Упражнения: Опашки

1. Казвано ли е дадено число?

Напишете програма, която чете от конзолата **брой N** и после **последователност от N цели числа**, всяко на отделен ред и накрая число, което се проверява дали съществува в първата група числа**.** Ако числото е сред тях, се извежда **“{number} exists in the List”**, в противен случай - **“{Number} not exists in the List”**.

2. По-големи от средното

Напишете програма, която чете от конзолата **брой N** и после **последователност от N цели числа**, всяко на отделен ред. Да се изведат **числата** от първия списък, **които са по-големи от средното аритметично** на всички въведени числа.

3. Числата в диапазона

Напишете програма, която чете от конзолата цяло число за **долна** и **горна граница** на диапазон (всяко на отделен ред), после **брой N** и после **последователност от N цели числа**, всяко на отделен ред. Да се изведат **числата** от последователността, **които са в диапазона.** Гарантирано е, че долната граница е по-малка или равна на горната. Да се използва възможно най-малко памет.

4. Вмъкване на число

Напишете програма, която чете от конзолата **брой N** и после **възходяща последователност от цели числа**, всяко на отделен ред и накрая **число,** което трябва да **се вмъкне в редицата** на такава позиция, че **новополучената редица отново да е възходящо подредена**. **Изведете новополучената редица**. Опитайте се да използвате **възможно най-малко памет**.

5. Вмъкване на число и сравнение

Напишете програма, която чете от конзолата **брой N** и после **възходяща последователност от цели числа**, всяко на отделен ред и накрая **число,** което трябва да **се вмъкне в редицата** на такава позиция, че **новополучената редица отново да е възходящо подредена**. **Изведете двете редици** – тази от преди вмъкването и другата – след вмъкването на числото.

6. Отделно положителните, отделно отрицателните

Напишете програма, която чете от конзолата **редица от цели числа.** Числата са подадени на един ред, разделени с интервал. Трябва да се изведат два реда - на първия всички положителни числа от горната редица, а на втория всички отрицателни числа - в реда, в който са подадени, отново разделени с интервал.

7. Сортиране чрез опашка

Напишете програма, която чете от конзолата **редица от цели числа.** Числата са подадени на един ред, разделени с интервал. Трябва да се изведе на един ред **същата редица, подредена във възходящ ред**, числата да отново отделени с интервал. Задачата да бъде решена, като за подредената редица бъде използвана само структура от данни опашка. Масиви и списъци не е разрешено да се ползват за сортирането, а само за съхраняване на входните данни.

8. Обединяване на подредени редици

Напишете програма, която чете от конзолата **брой N** и после **последователност от N двойки цели числа**, всяка на отделен ред. Гарантирано е, че числата от първата колонка са във възходящ ред. За втората важи същото, но първото число от всяка двойка може да е по-голямо от второто, равно или по-малко от него. Да се обединят всички числа така, че **новополучената редица отново да е възходящо подредена**. **Изведете новополучената редица** на един ред, числата да са отделени с интервали.

9. Числова редица

Дадена е следната последователност от числа:

- $S_1 = N$
- $S_2 = S_1 + 1$
- $S_3 = 2*S_1 + 1$
- $S_4 = S_1 + 2$
- $S_5 = S_2 + 1$
- $S_6 = 2*S_2 + 1$
- $S_7 = S_2 + 2$
- …

Използвайте класа **Queue<T>** и напишете програма, която извежда първите 50 члена за даденото N

Примери:

Вход	Изход
2	2, 3, 5, 4, 4, 7, 5, 6, 11, 7, 5, 9, 6, …
-1	-1, 0, -1, 1, 1, 1, 2, …
1000	1000, 1001, 2001, 1002, 1002, 2003, 1003, …

10. * Редица N → M

Дадени са числата n и m и следните операции:

a) n → n + 1
b) n → n + 2
c) n → n * 2

Напишете програма, която **намира най-късата редица от операции** от списъка по-долу, който **започва от n и завършва в m**. Ако съществуват няколко най-къси редици, намерете първата от тях.

Примери:

Вход	Изход
3 10	3 -> 5 -> 10
5 -5	(няма решение)

10 30	10 -> 11 -> 13 -> 15 -> 30

Подсказка: използвайте **опашка** и следващия алгоритъм:

1. създайте опашка от числа
2. опашка ← n
3. докато (опашката не е празна)
    1. опашка → e
    2. ако (e < m)
        i. опашка ← e + 1
        ii. опашка ← e + 2
        iii. опашка ← e * 2
    3. ако (e == m) Print-Solution; край

С по-горния алгоритъм ще намерите решение, или ще откриете, че то не съществува. Той не може да отпечата числата, включващи редицата n → m.

За да отпечатате редицата от стъпки, за да достигне м, започвайки от n, ще трябва да запазите също и предишния елемент. Вместо с опашка от числа, използвайте опашка от елементи. Всеки елемент ще запази число и указател към предишния елемент. Промените в алгоритъма са примерно такива:

Алгоритъм Find-Sequence (n, m):

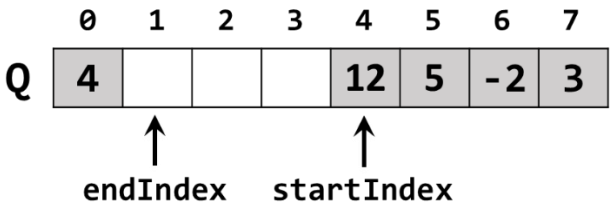
1. създайте опашка от елемент {стойност, предходен_елемент }
2. опашка ← { n, **null** }
3. докато (опашката не е празна)
    1. опашка → елемент
    2. ако (елемент.стойност < m)
        i. опашка ← { елемент.стойност + 1, елемент}
        ii. queue ← { елемент.стойност + 2, елемент }
        iii. queue ← { елемент.стойност * 2, елемент }
    3. ако (елемент.стойност == m) Print-Solution; **край**

Алгоритъм Print-Solution (item):

1. докато (елемента не е null)
    1. отпечатай елемент.стойност
    2. елемент=елемент.предходен_елемент

11. * Имплементиране на кръгова опашка

Имплементирайте кръгова опашка, базирана на масив в C# – структура от данни, която съдържа елементи и следва принципа FIFO (**F**irst **I**n, **F**irst **O**ut – първи вътре, първи вън), като използвате фиксиран вътрешен **капацитет**, който се удвоява, когато се запълни:



На фигурата по-горе, елементите {12, 5, -2, 3, 4} стоят в масив с фиксиран капацитет от 8 елемента. Капацитета на опашката е 8, броят на елементите е 5, а 3 клетки стоят празни. **`startIndex`** ни показва първият непразен елемент в опашката. **`endIndex`** ни показва мястото точно след последния непразен елемент в опашката – мястото, където следващият елемент ще бъде добавен към опашката. Забележете, че опашката е **кръгова**: след елемента на последна позиция 7 идва елемент на позиция 0.

Стъпка 1. CircularQueue<T>

Използвайте следният скелет за класа:

```
public class CircularQueue<T>
{
    private const int DefaultCapacity = 4;
    public int Count { get; private set; }
    public CircularQueue(int capacity = DefaultCapacity) { … }
    public void Enqueue(T element) { … }
    public T Dequeue() { … }
    public T[] ToArray() { … }
}
```

Стъпка 2. Създайте вътрешната информация за опашката

Първата стъпка е да създадете вътрешна информация, която пази елементите, както и началният+крайният индекс:

- **`T[] elements`** – масив, който държи елементите на опашката
  - Непразните клетки пазят елементите
  - Празните клетки са свободни за добавяне на нови елементи
  - Дължината на масива (**Length)** пази капацитета на опашката
- **`int startIndex`** – пази началния индекс (индекса на първия влезнал елемент в опашката)
- **`int endIndex`** – пази крайния индекс (индекса в масива, който е непосредствено след последния добавен елемент)
- **`int Count`** – пази информация за броя елементи в опашката

Кодът би изглеждал по подобен начин:

```
public class CircularQueue<T>
{
    private T[] elements;
    private int startIndex = 0;
    private int endIndex = 0;

    17 references | 0/5 passing
    public int Count { get; private set; }
```

Стъпка 3. **Направете конструктор**

Сега, нека да имплементираме конструктор. Негоава цел е да заделя място за масива в рамките на **`CircularQueue<T>`** класа. Ще имаме два констуктора:

- Конструктор без параметри – трябва да задели 16 елемента (16 е капацитета по подразбиране в началото за опашката)
- Констуктор с параметър **`capacity`** – заделя масива с конкретен капацитет

Стъпка 4. **Имплементиране на Enqueue(…) метод**

Нека да имплементираме **`Enqueue(element)`** метода, който добавя нов елемент в края на опашката:

```
public void Enqueue(T element)
{
    if (this.Count >= this.elements.Length)
    {
        this.Grow();
    }
    this.elements[this.endIndex] = element;
    this.endIndex = (this.endIndex + 1) % this.elements.Length;
    this.Count++;
}
```

Как работи? Първо, ако опашката е пълна, **увеличава** я (т.е. нейния капацитет става двойно по-голям). След това, добавя новият елемент на позиция **`endIndex`** (индексът, който е точно след последния елемент), а след това премества индекса с една позиция надясно, както и увеличава вътрешния брояч **`Count`**.

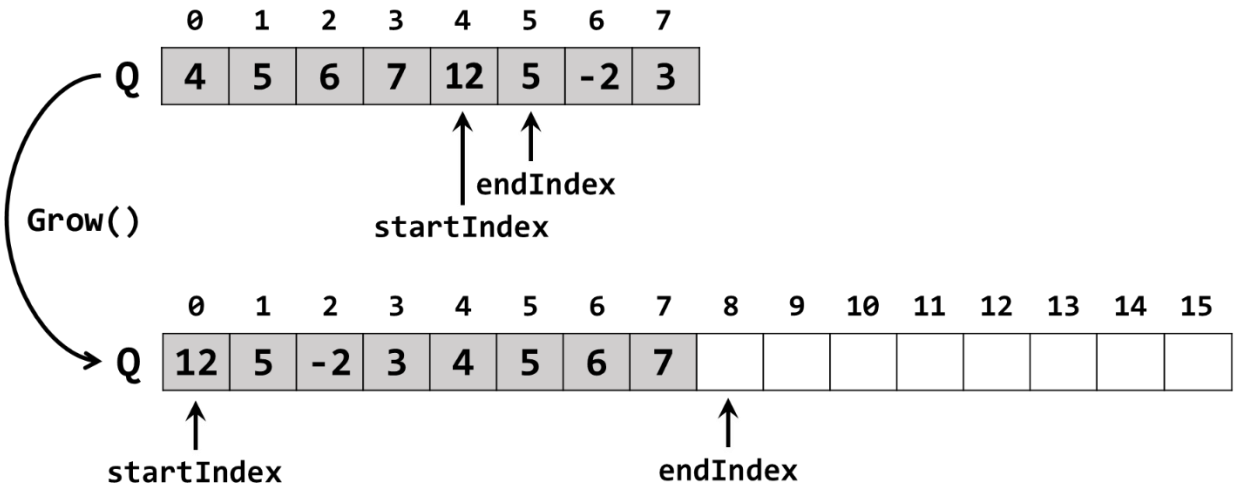
Забележете, че опашката е кръгова, така че елемента след последния елемент (**`this.elements.Length-1`**) е **`0`**.

Така стигаме до **формула**: Елементът следващ **`p`** е на позиция **`(p + 1) % capacity`**. В кода имаме:

```
(this.endIndex + 1) % this.elements.Length
```

Стъпка 5. **Имплементиране на Grow() метод**

`Grow()` методът се извиква, когато опашката е със запълнен капацитет (**`capacity == Count`**) и искаме да добавим нов елемент. **`Grow()`** методът трябва да задели нов масив с **удвоен капацитет** и да премести всички елементи от стария масив в новия масив:



Кодът за увеличаване на капацитета може да изглежда по подобен начин:

```
private void Grow()
{
    var newElements = new T[2 * this.elements.Length];
    this.CopyAllElementsTo(newElements);
    this.elements = newElements;
    this.startIndex = 0;
    this.endIndex = this.Count;
}
```

Важна част от "**уголемяването**" е да се **копират елементите от стария масив в новия**. Това може да се случу ето така:

```
private void CopyAllElementsTo(T[] resultArr)
{
    int sourceIndex = this.startIndex;
    int destinationIndex = 0;
    for (int i = 0; i < this.Count; i++)
    {
        resultArr[destinationIndex] = this.elements[sourceIndex];
        sourceIndex = (sourceIndex + 1) % this.elements.Length;
        destinationIndex++;
    }
}
```

Стъпка 6. Имплементиране на Dequeue() метод

Сега е ред на **`Dequeue()`** метода. Неговата цел е да се върне и да се премахне от опашката първият добавен елемент (той се намира на позиция **`startIndex`**). Кодът е както следва:

```
public T Dequeue()
{
    if (this.Count == 0)
    {
        throw new InvalidOperationException("The queue is empty!");
    }

    var result = this.elements[startIndex];
    this.startIndex = (this.startIndex + 1) % this.elements.Length;
    this.Count--;
    return result;
}
```

Как работи? Ако опашката е празна, се хвърля изключение. В противен случай, първият елемент от опашката се взема; **`startIndex`** се отмества нататък; **`Count`** се намаля.

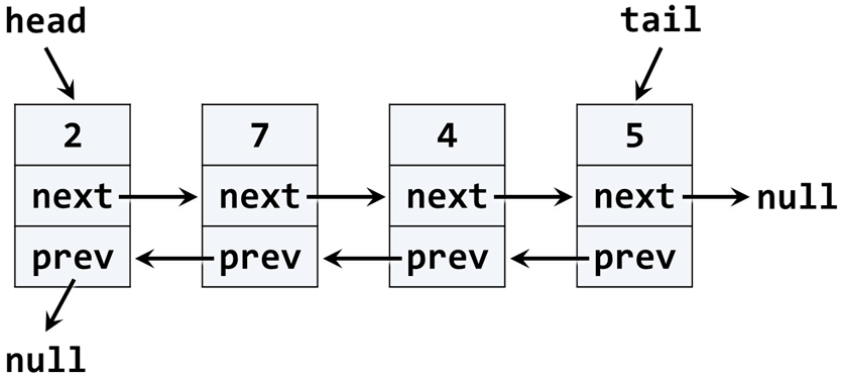
Стъпка 7. Имплементиране на ToArray() Method

Сега нека си направим и **`ToArray()`** метод. Той трябва да заделя масив с размер **`this.Count`** и да **копира всички елементи от опашката** в него. Ние вече имаме метод за копиране на елементите, така че този път ще се справим по-лесно и кратко. Кодът е замъглен нарочно. Опитайте се сами.

```
public T[] ToArray()
{
    var resultArr = new T[this.Count];
    CopyAllElementsTo(resultArr);
    return resultArr;
}
```

12. * Имплементиране на свързана опашка

Имплементирайте опашката използвайки "**двусвързан списък** ":



Използвайте този код като скелет:

```
public class LinkedQueue<T>
{
    public int Count { get; private set; }
    public void Enqueue(T element) { … }
    public T Dequeue() { … }
    public T[] ToArray() { … }

    private class QueueNode<T>
    {
        public T Value { get; private set; }
        public QueueNode<T> NextNode { get; set; }
        public QueueNode<T> PrevNode { get; set; }
    }
```

```
}
```

Разгледайте и модифицирайте кода за **DoublyLinkedList<T>** класа. Ако опашката е празна, **Dequeue()** трябва да хвърля **InvalidOperationException**.