNode<T> right)</code>	הפעולה בונה חוליה בינרית שערכה יהיה x . <code>left</code> ו- <code>right</code> הן (הפניות אל) הילד השמאלי והימני שלה. ערכי ההפניות יכולים להיות <code>null</code> .
<code>T GetValue()</code>	הפעולה מחזירה את הערך של החוליה.
<code>void SetValue (T x)</code>	הפעולה משנה את הערך השמור בחוליה ל- x .
<code>bool HasLeft()</code>	הפעולה מחזירה <code>true</code> אם יש חוליה משמאל.
<code>bool HasRight()</code>	הפעולה מחזירה <code>true</code> אם יש חוליה מימין.
<code>BinNode<T> GetLeft()</code>	הפעולה מחזירה את הילד השמאלי של החוליה. אם אין ילד שמאלי הפעולה מחזירה <code>null</code> .
<code>BinNode<T> GetRight()</code>	הפעולה מחזירה את הילד הימני של החוליה. אם אין ילד ימני הפעולה מחזירה <code>null</code> .
<code>void SetLeft (BinNode<T> left)</code>	הפעולה מחליפה את הילד השמאלי בחוליה <code>left</code> .
<code>void SetRight (BinNode<T> right)</code>	הפעולה מחליפה את הילד הימני בחוליה <code>right</code> .
<code>string ToString()</code>	הפעולה מחזירה מחרוזת המתארת את הערך השמור בחוליה.

יעילות הפעולות: כל הפעולות מתבצעות בסדר גודל קבוע, $O(1)$.