**Сдать задание нужно до 3 ноября 2023г. (18:00) включительно.**

Ссылка на контест: <https://contest.yandex.ru/contest/53768/enter>

[Ведомость WEB](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Ak7DV9crEjXPgXODZH2m3ea38uMHujjUv2vvu_UvvF4/edit?usp=sharing)

[Ссылка на правила](https://docs.google.com/document/d/1TJHGNKRv7cbzXnZLLCawPjYl1Q71r4avJfR94AVkI-o/edit?usp=sharing)

**Общие требования для всех задач**

Ввод/вывод отделены от решения.

Не должно быть утечек памяти, за каждую утечку памяти - штраф “-1”.

## Задача № 1 (3 балла)

Во всех задачах необходимо использование битовых операций.

*Использование арифметических операций запрещено.*

Входное число лежит в диапазоне 0..232 -1 и вводится в десятичном виде.

**1.1** Подсчитать кол-во единичных бит в входном числе , стоящих на четных позициях. Позиции битов нумеруются с 0.

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 25 | 2 |

**1.2** Вернуть значение бита в числе N по его номеру K.

Формат входных данных. Число N, номер бита K

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 25 3 | 1 |
| 25 2 | 0 |

**1.3** Если в числе содержится только один бит со значением 1, записать в выходной поток OK. Иначе записать FAIL

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 32 | OK |
| 34 | FAIL |

**1.4** Инвертируйте значение бита в числе N по его номеру K.

Формат входных данных. Число N, номер бита K.

Формат выходных данных. Число с инвертированным битом в десятичном виде.

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 25 1 | 27 |
| 25 4 | 9 |

## 

## Задача № 2 (4 балла)

Обязательная задача

**2\_1.** Дан отсортированный массив целых чисел A[0..n-1] и массив целых чисел B[0..m-1]. Для каждого элемента массива B[i] найдите минимальный индекс k минимального элемента массива A, равного или превосходящего B[i]: A[k] >= B[i]. Если такого элемента нет, выведите n. n, m ≤ 10000.

**Требования:**  Время работы поиска k для каждого элемента B[i]: O(log(**k**)). Внимание! В этой задаче для каждого B[i] сначала нужно определить диапазон для бинарного поиска размером порядка k с помощью экспоненциального поиска, а потом уже в нем делать бинарный поиск.

Формат входных данных.

В первой строчке записаны числа n и m. Во второй и третьей массивы A и B соответственно.

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 2 1  1 2  2 | 1 |
| 4 3  2 4 5 7  4 6 1 | 1 3 0 |

**2\_2.** Дан массив целых чисел А[0..n-1]. Известно, что на интервале [0, m] значения массива строго возрастают, а на интервале [m, n-1] строго убывают. Найти m за O(log **m**).

**Требования:**  Время работы O(log **m**). Внимание! В этой задаче сначала нужно определить диапазон для бинарного поиска размером порядка m с помощью экспоненциального поиска, а потом уже в нем делать бинарный поиск.

2 ≤ n ≤ 10000.

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 10  1 2 3 4 5 6 7 6 5 4 | 6 |

**2\_3.** Даны два массива неповторяющихся целых чисел, упорядоченные по возрастанию. A[0..n-1] и B[0..m-1]. n >> m. Найдите их пересечение.

**Требования:** Время работы: O(m \* log **k**), где k - позиция элемента B[m-1] в массиве A.. В процессе поиска очередного элемента B[i] в массиве A пользуйтесь результатом поиска элемента B[i-1]. Внимание! В этой задаче для каждого B[i] сначала нужно определить диапазон для бинарного поиска размером порядка k с помощью экспоненциального поиска, а потом уже в нем делать бинарный поиск.

n, k ≤ 10000.

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 5  3  1 2 3 4 5  1 3 5 | 1 3 5 |

**2\_4.** Дан отсортированный массив различных целых чисел A[0..n-1] и массив целых чисел B[0..m-1]. Для каждого элемента массива B[i] найдите минимальный индекс элемента массива A[k], ближайшего по значению к B[i].

**Требования:** Время работы поиска для каждого элемента B[i]: O(log(**k**)). Внимание! В этой задаче для каждого B[i] сначала нужно определить диапазон для бинарного поиска размером порядка k с помощью экспоненциального поиска, а потом уже в нем делать бинарный поиск.

n ≤ 110000, m ≤ 1000.

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 3  10 20 30  3  9 15 35 | 0 0 2 |
| 3 10 20 30 4 8 9 10 32 | 0 0 0 2 |

## Задача № 3 (4 балла)

Во всех задачах из следующего списка следует написать структуру данных, обрабатывающую команды push\* и pop\*.

Формат входных данных.

В первой строке количество команд n. n ≤ 1000000.  
Каждая команда задаётся как 2 целых числа: a b.

a = 1 - push front

a = 2 - pop front

a = 3 - push back

a = 4 - pop back

Команды добавления элемента 1 и 3 заданы с неотрицательным параметром b.

Для очереди используются команды 2 и 3. Для дека используются все четыре команды.

Если дана команда pop\*, то число b - ожидаемое значение. Если команда pop вызвана для пустой структуры данных, то ожидается “-1”.

Формат выходных данных.

Требуется напечатать YES - если все ожидаемые значения совпали. Иначе, если хотя бы одно ожидание не оправдалось, то напечатать NO.

**3\_1.** Реализовать очередь с динамическим зацикленным буфером (на основе динамического массива).

**Требования:** Очередь должна быть реализована в виде класса.

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 3  3 44  3 50  2 44 | YES |
| 2  2 -1  3 10 | YES |
| 2  3 44  2 66 | NO |

**3\_2.** Реализовать дек с динамическим зацикленным буфером (на основе динамического массива).

**Требования:** Дек должен быть реализован в виде класса.

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 3  1 44  3 50  2 44 | YES |
| 2  2 -1  1 10 | YES |
| 2  3 44  4 66 | NO |

**3\_3.** Реализовать очередь с помощью двух стеков.

**Требования:** Очередь должна быть реализована в виде класса. Стек тоже должен быть реализован в виде класса.

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 3  3 44  3 50  2 44 | YES |
| 2  2 -1  3 10 | YES |
| 2  3 44  2 66 | NO |

## 

## Задача № 4 (4 балла)

Обязательная задача

**Требование для всех вариантов Задачи 4**

Решение всех задач данного раздела предполагает использование кучи, реализованной в виде **шаблонного класса**.

**Решение должно поддерживать передачу функции сравнения снаружи.**

Куча должна быть динамической.

**4.1 Слияние массивов.**

Напишите программу, которая использует кучу для слияния K отсортированных массивов суммарной длиной N.

**Требования:** время работы O(N \* logK). Ограничение на размер кучи O(K)..

Формат входных данных: Сначала вводится количество массивов K. Затем по очереди размер каждого массива и элементы массива. Каждый массив упорядочен по возрастанию.

Формат выходных данных: Итоговый отсортированный массив.

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 3  1  6  2  50 90  3  1 10 70 | 1 6 10 50 70 90 |

**4.2 Топ K пользователей из лога**

Имеется лог-файл, в котором хранятся пары для N пользователей *(Идентификатор пользователя, посещаемость сайта)*.

Напишите программу, которая выбирает K пользователей, которые чаще других заходили на сайт, и выводит их в порядке возрастания посещаемости. Количество заходов и идентификаторы пользователей не повторяются.

**Требования:** время работы O(N \* logK), где N - кол-во пользователей. Ограничение на размер кучи O(K).

Формат входных данных: Сначала вводятся N и K, затем пары *(Идентификатор пользователя, посещаемость сайта)*.

Формат выходных данных: Идентификаторы пользователей в порядке возрастания посещаемости

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 3 3  100 36  80 3  1 5 | 80  1  100 |

**4.3 Планировщик процессов**

В операционной системе Technux есть планировщик процессов.

Каждый процесс характеризуется:

* приоритетом P
* временем, которое он уже отработал t
* временем, которое необходимо для завершения работы процесса T

Планировщик процессов выбирает процесс с минимальным значением P \* (t + 1), выполняет его время P и кладет обратно в очередь процессов.

Если выполняется условие t >= T, то процесс считается завершенным и удаляется из очереди.

Требуется посчитать кол-во переключений процессора.

Формат входных данных: Сначала вводится кол-во процессов. После этого процессы в формате P T

Формат выходных данных: Кол-во переключений процессора.

|  |  |
| --- | --- |
| in | out |
| 3  1 10  1 5  2 5 | 18 |

## 

## Задача № 5 (4 балла)

**Требование для всех вариантов Задачи 5**

Во всех задачах данного раздела необходимо реализовать и использовать **сортировку слиянием в виде шаблонной функции**.

**Решение должно поддерживать передачу функции сравнения снаружи.**

Общее время работы алгоритма O(n log n).

**5\_1. Реклама.**

В супермаркете решили оптимизировать показ рекламы. Известно расписание прихода и ухода покупателей (два целых числа). Каждому покупателю необходимо показать минимум 2 рекламы. Рекламу можно транслировать только в целочисленные моменты времени. Покупатель может видеть рекламу от момента прихода до момента ухода из магазина.

В каждый момент времени может показываться только одна реклама. Считается, что реклама показывается мгновенно. Если реклама показывается в момент ухода или прихода, то считается, что посетитель успел её посмотреть. Требуется определить минимальное число показов рекламы.

|  |  |
| --- | --- |
| In | Out |
| 5  1 10  10 12  1 10  1 10  23 24 | 5 |

**5\_2. Современники.**

Группа людей называется современниками если был такой момент, когда они могли собраться вместе. Для этого в этот момент каждому из них должно было уже исполниться 18 лет, но ещё не исполниться 80 лет.

Дан список Жизни Великих Людей. Необходимо получить максимальное количество современников. В день 18летия человек уже может принимать участие в собраниях, а в день 80летия и в день смерти уже не может.

Замечание. Человек мог не дожить до 18-летия, либо умереть в день 18-летия. В этих случаях принимать участие в собраниях он не мог.

|  |  |
| --- | --- |
| In | Out |
| 3  2 5 1980 13 11 2055  1 1 1982 1 1 2030  2 1 1920 2 1 2000 | 3 |

**5\_3. Закраска прямой 1.**

На числовой прямой окрасили *N* отрезков. Известны координаты левого и правого концов каждого отрезка (Li и Ri). Найти длину окрашенной части числовой прямой.

|  |  |
| --- | --- |
| In | Out |
| 3  1 4  7 8  2 5 | 5 |

**5\_4. Закраска прямой 2.**

На числовой прямой окрасили *N* отрезков. Известны координаты левого и правого концов каждого отрезка (*Li* и *Ri*). Найти сумму длин частей числовой прямой, окрашенных ровно в один слой.

|  |  |
| --- | --- |
| In | Out |
| 3  1 4  7 8  2 5 | 3 |

## Задача № 6 (3 балла)

Обязательная задача

Дано множество целых чисел из [0..10^9] размера n.

Используя алгоритм поиска k-ой порядковой статистики, требуется найти следующие параметры множества:

1. 10% перцентиль
2. медиана
3. 90% перцентиль

**Требования:** к дополнительной памяти: O(n).

Среднее время работы: O(n)

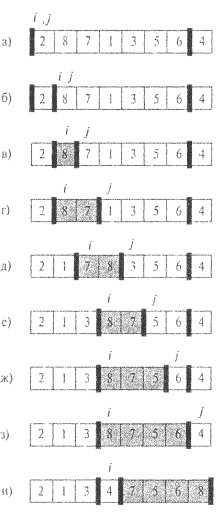
Должна быть отдельно выделенная функция partition.

Рекурсия запрещена.

Решение должно поддерживать передачу функции сравнения снаружи.

Функцию Partition следует реализовывать методом прохода двумя итераторами в одном направлении. Описание для случая прохода от начала массива к концу:

* Выбирается опорный элемент. Опорный элемент меняется с последним элементом массива.
* Во время работы Partition в начале массива содержатся элементы, не бОльшие опорного. Затем располагаются элементы, строго бОльшие опорного. В конце массива лежат нерассмотренные элементы. Последним элементом лежит опорный.
* Итератор (индекс) i указывает на начало группы элементов, строго бОльших опорного.
* Итератор j больше i, итератор j указывает на первый нерассмотренный элемент.
* Шаг алгоритма. Рассматривается элемент, на который указывает j. Если он больше опорного, то сдвигаем j.  
  Если он не больше опорного, то меняем a[i] и a[j] местами, сдвигаем i и сдвигаем j.
* В конце работы алгоритма меняем опорный и элемент, на который указывает итератор i.



**6\_1.** Реализуйте стратегию выбора опорного элемента “медиана трёх”. Функцию Partition реализуйте методом прохода двумя итераторами от начала массива к концу.

**6\_2.** Реализуйте стратегию выбора опорного элемента “медиана трёх”. Функцию Partition реализуйте методом прохода двумя итераторами от конца массива к началу.

**6\_3.** Реализуйте стратегию выбора опорного элемента “случайный элемент”. Функцию Partition реализуйте методом прохода двумя итераторами от начала массива к концу.

**6\_4.** Реализуйте стратегию выбора опорного элемента “случайный элемент”. Функцию Partition реализуйте методом прохода двумя итераторами от конца массива к началу.

|  |  |
| --- | --- |
| In | Out |
| 10  1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | 2  6  10 |

## Задача № 7 (3 балла)

**7\_1. MSD для строк.**

Дан массив строк. Количество строк не больше 105. Отсортировать массив методом поразрядной сортировки MSD по символам. Размер алфавита - 256 символов. Последний символ строки = ‘\0’.

|  |  |
| --- | --- |
| In | Out |
| ab  a  aaa  aa | a  aa  aaa  ab |

**7\_2. LSD для long long.**

Дан массив неотрицательных целых 64-битных чисел. Количество чисел не больше 106. Отсортировать массив методом поразрядной сортировки LSD по байтам.

|  |  |
| --- | --- |
| In | Out |
| 3  4 1000000 7 | 4 7 1000000 |

**7\_3. Binary MSD для long long.**

Дан массив неотрицательных целых 64-разрядных чисел. Количество чисел не больше 106. Отсортировать массив методом MSD по битам (бинарный QuickSort).

|  |  |
| --- | --- |
| In | Out |
| 3  4 1000000 7 | 4 7 1000000 |