Министерство образования и науки Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Факультет программной инженерии и компьютерной техники
Направление подготовки 09.03.04 Программная инженерия

Дисциплина «Алгоритмы и структуры данных»

ОТЧЁТ

по лабораторной работе №6 (Week 6 Openedu)

Студент Луговских Савелий Михайлович P3218

Преподаватель Муромцев Дмитрий Ильич

Санкт-Петербург

2019 г.

Содержание

Задача 1 Двоичный поиск

Имя входного файла:	input.txt
Имя выходного файла:	output.txt
Ограничение по времени:	2 секунды
Ограничение по памяти:	256 мегабайт

Дан массив из элементов, упорядоченный в порядке неубывания, и запросов: найти первое и последнее вхождение некоторого числа в массив. Требуется ответить на эти запросы.

Формат входного файла

В первой строке входного файла содержится одно число n - размер массива ($1 \leq n \leq 10^5$). Во второй строке находятся чисел в порядке неубывания — элементы массива. В третьей строке находится число m — число запросов ($1 \leq n \leq 10^5$). В следующей строке находятся чисел — запросы. Элементы массива и запросы являются целыми числами, неотрицательны и не превышают 10^9.

Формат выходного файла

Для каждого запроса выведите в отдельной строке номер (индекс) первого и последнего вхождения этого числа в массив. Если числа в массиве нет, выведите два раза -1.

Пример

input.txt	output.txt
5 1 1 2 2 2 3 1 2 3	1 2 3 5 -1 -1

Исходный код к задаче 1

```
class Lab6_1
{
    static Dictionary<int, string> _results = new Dictionary<int, string>();

    public static void Main(string[] args)
    {
        var app = new Lab6_1();
        app.DoWork(args);
    }

    private void DoWork(string[] args)
    {
        using (var sw = new StreamWriter("output.txt"))
        {
            string[] stdin = File.ReadAllLines("input.txt");

            int[] array = stdin[1].Split(' ').Select(x => int.Parse(x)).ToArray();
            int[] requests = stdin[3].Split(' ').Select(x => int.Parse(x)).ToArray();

            for (int i = 0; i < requests.Length; i++)
```

```
                if (_results.ContainsKey(requests[i]))
                    sw.WriteLine(_results[requests[i]]);
                else
                {
                    this.BinarySearch(array, requests[i]);
                    sw.WriteLine(_results[requests[i]]);
                }
        }
    }

    void BinarySearch(int[] array, int value)
    {
        int l = -1, r = array.Length;
        while (r > l + 1 || (r >= array.Length && l < 0 && array[l] != value && array[r]
!= value))
        {
            int m = (l + r) / 2;
            if (array[m] < value)
                l = m;
            else
                r = m;
        }

        if (r < array.Length && array[r] == value)
        {
            while (r < array.Length && array[r] == value) r++;
            while (l >= 0 && array[l] == value) l--;
            l += 2;
            _results.Add(value, string.Format("{0} {1}", l, r));
        }
        else
        {
            _results.Add(value, string.Format("-1 -1"));
        }
    }
}
```

Бенчмарк к задаче 1

№ теста	Результат	Время, с	Память	Размер входного файла	Размер выходного файла
Max		0.218	41418752	1978102	1277538
1	OK	0.031	11374592	22	17
2	OK	0.031	11390976	20	38
3	OK	0.031	11370496	41	15
4	OK	0.046	15769600	204081	21587
5	OK	0.046	16019456	412716	21559
6	OK	0.046	15749120	412714	12243
7	OK	0.078	20537344	498728	612555
8	OK	0.093	27041792	1008458	612906
9	OK	0.109	29265920	1008832	341682

10	OK	0.093	22646784	471365	861755
11	OK	0.093	27324416	953290	859761
12	OK	0.156	33837056	953404	548738
13	OK	0.046	16052224	197660	51796
14	OK	0.046	15785984	399789	51761
15	OK	0.062	15503360	399826	29610
16	OK	0.093	25362432	511344	947660
17	OK	0.109	28278784	1034328	951787
18	OK	0.140	34459648	1034511	608920
19	OK	0.062	17551360	384717	274370
20	OK	0.078	22843392	777782	274601
21	OK	0.078	22810624	778270	152655
22	OK	0.093	18374656	219786	228823
23	OK	0.046	17141760	444845	228627
24	OK	0.046	16699392	444580	136297
25	OK	0.062	20316160	452007	84006
26	OK	0.078	23511040	914248	84077
27	OK	0.062	22220800	914384	46178
28	OK	0.093	22716416	534373	224808
29	OK	0.078	26451968	1080911	225002
30	OK	0.078	26599424	1080929	123417
31	OK	0.078	20946944	474858	115440
32	OK	0.078	24301568	960744	115495
33	OK	0.078	23859200	960330	63391
34	OK	0.125	33361920	977910	1277538
35	OK	0.140	38150144	1977816	1277396

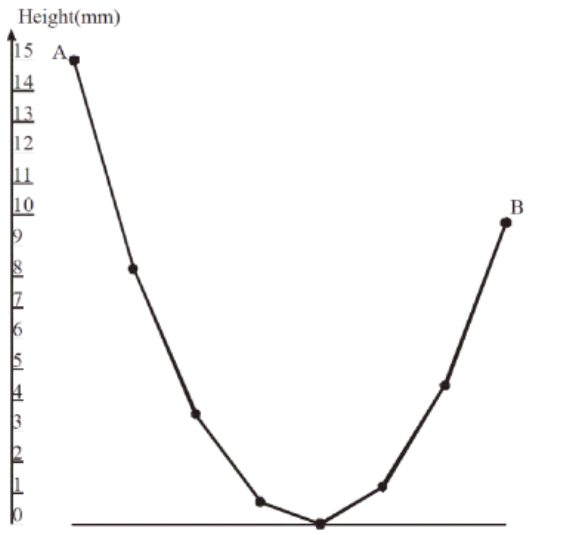
36	OK	0.218	41418752	1978102	700050
37	OK	0.093	31944704	966605	1000288
38	OK	0.093	31956992	962679	1131278
39	OK	0.093	32804864	1000016	1200034
40	OK	0.140	32808960	1000016	1198665
41	OK	0.093	29274112	858730	1199466

Задача 2. Гирлянда

Имя входного файла:	input.txt
Имя выходного файла:	output.txt
Ограничение по времени:	2 секунды
Ограничение по памяти:	256 мегабайт

Гирлянда состоит из n лампочек на общем проводе. Один её конец закреплён на заданной высоте A мм (h_i= A). Благодаря силе тяжести гирлянда прогибается: высота каждой неконцевой лампы на 1 мм меньше, чем средняя высота ближайших соседей ($h_i = \frac{h_i-1 + h_i+1}{2} - 1$ для $1 < I < N$).

Требуется найти минимальное значение высоты второго конца B (B = h_n), такое что для любого $\varepsilon > 0$ при высоте второго конца $B + \varepsilon$ для всех лампочек выполняется условие $h_i > 0$. Обратите внимание на то, что при данном значении высоты либо ровно одна, либо две соседних лампочки будут иметь нулевую высоту.



Формат входного файла

В первой строке входного файла содержится два числа n и A ($3 \leq n \leq 1000$, n — целое, $10 \leq A \leq 1000, A$ — вещественное и дано не более чем с тремя знаками после десятичной точки).

Формат выходного файла

Выведите одно вещественное число B — минимальную высоту второго конца. Ваш ответ будет засчитан, если он будет отличаться от правильного не более, чем на $10^{(-6)}$.

Примеры

input.txt	output.txt
8 15	9.75
692 532.81	446113.34434782615

Исходный код к задаче 2

```
class Lab6_2
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        var app = new Lab6_2();
        app.DoWork(args);
    }

    private void DoWork(string[] args)
    {
        using (var sw = new StreamWriter("output.txt"))
        {
            string[] stdin = File.ReadAllText("input.txt").Split(' ');

            int n = int.Parse(stdin[0]);
            double a = double.Parse(stdin[1]);
            sw.WriteLine(findMinLastHeight(n, 0, a));
        }

        double findMinLastHeight(double n, double left, double right)
        {
            double last = -1;
            double leftHeight = right;


            while ((right - left) > 0.00000000001)
            {
                double mid = (left + right) / 2;
                double prev = leftHeight;
                double cur = mid;
                bool aboveGround = cur > 0;

                for (int i = 3; i <= n; i++)
                {
                    double next = 2 * cur - prev + 2;
                    aboveGround &= next > 0;
                    prev = cur;
                    cur = next;
                }
```

```
                if (aboveGround)
                {
                    right = mid;
                    last = cur;
                }
                else
                    left = mid;

            }

            return last;
        }
    }
}
```

Бенчмарк к задаче 2

№ теста	Результат	Время, с	Память	Размер входного файла	Размер выходного файла
Max		0.078	10481664	14	22
1	OK	0.062	10346496	9	17
2	OK	0.031	10481664	12	18
3	OK	0.031	10399744	9	21
4	OK	0.031	10383360	11	21
5	OK	0.031	10465280	9	22
6	OK	0.078	10366976	9	18
7	OK	0.031	10440704	14	18
8	OK	0.031	10448896	12	18
9	OK	0.046	10375168	11	18
10	OK	0.015	10371072	13	18
11	OK	0.031	10391552	10	21
12	OK	0.031	10199040	13	18
13	OK	0.046	10219520	10	22
14	OK	0.031	10170368	10	22
15	OK	0.031	10166272	12	18
16	OK	0.031	10190848	9	18
17	OK	0.015	10170368	12	18
18	OK	0.015	10235904	12	18

19	OK	0.031	10194944	12	18
20	OK	0.015	10199040	11	18
21	OK	0.031	10194944	11	18
22	OK	0.031	10158080	11	18
23	OK	0.031	10297344	11	22
24	OK	0.015	10145792	11	18
25	OK	0.062	10289152	12	18
26	OK	0.015	10207232	12	18
27	OK	0.031	10182656	12	18
28	OK	0.031	10194944	12	18
29	OK	0.031	10162176	12	18
30	OK	0.015	10235904	11	22
31	OK	0.031	10199040	12	17
32	OK	0.031	10190848	12	18
33	OK	0.031	10223616	11	22
34	OK	0.046	10162176	12	18
35	OK	0.046	10137600	12	18
36	OK	0.031	10153984	12	18
37	OK	0.015	10186752	12	18
38	OK	0.031	10166272	11	18
39	OK	0.031	10199040	12	18
40	OK	0.031	10149888	12	18
41	OK	0.015	10231808	12	18
42	OK	0.031	10297344	12	18
43	OK	0.015	10211328	11	17
44	OK	0.031	10207232	12	18

45	OK	0.031	10194944	12	18
46	OK	0.031	10194944	11	22
47	OK	0.015	10153984	12	18
48	OK	0.015	10178560	12	18
49	OK	0.015	10149888	11	17
50	OK	0.031	10166272	11	18
51	OK	0.015	10182656	12	18
52	OK	0.031	10199040	12	18
53	OK	0.031	10227712	11	18
54	OK	0.031	10219520	12	18
55	OK	0.031	10194944	12	17
56	OK	0.031	10166272	12	18
57	OK	0.015	10145792	12	18
58	OK	0.031	10158080	12	18
59	OK	0.046	10194944	12	18
60	OK	0.031	10141696	12	18
61	OK	0.015	10166272	12	18
62	OK	0.015	10162176	10	18
63	OK	0.031	10219520	12	17
64	OK	0.031	10219520	11	18
65	OK	0.031	10231808	12	18
66	OK	0.031	10203136	12	18
67	OK	0.031	10199040	10	17
68	OK	0.031	10166272	12	18
69	OK	0.031	10203136	12	18
70	OK	0.031	10153984	12	18

71	OK	0.046	10149888	11	18
72	OK	0.031	10162176	12	18
73	OK	0.031	10178560	12	18
74	OK	0.031	10231808	12	18
75	OK	0.015	10227712	12	17
76	OK	0.015	10240000	12	18
77	OK	0.031	10227712	12	18
78	OK	0.015	10231808	12	18
79	OK	0.031	10190848	12	18
80	OK	0.015	10174464	11	18
81	OK	0.031	10178560	12	18
82	OK	0.031	10153984	12	18
83	OK	0.031	10178560	11	18
84	OK	0.031	10158080	12	18
85	OK	0.031	10199040	11	18
86	OK	0.031	10199040	12	18
87	OK	0.015	10223616	12	18
88	OK	0.046	10227712	11	18
89	OK	0.031	10199040	12	18
90	OK	0.031	10153984	12	18
91	OK	0.015	10178560	12	18
92	OK	0.015	10190848	12	18
93	OK	0.031	10137600	12	18
94	OK	0.031	10223616	12	18
95	OK	0.015	10178560	12	18
96	OK	0.031	10186752	12	17

97	OK	0.031	10215424	12	18
98	OK	0.031	10231808	12	17
99	OK	0.031	10186752	11	17
100	OK	0.046	10203136	11	21
101	OK	0.015	10231808	12	18
102	OK	0.031	10186752	11	18
103	OK	0.031	10207232	12	18
104	OK	0.031	10223616	11	18
105	OK	0.031	10149888	12	17
106	OK	0.015	10166272	11	18
107	OK	0.015	10227712	12	18
108	OK	0.015	10170368	11	18
109	OK	0.031	10211328	12	18
110	OK	0.031	10199040	12	18
111	OK	0.015	10149888	11	18
112	OK	0.015	10231808	12	17
113	OK	0.031	10186752	12	18
114	OK	0.015	10190848	11	18
115	OK	0.015	10223616	12	18
116	OK	0.031	10145792	12	18
117	OK	0.015	10207232	12	18
118	OK	0.015	10182656	12	18
119	OK	0.031	10170368	11	18
120	OK	0.015	10178560	12	18
121	OK	0.031	10186752	12	18
122	OK	0.031	10178560	12	18

123	OK	0.031	10219520	12	18
124	OK	0.031	10186752	12	18
125	OK	0.015	10223616	12	18
126	OK	0.031	10182656	12	18
127	OK	0.031	10199040	12	18
128	OK	0.031	10190848	12	18
129	OK	0.015	10199040	12	18
130	OK	0.015	10252288	12	18
131	OK	0.031	10199040	12	18
132	OK	0.031	10211328	12	18
133	OK	0.015	10145792	12	18
134	OK	0.031	10285056	12	18
135	OK	0.031	10170368	12	16
136	OK	0.031	10211328	12	18
137	OK	0.031	10194944	12	18
138	OK	0.031	10145792	12	17
139	OK	0.031	10219520	12	18
140	OK	0.031	10141696	12	18
141	OK	0.031	10178560	12	17
142	OK	0.015	10256384	12	18
143	OK	0.031	10158080	12	17
144	OK	0.031	10158080	12	17
145	OK	0.031	10219520	12	18
146	OK	0.031	10215424	12	18
147	OK	0.015	10215424	12	18
148	OK	0.015	10297344	12	18

149	OK	0.031	10178560	12	18
150	OK	0.015	10190848	11	18
151	OK	0.031	10141696	12	18
152	OK	0.015	10158080	12	17
153	OK	0.015	10174464	12	18
154	OK	0.031	10162176	12	18
155	OK	0.031	10145792	12	18
156	OK	0.031	10223616	12	18
157	OK	0.031	10231808	12	18
158	OK	0.031	10203136	12	18
159	OK	0.031	10227712	12	18
160	OK	0.015	10170368	12	18
161	OK	0.031	10178560	12	18
162	OK	0.031	10153984	11	17
163	OK	0.015	10190848	11	18
164	OK	0.078	10207232	12	18
165	OK	0.031	10149888	12	17
166	OK	0.031	10182656	12	18
167	OK	0.046	10223616	12	18
168	OK	0.031	10199040	12	18
169	OK	0.015	10162176	12	18
170	OK	0.031	10223616	12	18
171	OK	0.015	10215424	12	18
172	OK	0.031	10186752	12	17
173	OK	0.031	10149888	12	18
174	OK	0.031	10199040	12	18

175	OK	0.031	10145792	12	18
176	OK	0.015	10166272	12	18
177	OK	0.031	10145792	12	18
178	OK	0.031	10207232	12	18
179	OK	0.015	10215424	12	17
180	OK	0.015	10133504	12	18
181	OK	0.031	10223616	12	17
182	OK	0.031	10227712	12	18
183	OK	0.015	10194944	12	18
184	OK	0.031	10199040	12	18
185	OK	0.015	10186752	12	18
186	OK	0.015	10190848	11	18
187	OK	0.031	10162176	12	17
188	OK	0.031	10186752	9	22
189	OK	0.031	10199040	11	18
190	OK	0.015	10231808	12	18
191	OK	0.031	10186752	12	18
192	OK	0.015	10223616	12	18
193	OK	0.031	10145792	12	18
194	OK	0.031	10170368	12	18
195	OK	0.015	10207232	12	18
196	OK	0.015	10170368	12	17
197	OK	0.031	10256384	12	18
198	OK	0.015	10170368	12	18
199	OK	0.031	10256384	12	18
200	OK	0.015	10272768	11	18

201	OK	0.031	10227712	12	18
202	OK	0.031	10166272	12	17
203	OK	0.015	10190848	12	18
204	OK	0.015	10141696	12	18
205	OK	0.031	10190848	12	18
206	OK	0.015	10231808	12	18
207	OK	0.031	10178560	12	18
208	OK	0.015	10170368	11	18
209	OK	0.031	10158080	12	17
210	OK	0.031	10174464	11	18
211	OK	0.015	10215424	11	18
212	OK	0.031	10207232	11	18
213	OK	0.046	10162176	10	18
214	OK	0.015	10223616	12	17
215	OK	0.031	10158080	12	18
216	OK	0.031	10166272	12	18
217	OK	0.031	10215424	12	18
218	OK	0.015	10145792	11	18
219	OK	0.015	10149888	12	18
220	OK	0.031	10207232	11	18
221	OK	0.015	10174464	12	18
222	OK	0.015	10223616	12	18
223	OK	0.015	10293248	11	18
224	OK	0.031	10149888	11	18
225	OK	0.031	10215424	12	18
226	OK	0.031	10158080	12	18

227	OK	0.015	10203136	12	18
228	OK	0.015	10178560	12	18
229	OK	0.031	10199040	12	18
230	OK	0.031	10199040	12	18
231	OK	0.015	10153984	12	18
232	OK	0.031	10240000	12	18
233	OK	0.015	10219520	12	18
234	OK	0.031	10231808	12	17
235	OK	0.031	10162176	12	18
236	OK	0.031	10211328	11	18
237	OK	0.015	10133504	11	17
238	OK	0.031	10219520	11	18
239	OK	0.015	10162176	12	18
240	OK	0.031	10194944	12	18
241	OK	0.031	10174464	12	18
242	OK	0.031	10190848	12	18
243	OK	0.015	10153984	12	18
244	OK	0.015	10223616	12	18
245	OK	0.031	10203136	12	18
246	OK	0.031	10182656	10	22
247	OK	0.031	10219520	11	18
248	OK	0.015	10231808	12	18
249	OK	0.015	10149888	12	18
250	OK	0.031	10190848	12	18

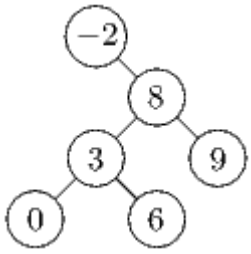
Задача 3 Высота дерева

Имя входного файла:	input.txt

Имя выходного файла:	output.txt
Ограничение по времени:	2 секунды
Ограничение по памяти:	256 мегабайт

Высотой дерева называется максимальное число вершин дерева в цепочке, начинающейся в корне дерева, заканчивающейся в одном из его листьев, и не содержащей никакую вершину дважды.

Так, высота дерева, состоящего из единственной вершины, равна единице. Высота пустого дерева (да, бывает и такое!) равна нулю. Высота дерева, изображенного на рисунке, равна четырем.



Дано двоичное дерево поиска. В вершинах этого дерева записаны ключи — целые числа, по модулю не превышающие 10^9. Для каждой вершины дерева выполняется следующее условие:

- все ключи вершин из левого поддерева меньше ключа вершины
- все ключи вершин из правого поддерева больше ключа вершины

Найдите высоту данного дерева.

Формат входного файла

Входной файл содержит описание двоичного дерева. В первой строке файла находится число $N(0 \le N \le 2 * 10^5)$ — число вершин в дереве. В последующих N строках файла находятся описания вершин дерева. В (i + 1)-ой строке файла ($1 \le i \le N$) находится описание i-ой вершины, состоящее из трех чисел Ki, Li, Ri, разделенных пробелами — ключа в i-ой вершине $-10^9 \le Ki \le 10^9$, номера левого ребенка i-ой вершины (i < Li < N или Li = 0 , если левого ребенка нет) и номера правого ребенка i-ой вершины (I < Ri < N или Ri = 0, если правого ребенка нет).

Все ключи различны. Гарантируется, что данное дерево является деревом поиска.

Формат выходного файла

Выведите одно целое число — высоту дерева.

Пример

input.txt	output.txt

6 -2 0 2 8 4 3 9 0 0 3 6 5 6 0 0 0 0 0	4

Исходный код к задаче 3

```
class Lab6_3
{
    class Tree
    {
        class Node
        {
            public int Key { get; set; }
            public int Parent { get; set; }
            public int Left { get; set; }
            public int Right { get; set; }
        }

        public int Height { get { if (_vertexes != null) return this.CalcHeight(); else
return -1; } }

        private int CalcHeight()
        {
            int heigth = 0;
            for (int i = 0; i < _rootIndexes.Count; i++)
            {
                int tempHeigth = 1;
                int currentNode = _rootIndexes[i];
                while (_vertexes[currentNode].Parent != 0)
                {
                    tempHeigth++;
                    currentNode = _vertexes[currentNode].Parent;
                }
                if (heigth < tempHeigth)
                    heigth = tempHeigth;
            }
            return heigth;
        }

        Node[] _vertexes;
        List<int> _rootIndexes;

        public void MakeTree(string[] stdin)
        {
            _rootIndexes = new List<int>();
            _vertexes = new Node[stdin.Length];
            for (int i = 1; i < stdin.Length; i++)
            {
                int[] temp = stdin[i].Split(' ').Select(x => int.Parse(x)).ToArray();
                if (_vertexes[i] == null)
                    _vertexes[i] = new Node();
                _vertexes[i].Key = temp[0];
                _vertexes[i].Left = temp[1];
                _vertexes[i].Right = temp[2];

                if (temp[1] != 0)
                {
                    _vertexes[temp[1]] = new Node();
                    _vertexes[temp[1]].Parent = i;
```

```
                }
                if (temp[2] != 0)
                {
                    _vertexes[temp[2]] = new Node();
                    _vertexes[temp[2]].Parent = i;
                }
                if (temp[1] == 0 && temp[2] == 0)
                    _rootIndexes.Add(i);
            }
        }
    }

    public static void Main(string[] args)
    {
        var app = new Lab6_3();
        app.DoWork(args);
    }

    private void DoWork(string[] args)
    {
        using (var sw = new StreamWriter("output.txt"))
        {
            string[] stdin = File.ReadAllLines("input.txt");
            if (int.Parse(stdin[0]) == 0)
                sw.Write(0);
            else
            {
                var tree = new Tree();
                tree.MakeTree(stdin);
                sw.WriteLine(tree.Height);
            }
        }
    }
}
```

Бенчмарк к задаче 3

№ теста	Результат	Время, с	Память	Размер входного файла	Размер выходного файла
Max		0.375	45043712	3989144	8
1	OK	0.046	11120640	46	3
2	OK	0.031	10035200	3	1
3	OK	0.031	11104256	11	3
4	OK	0.046	11055104	18	3
5	OK	0.015	11083776	103	3
6	OK	0.031	11051008	76	4
7	OK	0.046	11173888	155	4
8	OK	0.078	11067392	163	4
9	OK	0.031	11030528	57	3

10	OK	0.031	11075584	161	3
11	OK	0.031	11108352	2099	3
12	OK	0.031	11206656	1197	5
13	OK	0.031	11169792	2073	5
14	OK	0.031	11145216	2139	5
15	OK	0.031	11141120	686	3
16	OK	0.031	11108352	2128	4
17	OK	0.015	11341824	8777	3
18	OK	0.046	11620352	10426	5
19	OK	0.031	11591680	16336	5
20	OK	0.031	11595776	16835	5
21	OK	0.031	11169792	3520	3
22	OK	0.031	11620352	16969	4
23	OK	0.031	12296192	36534	4
24	OK	0.031	12218368	38820	6
25	OK	0.046	12259328	55707	6
26	OK	0.031	12238848	57235	6
27	OK	0.031	11300864	7784	4
28	OK	0.062	12283904	56607	4
29	OK	0.046	15933440	149518	4
30	OK	0.046	15974400	117171	6
31	OK	0.046	16408576	164193	6
32	OK	0.046	16461824	168789	6
33	OK	0.031	12046336	29385	4
34	OK	0.031	16519168	171161	4
35	OK	0.093	21315584	624213	4

36	OK	0.093	21442560	489475	7
37	OK	0.078	21659648	637029	7
38	OK	0.093	21651456	654072	7
39	OK	0.031	12435456	62037	4
40	OK	0.078	21602304	666913	4
41	OK	0.125	27365376	1259549	4
42	OK	0.218	36003840	1788745	8
43	OK	0.218	32899072	2254723	8
44	OK	0.218	32886784	2313971	8
45	OK	0.046	15998976	152298	4
46	OK	0.234	32911360	2306482	4
47	OK	0.250	34537472	2561292	4
48	OK	0.328	42254336	3177798	8
49	OK	0.375	44634112	3888903	8
50	OK	0.359	44683264	3989144	8
51	OK	0.031	17510400	200543	4
52	OK	0.343	45043712	3953465	4

Задача 4 Удаление поддеревьев

Дано некоторое двоичное дерево поиска. Также даны запросы на удаление из него вершин, имеющих заданные ключи, причем вершины удаляются целиком вместе со своими поддеревьями.

После каждого запроса на удаление выведите число оставшихся вершин в дереве.

В вершинах этого дерева записаны ключи — целые числа, по модулю не превышающие 10^9. Для каждой вершины дерева выполняется следующее условие:

- все ключи вершин из левого поддерева меньше ключа вершины
- все ключи вершин из правого поддерева больше ключа вершины

Высота дерева не превосходит 25, таким образом, можно считать, что оно сбалансировано.

Найдите высоту данного дерева.

Формат входного файла

Входной файл содержит описание двоичного дерева. В первой строке файла находится число $N(0 \leq N \leq 2 * 10^5)$ — число вершин в дереве. В последующих N строках файла находятся описания вершин дерева. В (i + 1)-ой строке файла $(1 \leq i \leq N)$ находится описание i-ой вершины, состоящее из трех чисел Ki, Li, Ri, разделенных пробелами — ключа в i-ой вершине $-10^9 \leq Ki \leq 10^9$, номера левого ребенка i-ой вершины (i < Li < N или Li = 0 , если левого ребенка нет) и номера правого ребенка i-ой вершины (I < Ri < N или Ri = 0, если правого ребенка нет).

Все ключи различны. Гарантируется, что данное дерево является деревом поиска.

В следующей строке находится число M $(1 \leq M \leq 2 * 10^5)$ — число запросов на удаление. В следующей строке находятся M чисел, разделенных пробелами — ключи, вершины с которыми (вместе с их поддеревьями) необходимо удалить. Все эти числа не превосходят 10^9 по абсолютному значению. Вершина с таким ключом не обязана существовать в дереве — в этом случае дерево изменять не требуется. Гарантируется, что корень дерева никогда не будет удален.

Формат выходного файла

Выведите M строк. На i-ой строке требуется вывести число вершин, оставшихся в дереве после выполнения i-го запроса на удаление.

Исходный код к задаче 4

```
class Lab6_4
{
    public class Tree
    {
        public class Node
        {
            public int Key { get; set; }
            public Node Parent { get; set; }
            public Node Left { get; set; }
            public Node Right { get; set; }
        }

        public long Size { get; private set; }
        public Node[] Vertexes { get; private set; }
        List<int> _rootIndexes;

        public Tree(long n)
        {
            this.Size = n;
        }

        public void MakeTree(string[] stdin)
        {
            _rootIndexes = new List<int>();
            this.Vertexes = new Node[this.Size];
            for (int i = 1; i <= this.Size; i++)
            {
                int[] temp = stdin[i].Split(' ').Select(x => int.Parse(x)).ToArray();
                if (this.Vertexes[i - 1] == null)
                    this.Vertexes[i - 1] = new Node();
                this.Vertexes[i - 1].Key = temp[0];
```

```
                if (temp[1] != 0)
                {
                    //Left
                    if (temp[1] != 0)
                    {
                        if (this.Vertexes[temp[1] - 1] == null)
                            this.Vertexes[temp[1] - 1] = new Node() { Parent =
this.Vertexes[i - 1] };
                        this.Vertexes[i - 1].Left = this.Vertexes[temp[1] - 1];
                    }
                }
                //Righ
                if (temp[2] != 0)
                {
                    if (temp[2] != 0 && this.Vertexes[temp[2] - 1] == null)
                        this.Vertexes[temp[2] - 1] = new Node() { Parent =
this.Vertexes[i - 1] };
                    this.Vertexes[i - 1].Right = this.Vertexes[temp[2] - 1];
                }
            }
        }

        public long RemoveNode(long request, Node root)
        {
            if (root != null)
            {
                Node node = this.Search(root, request);
                if (node != null)
                {
                    if (node == root)
                    {
                        root = null;
                        return 0;
                    }
                    else
                    {
                        if (node.Parent.Right == node)
                            node.Parent.Right = null;
                        else
                            node.Parent.Left = null;
                    }
                    this.Size -= this.Count(node);

                }
            }
            return this.Size;
        }
        public long Count(Node node)
        {
            long result = 1;
            if (node.Left != null)
                result += this.Count(node.Left);
            if (node.Right != null)
                result += this.Count(node.Right);
            return result;
        }

        public Node Search(Node node, long value)
        {
            while (value != node.Key &&
                (value < node.Key && node.Left != null) || (value > node.Key &&
node.Right != null))
            {
                if (value < node.Key && node.Left != null)
                    node = node.Left;
```

```
                if (value > node.Key && node.Right != null)
                    node = node.Right;
            }

            if (value == node.Key)
                return node;
            else
                return null;
        }

    }

    public static void Main(string[] args)
    {
        var app = new Lab6_4();
        app.DoWork(args);
    }

    private void DoWork(string[] args)
    {
        using (var sw = new StreamWriter("output.txt"))
        {
            string[] stdin = File.ReadAllLines("input.txt");
            long n = long.Parse(stdin[0]);
            var tree = new Tree(n);
            tree.MakeTree(stdin);
            long[] requests = stdin[n + 2].Split(' ').Select(x =>
long.Parse(x)).ToArray();
            var root = tree.Vertexes[0];
            while (root.Parent != null)
                root = root.Parent;
            for (int i = 0; i < requests.Length; i++)
            {
                sw.WriteLine(tree.RemoveNode(requests[i], root));
            }
        }

    }
}
```

Бенчмарк к задаче 4

№ теста	Результат	Время, с	Память	Размер входного файла	Размер выходного файла
Max		0.562	65310720	6029382	1077960
1	OK	0.046	11304960	58	12
2	OK	0.031	11210752	27	12
3	OK	0.031	11223040	34	15
4	OK	0.031	11259904	211	30
5	OK	0.046	11243520	246	30
6	OK	0.031	11431936	3437	457
7	OK	0.046	11460608	3363	483
8	OK	0.031	11739136	18842	4247

9	OK	0.046	11952128	25683	3739
10	OK	0.062	12492800	69351	14791
11	OK	0.046	13139968	88936	11629
12	OK	0.062	17719296	244892	40297
13	OK	0.046	18059264	255614	37596
14	OK	0.093	22204416	978616	141281
15	OK	0.109	22306816	992647	137802
16	OK	0.250	37384192	2488583	634135
17	OK	0.343	47448064	3489729	483105
18	OK	0.437	56176640	4639039	1077960
19	OK	0.562	65126400	6007604	931260
20	OK	0.546	65310720	6029382	916969