

## у2018-2-3. Запросы на деревьях

### А. Двоичные подьемы

ограничение по времени на тест: 2 секунды  
 ограничение по памяти на тест: 256 мегабайт  
 ввод: стандартный ввод  
 вывод: стандартный вывод

Задано подвешенное дерево. Найдите для каждой вершины двоичные подьемы: предков, которые находятся от нее на расстоянии  $2^k$  для какого-либо целого  $k$ .

#### Входные данные

В первой строке входа задано число  $n$  ( $1 \leq n \leq 10^5$ ) — число вершин дерева. Во второй строке заданы  $n$  чисел  $p_i$ . Число  $p_i$  равно номеру вершины, являющейся предком вершины  $i$  (вершины нумеруются с 1) или нулю, если вершина  $i$  — корень дерева.

#### Выходные данные

Выведите  $n$  строк. В  $i$ -й строке выведите номер вершины  $i$  и далее после двоеточия список требуемых предков, в порядке увеличения расстояния от  $i$ .

#### Пример

входные данные
8 5 8 5 0 4 5 4 1
выходные данные
1: 5 4 2: 8 1 4 3: 5 4 4: 5: 4 6: 5 4 7: 4 8: 1 5

### В. LCA

ограничение по времени на тест: 5 секунд  
 ограничение по памяти на тест: 256 мегабайт  
 ввод: стандартный ввод  
 вывод: стандартный вывод

Дано подвешенное дерево с корнем в первой вершине. Вам нужно ответить на  $m$  запросов вида "найти LCA двух вершин". LCA вершин  $u$  и  $v$  в подвешенном дереве — это наиболее удалённая от корня дерева вершина, лежащая на обоих путях от  $u$  и  $v$  до корня.

#### Входные данные

В первой строке задано целое число  $n$  — число вершин в дереве ( $1 \leq n \leq 2 \cdot 10^5$ ).

В следующих  $n - 1$  строках записано одно целое число  $X$ . Число  $X$  на строке  $i$  означает, что  $X$  — предок вершины  $i$  ( $X < i$ ).

Затем дано число  $m$ .

Далее заданы  $m$  ( $0 \leq m \leq 5 \cdot 10^5$ ) запросов вида  $(u, v)$  — найти LCA двух вершин  $u$  и  $v$  ( $1 \leq u, v \leq n$ ;  $u \neq v$ ).

#### Выходные данные

Для каждого запроса выведите LCA двух вершин на отдельной строке.

#### Примеры

входные данные
5 1 1 2 3 2 2 3 4 5
выходные данные
1

1
<b>входные данные</b>
5 1 1 2 2 3 4 5 4 2 3 5
<b>выходные данные</b>
2 2 1

С. Самое дешевое ребро

ограничение по времени на тест: 4 секунды  
ограничение по памяти на тест: 256 мегабайт  
ввод: minonpath.in  
вывод: minonpath.out

Дано подвешенное дерево с корнем в первой вершине. Все ребра имеют веса (стоимости). Вам нужно ответить на  $M$  запросов вида "найти у двух вершин минимум среди стоимостей ребер пути между ними".

Входные данные

В первой строке задано целое число  $n$  — число вершин в дереве ( $1 \leq n \leq 2 \cdot 10^5$ ).

В следующих  $n - 1$  строках записаны два целых числа  $X$  и  $Y$ . Число  $X$  на строке  $i$  означает, что  $X$  — предок вершины  $i$ ,  $Y$  задает стоимость ребра ( $X < i$ ;  $|Y| \leq 10^6$ ).

Далее заданы  $m$  ( $0 \leq m \leq 5 \cdot 10^5$ ) запросов вида  $(x, y)$  — найти минимум на пути из  $X$  в  $y$  ( $1 \leq x, y \leq n$ ;  $x \neq y$ ).

Выходные данные

Выведите ответы на запросы.

Примеры

<b>входные данные</b>
5 1 2 1 3 2 5 3 2 2 2 3 4 5
<b>выходные данные</b>
2 2

<b>входные данные</b>
5 1 1 1 2 2 3 3 4 2 1 4 3 2
<b>выходные данные</b>
1 1

Условие недоступно на русском языке

Е. Трамвай

ограничение по времени на тест: 2 секунды  
ограничение по памяти на тест: 256 мегабайт  
ввод: стандартный ввод

Правительство небольшого города Мухоловска решило улучшить транспортную ситуацию в своем городе. Для этого была построена сеть трамвайных путей, соединяющая  $n$  трамвайных остановок. Для удобства пассажиров между каждой парой остановок можно было проехать на трамвае. С другой стороны, в целях экономии, проехать между двумя остановками можно было единственным образом. Формально говоря, трамвайная сеть представляет собой дерево с  $n$  вершинами. При этом вершины дерева соответствуют остановкам, а ребра — путям.

Изначально по каждому трамвайному пути проходил хотя бы один трамвайный маршрут. Однако со временем некоторые маршруты оказались отменены, а, следовательно, и некоторые трамвайные пути стали невостребованными. Путь считается невостребованным, если ни один трамвайный маршрут по нему не проходит. С целью экономии средств невостребованные трамвайные пути Мухоловска было решено разобрать.

Ваша задача — написать программу для определения числа невостребованных путей.

Входные данные

Первая строка входного файла содержит единственное число  $n$  — количество трамвайных остановок города ( $2 \leq n \leq 100000$ ). Каждая из следующих  $(n - 1)$ -ой строки содержит описание одного трамвайного пути (ребра дерева). Описание состоит из двух чисел  $b$  и  $e$  — номеров остановок, соединенных соответствующим путем. Остановки пронумерованы целыми числами от 1 до  $n$ .

В следующей строке содержится число  $m$  — количество трамвайных маршрутов ( $0 \leq m \leq 100000$ ). В каждой из следующих  $m$  строк содержится описание трамвайного маршрута. Описание состоит из двух чисел  $X$  и  $Y$  — трамвайный маршрут имеет конечные остановки с номерами  $X$  и  $Y$  и проходит по кратчайшему пути между ними ( $X \neq Y$ ).

Выходные данные

В выходной файл выведите количество невостребованных трамвайных путей Мухоловска.

Примеры

входные данные
4 1 2 1 3 1 4 0
выходные данные
3

входные данные
7 1 2 2 3 2 4 5 2 5 6 7 5 3 1 7 2 4 7 6
выходные данные
1

Примечание

Иллюстрация ко второму примеру.

Пунктирной линией обозначен невостребованный путь.

F. Генеалогия

ограничение по времени на тест: 4 секунды

ограничение по памяти на тест: 256 мегабайт

ввод: стандартный ввод

вывод: стандартный вывод

Во время обсуждений в Парламенте лорды, с похожими взглядами на решение проблемы, обычно объединяются в группы. Как правило, результат обсуждения зависит от решения наиболее влиятельной группы лордов. Именно поэтому подсчёт влиятельности группы является наиболее важной задачей.

Естественно, каждый лорд дорожит древностью своего рода, поэтому влиятельность лорда равна древности его рода. Древность рода лорда — количество предков лорда: его отец, его дед, его прадед, и т.д. Чтобы посчитать влиятельность группы лордов, требуется посчитать количество лордов в группе вместе с их предками. Отметим, что если лорд является предком двух или более лордов в группе, то этот лорд должен быть посчитан только один раз.

Вам дано фамильное дерево лордов (удивительно, но все лорды произошли от одного пра-лорда) и список групп. Для каждой группы найдите её влиятельность.

Входные данные

Первая строка входного файла содержит число  $n$  — количество лордов ( $1 \leq n \leq 100\,000$ ). Лорды нумеруются целыми числами от 1 до  $n$ . Следующая строка содержит  $n$  целых чисел  $p_1, p_2, \dots, p_n$ , где  $p_i$  — отец лорда с номером  $i$ . Если лорд является основателем рода, то  $p_i$  равно -1. Гарантируется, что исходные данные формируют дерево. Третья строка входного файла содержит одно число  $g$  — количество групп ( $1 \leq g \leq 3\,000\,000$ ). Следующие  $g$  строк содержат описания групп.  $j$ -ая строка содержит число  $k_j$  — размер  $j$ -ой группы, после которого следуют  $k_j$  различных чисел — номера лордов, состоящих в  $j$ -ой группе. Гарантируется, что сумма всех  $k_j$  во входном файле не превосходит 3 000 000.

Выходные данные

В выходной файл выведите  $g$  строк. В  $j$ -ой строке выведите единственное число: влияние  $j$ -ой группы. Гарантируется, что размер выходного файла не превосходит шести мегабайт.

Примеры

входные данные
4 -1 1 2 3 4 1 4 2 3 4 3 2 3 4 4 1 2 3 4
выходные данные
4 4 4 4

входные данные
5 2 -1 1 2 3 10 3 3 4 1 3 2 4 3 4 1 3 5 4 1 4 2 2 3 3 1 4 3 1 2 3 3 4 5 1 1 3 1 2 4
выходные данные
4 4 5 2 3 4 1 5 2 3

Г. Прибавление на пути

ограничение по времени на тест: 2 секунды  
ограничение по памяти на тест: 256 мегабайт  
ввод: стандартный ввод  
вывод: стандартный вывод

Задано дерево. В каждой вершине есть значение, изначально все значения равны нулю. Требуется обработать запрос прибавления на пути и запрос значения в вершине.

Входные данные

В первой строке задано целое число  $n$  — число вершин в дереве ( $1 \leq n \leq 3 \cdot 10^5$ ).  
В следующих  $n - 1$  строках заданы ребра дерева: по два целых числа  $v$  и  $u$  в строке — номера вершин, соединенных ребром ( $1 \leq v, u \leq n$ ).  
В следующей строке задано целое число  $m$  — число запросов ( $1 \leq m \leq 5 \cdot 10^5$ ).  
Следующие  $m$  строк содержат запросы в одном из двух форматов:

- + v u d — прибавить число  $d$  во все значения в вершинах на пути от  $v$  до  $u$  ( $1 \leq v, u \leq n; 1 \leq d \leq 10^9$ );
- ? v — вывести значение в вершине  $v$  ( $1 \leq v \leq n$ ).

Выходные данные

Выведите ответы на все запросы.

Примеры

входные данные
5 1 2 1 3 3 4 3 5 5 + 2 5 1 ? 3 + 1 1 2 ? 1 ? 3
выходные данные
1 3 1

Н. Связность в дереве

ограничение по времени на тест: 2 секунды  
ограничение по памяти на тест: 64 мегабайта  
ввод: стандартный ввод  
вывод: стандартный вывод

Есть граф из  $n$  вершин. Требуется обрабатывать следующие запросы:

- link  $U\ V$  — добавить ребро  $UV$ . Гарантируется, что до этого запроса вершины  $U$  и  $V$  были в разных компонентах связности.
- cut  $U\ V$  — удалить ребро  $UV$ . Гарантируется, что такое ребро существовало.
- connected  $U\ V$  — проверить, правда ли вершины  $U$  и  $V$  лежат в одной компоненте связности.

Входные данные

Первая строка содержит два числа  $n$  ( $2 \leq n \leq 10^5$ ) и  $m$  ( $1 \leq m \leq 10^5$ ) — число вершин и число операций. Следующие  $m$  строк содержат операции.

Выходные данные

Для каждой операции connected  $V\ U$  выведите 1, если вершины в одной компоненте или 0 если в разных.

Пример

входные данные
5 10 link 2 5 link 1 5 connected 1 2 cut 2 5 connected 1 2 connected 5 1 link 2 3 link 2 4 link 3 5 connected 1 2
выходные данные
1 0 1 1

I. Размер компонент

ограничение по времени на тест: 2 секунды  
ограничение по памяти на тест: 64 мегабайта  
ввод: стандартный ввод  
вывод: стандартный вывод

Есть граф из  $n$  вершин. Требуется обрабатывать следующие запросы:

- link  $U\ V$  — добавить ребро  $UV$ . Гарантируется, что до этого запроса вершины  $U$  и  $V$  были в разных компонентах связности.
- cut  $U\ V$  — удалить ребро  $UV$ . Гарантируется, что такое ребро существовало.
- size  $V$  — узнать размер компоненты связности вершины  $V$ .

Входные данные

Первая строка содержит два числа  $n$  ( $2 \leq n \leq 10^5$ ) и  $m$  ( $1 \leq m \leq 10^5$ ) — число вершин и число операций. Следующие  $m$  строк содержат операции.

Выходные данные

Для каждой операции connected V U выведите 1, если вершины в одной компоненте или 0 если в разных.

Пример

входные данные
5 10 link 2 5 link 1 5 size 1 cut 2 5 size 1 size 2 link 2 3 link 2 4 link 3 5 size 1
выходные данные
3 2 1 5

Ж. Декомпозиция

ограничение по времени на тест: 2 секунды  
ограничение по памяти на тест: 256 мегабайт  
ввод: стандартный ввод  
вывод: стандартный вывод

Рассмотрим дерево  $T$ . Назовем деревом декомпозиции корневое дерево  $D(T)$ .

Выберем любую из вершин дерева  $T$ , назовем ее  $r$ . Рассмотрим все компоненты связности дерева  $T$ , после удаления вершины  $r$ :  $S_1, S_2, \dots, S_k$ . Тогда корнем  $D(T)$  будет вершина  $r$ , а детьми  $r$  в  $D(T)$  будут  $D(S_1), D(S_2), \dots, D(S_k)$ .

Вам задано  $T$ . Найдите дерево декомпозиции, высота которого не более 20. Высотой дерева называется максимальное число вершин, которые может содержать простой путь начинающийся в корне.

Входные данные

Первая строка содержит  $n$  — число вершин дерева  $T$  ( $1 \leq n \leq 2 \cdot 10^5$ ).

Следующие  $n - 1$  строк содержат ребра дерева. Каждое ребро описывается парой чисел  $v_i, u_i$  — концы ребра ( $1 \leq v_i, u_i \leq n$ ).

Выходные данные

Выведите  $n$  чисел:  $i$ -е число — родитель вершины  $i$  в дереве декомпозиции, если вершина является корнем, выведите 0.

Примеры

входные данные
3 1 2 2 3
выходные данные
2 0 2

входные данные
9 3 2 4 2 1 2 5 1 1 6 7 6 6 8 8 9
выходные данные
0 1 2 2 1 1 6 6 8

К. Черно-белое дерево

ограничение по времени на тест: 4 секунды  
ограничение по памяти на тест: 256 мегабайт  
ввод: стандартный ввод  
вывод: стандартный вывод

Рассмотрим дерево из  $n$  вершин. Каждая вершина покрашена в черный или белый цвет. Изначально все вершины черные. Требуется отвечать на два типа запросов:

- 1. Поменять цвет вершины.
- 2. Найти сумму расстояний от заданной вершины до всех вершин того же цвета.

**Входные данные**

Первая строка содержит  $n$  — число вершин дерева ( $1 \leq n \leq 2 \cdot 10^5$ ) и  $m$  — число запросов ( $1 \leq m \leq 10^5$ ).

Следующие  $n - 1$  строк содержат ребра дерева. Каждое ребро описывается парой чисел  $v_i, u_i$  — концы ребра ( $1 \leq v_i, u_i \leq n$ ).

Следующие  $m$  строк содержат запросы, каждый вопрос задается двумя числами: тип запроса (1 или 2) и номер вершины.

**Выходные данные**

Для каждого запроса второго типа выведите ответ на него.

**Примеры**

входные данные
3 3 1 2 2 3 2 1 1 2 2 2
выходные данные
3 0

входные данные
9 5 3 2 4 2 1 2 5 1 1 6 7 6 6 8 8 9 2 1 1 2 2 6 1 5 2 2
выходные данные
14 13 2