

Задача А. LCA Problem

Имя входного файла: стандартный ввод
Имя выходного файла: стандартный вывод
Ограничение по времени: 5 секунд
Ограничение по памяти: 256 мегабайт

Задано подвешенное дерево, содержащее n ($1 \leq n \leq 10^5$) вершин, пронумерованных от 0 до $n-1$. Требуется ответить на m ($1 \leq m \leq 10^6$) запросов о наименьшем общем предке для пары вершин.

Запросы генерируются следующим образом. Заданы числа a_1, a_2 и числа x, y, z . Числа a_3, \dots, a_{2m} генерируются следующим образом: $a_i = (x \cdot a_{i-2} + y \cdot a_{i-1} + z) \bmod n$. Первый запрос имеет вид (a_1, a_2) . Если ответ на $i-1$ -й запрос равен v , то i -й запрос имеет вид $((a_{2i-1} + v) \bmod n, a_{2i})$.

Формат входных данных

Первая строка содержит два числа: n и m . Корень дерева имеет номер 0.

Вторая строка содержит $n-1$ целых чисел, i -е из этих чисел равно номеру родителя вершины i .

Третья строка содержит два целых числа в диапазоне от 0 до $n-1$: a_1 и a_2 .

Четвертая строка содержит три целых числа: x, y, z , эти числа неотрицательны и не превосходят 10^9 .

Формат выходных данных

Выведите в выходной файл сумму номеров вершин — ответов на все запросы.

Примеры

стандартный ввод	стандартный вывод
3 2 0 1 2 1 1 1 0	2
1 2 0 0 1 1 1	0

Задача В. Дуумвират

Имя входного файла: стандартный ввод
Имя выходного файла: стандартный вывод
Ограничение по времени: 1 секунда
Ограничение по памяти: 256 мегабайт

Вам дано дерево. В вершинах записаны числа. Нужно научиться находить сумму чисел на пути из v в u .

Формат входных данных

В первой строке записано число n — количество вершин дерева ($1 \leq n \leq 10^5$). Во второй строке записаны через пробел n чисел v_i ($|v_i| < 10^9$), задающие значения в вершинах. В следующих $n - 1$ строках описаны ребра дерева. В $(i + 2)$ -й строке записаны номера вершин a_i, b_i ($1 \leq a_i, b_i \leq n$), означающие, что в дереве есть ребро из вершины a_i в вершину b_i .

Далее на отдельной строке записано число m — количество запросов ($1 \leq m \leq 10^5$). После этого идут m строк с описанием запросов, в $(n + 2 + i)$ -й строке записаны через пробел числа x_i и y_i ($1 \leq x_i, y_i \leq n$).

Формат выходных данных

Для каждого запроса на отдельной строке требуется вывести сумму всех значений v_i по всем вершинам на пути из x_i в y_i .

Пример

стандартный ввод	стандартный вывод
4	-15
-9 -6 -1 9	-16
1 2	-16
3 1	-6
4 1	-1
6	-15
1 2	
3 2	
2 3	
4 2	
4 3	
2 1	

Задача С. Предок

Имя входного файла:	стандартный ввод
Имя выходного файла:	стандартный вывод
Ограничение по времени:	1 секунда
Ограничение по памяти:	256 мегабайт

Напишите программу, которая для двух вершин дерева определяет, является ли одна из них предком другой.

Формат входных данных

Первая строка входного файла содержит натуральное число n ($1 \leq n \leq 100000$) — количество вершин в дереве. Во второй строке находятся n чисел, i -е из которых определяет номер непосредственного родителя вершины с номером i . Если это число равно нулю, то вершина является корнем дерева.

В третьей строке находится число m ($1 \leq m \leq 100000$) — количество запросов. Каждая из следующих m строк содержит два различных числа a и b ($1 \leq a, b \leq n$).

Формат выходных данных

Для каждого из m запросов выведите на отдельной строке число 1, если вершина a является одним из предков вершины b , и 0 в противном случае.

Пример

стандартный ввод	стандартный вывод
6	0
0 1 1 2 3 3	1
5	1
4 1	0
1 4	0
3 6	
2 6	
6 5	

Задача D. Самое дешевое ребро

Имя входного файла: стандартный ввод
Имя выходного файла: стандартный вывод
Ограничение по времени: 2 секунды
Ограничение по памяти: 256 мегабайт

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”.

Формат входных данных

В первой строке файла записано одно число — n (количество вершин).

В следующих $n - 1$ строках записаны два числа — x и y . Число x на строке i означает, что x — предок вершины i , y означает стоимость ребра.

$x < i$, $|y| \leq 10^6$.

Далее m запросов вида (x, y) — найти минимум на пути из x в y ($x \neq y$).

Ограничения: $2 \leq n \leq 5 \cdot 10^4$, $0 \leq m \leq 5 \cdot 10^4$.

Формат выходных данных

Выведите m ответов на запросы.

Пример

стандартный ввод	стандартный вывод
5	2
1 2	2
1 3	
2 5	
3 2	
2	
2 3	
4 5	

Задача E. Чип и Дейл в лабиринте

Имя входного файла: стандартный ввод
Имя выходного файла: стандартный вывод
Ограничение по времени: 1 секунда
Ограничение по памяти: 256 мегабайт

Чип и Дейл спешат на помощь! Но внимательные зрители знают, что помощь как правило нужна самим Чипу и Дейлу, поэтому сегодня вам надо будет сыграть роль сообразительной Гаечки. Итак, Чип и Дейл снова попали в лапы к Толстопузу. Кот очень не любит грызунов и поэтому приготовил им изощренное испытание. Он собирается поместить их в лабиринт и посмотреть смогут ли они из него выбраться. Лабиринт представляет собой дерево, в котором каждое ребро имеет одно направление. Гаечка подслушала разговор Толстопузу со своими сообщниками и теперь знает несколько возможных вариантов: в какую точку лабиринта поместят её друзей, и где будет выход. Для каждого такого варианта она хочет понять, смогут ли Чип и Дейл найти выход, или нет.

Формат входных данных

В первой строке входного файла записано число n ($1 \leq n \leq 10^5$) — число вершин в дереве. В следующих $n - 1$ строках описаны ребра дерева. В $i + 1$ строке файла записаны два числа a_i, b_i ($1 \leq a_i, b_i \leq n$), означающие, что существует ребро из a_i в b_i .

Далее записано число m ($1 \leq m \leq 10^5$) — число запросов. После этого идет описание запросов, каждый запрос в новой строке. Для каждого запроса задается x_i, y_i ($1 \leq x_i, y_i \leq n$) — точка, в которую поместят Чипа и Дейла, и выход из лабиринта соответственно.

Формат выходных данных

Для каждого запроса надо в отдельной строке вывести Yes, если бурундуки смогут найти выход, и No иначе.

Пример

стандартный ввод	стандартный вывод
4	Yes
1 2	Yes
3 1	No
4 1	Yes
6	No
1 2	No
3 2	
2 3	
4 2	
4 3	
2 1	

Задача F. Гремучая ива

Имя входного файла: стандартный ввод
Имя выходного файла: стандартный вывод
Ограничение по времени: 2 секунды
Ограничение по памяти: 512 мегабайт

Гремучей Иве n лет. На первом году жизни у неё был только *корень*. Далее каждый год Ива отращивала себе *ветку* длиной ровно один фут, которая оканчивается *листом*. Корень тоже считается листом.

Гарри Поттер и Рон Уизли очень часто нужно проникать в Визжащую Хижину, которую охраняет Ива. Они решили подойти основательно и тщательно исследовать строение Гремучих Ив. Они просят вас найти историю изменения *диаметров* Ивы. Диаметр Ивы называется максимальное расстояние в футах между двумя листьями дерева.

Формат входных данных

Первая строке содержит целое число n — возраст ивы ($1 \leq n \leq 10^6$).

Следующие n строк содержат описание её листьев. Каждая строка содержит номер листа p_i , который является её родителем ($1 \leq p_i \leq i$). Корень имеет номер 1.

Формат выходных данных

Выведите диаметр после добавления каждого листа.

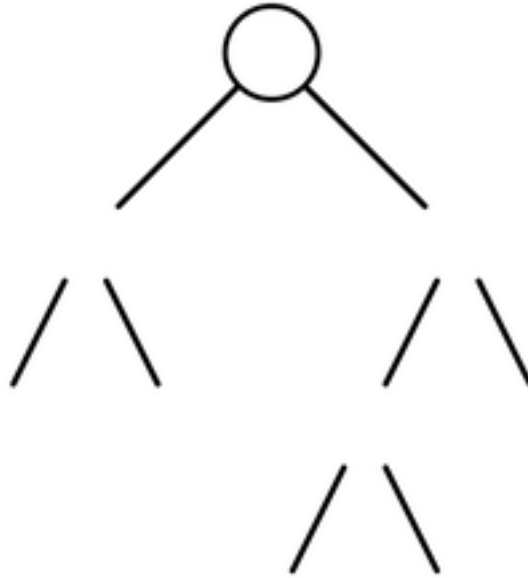
Примеры

стандартный ввод	стандартный вывод
4	1
1	2
1	3
2	3
1	
4	1
1	2
1	3
2	4
3	

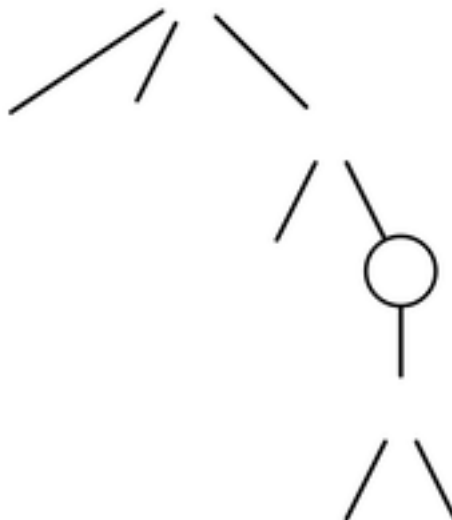
Задача G. Dynamic LCA

Имя входного файла:	стандартный ввод
Имя выходного файла:	стандартный вывод
Ограничение по времени:	3 секунды
Ограничение по памяти:	256 мегабайт

Постановка задачи о *наименьшем общем предке* прежде такова: дано дерево T с выделенным корнем и две вершины u и v , $\text{lca}(u, v)$ — вершина с максимальной глубиной, которая является предком u , и v . Например, на картинке внизу $\text{lca}(8, 7)$ — вершина 3.



С помощью операции $\text{chroot}(u)$ мы можем менять корень дерева, достаточно отметить u , как новый корень, и направить ребра вдоль пути от корня. Наименьшие общие предки вершин поменяются соответственно. Например, если мы сделаем $\text{chroot}(6)$ на картинке сверху, $\text{lca}(8, 7)$ станет вершина 6. Получившееся дерево изображено внизу.



Вам дано дерево T . Изначально корень этого дерева — вершина 1. Напишите программу, которая поддерживает эти две операции: $\text{lca}(u, v)$ и $\text{chroot}(u)$.

Формат входных данных

Входной файл состоит из нескольких тестов.

Первая строка каждого теста содержит натуральное число n — количество вершин в дереве ($1 \leq n \leq 100\,000$). Следующие $n - 1$ строк содержат по 2 натуральных числа и описывают ребра дерева. Далее идет строка с единственным натуральным числом m — число операций. Следующие m строк содержат операции. Строка $? u v$ означает операцию $\text{lca}(u, v)$, а строка $! u$ — $\text{chroot}(u)$. Последняя строка содержит число 0.

Сумма n для всех тестов не превосходит 100 000. Сумма m для всех тестов не превосходит 200 000.

Формат выходных данных

Для каждой операции $? u v$ выведите значение $\text{lca}(u, v)$. Числа разделяйте переводами строк.

Пример

стандартный ввод	стандартный вывод
9	2
1 2	1
1 3	3
2 4	6
2 5	2
3 6	3
3 7	6
6 8	2
6 9	
10	
? 4 5	
? 5 6	
? 8 7	
! 6	
? 8 7	
? 4 5	
? 4 7	
? 5 9	
! 2	
? 4 3	
0	

Задача Н. Путешествие по барам

Имя входного файла: стандартный ввод
Имя выходного файла: стандартный вывод
Ограничение по времени: 1 секунда
Ограничение по памяти: 256 мегабайт

Мальчик Фабиан любит бары и путешествия. Он хочет выпить в каждом баре страны Бирляндии («Beerland» по английски). Известно, что Бирляндия состоит из N городов, между которыми есть ровно $N - 1$ дорога, причём от любого города можно добраться до любого другого, идя по дорогам (возможно пройдя через некоторые промежуточные города).

Фабиан хочет выпить в баре каждого городе Бирляндии, причём в начале он хочет выпить в городе под номером 1, потом из него переехать по дорогам в город 2 (возможно проехав через другие города) и выпить там, из него по дорогам переехать в город 3, выпить в баре там и так далее, пока не выпьет баре в городе N .

В Бирляндии у каждой дороги есть стоимость проезда, причём для каждой дороги существует два типа проездных: одноразовый и многоразовый. Для i -й дороги одноразовый билет стоит C_i бирляндских рублей и позволяет один раз проехать по i -й дороге. Для i -й дороги многоразовый билет стоит D_i бирляндских рублей и позволяет неограниченное число раз ездить по i -й дороге. Соответственно, для каждой дороги Фабиан может выбирать, покупать каждый раз для проезда по дороге одноразовый билет, или же один раз купить многоразовый билет.

Помогите Фабиану найти минимальную стоимость, чтобы попутешествовать по всем барам. Можете считать, что Коронавирус ещё не дошёл до Бирляндии, и перемещение по дорогам там разрешено, а бары не закрыты.

Формат входных данных

В первой строке дано единственное число N ($1 \leq N \leq 2 \cdot 10^5$) — число городов с барами.

В следующих $N - 1$ строках даны по четыре числа A_i, B_i, C_i, D_i ($1 \leq A_i, B_i \leq N, 1 \leq C_i, D_i \leq 10^5$) — города концы i -й дороги, стоимость одноразового и многоразового билетов соответственно.

Формат выходных данных

В единственной строке выведите единственное число — минимальную стоимость, которую Фабиану придётся заплатить за проезд по дорогам для путешествия по барам.

Система оценки

Баллы за каждую подзадачу начисляются только в случае, если все тесты для этой подзадачи и необходимых подзадач успешно пройдены.

Подзадача	Баллы	Дополнительные ограничения	Необходимые подзадачи	Информация о проверке
0	0	Тесты из условия	—	полная
1	29	$1 \leq N \leq 2000$	—	первая ошибка
2	33	Каждый город соединён дорогами не более чем с двумя другими	—	первая ошибка
3	38	Дополнительных ограничений нет	1, 2	первая ошибка

Примеры

стандартный ввод	стандартный вывод
4 1 2 3 5 1 3 2 4 2 4 1 3	10
4 1 4 5 5 3 4 4 7 2 4 2 6	16
5 1 2 2 3 1 3 2 3 1 4 2 3 1 5 2 3	11

Замечание

В первом примере в начале надо проехать из города 1 в город 2. Для этого Фабиан может купить многоразовый билет для проезда по этой дороге. Далее ему надо проехать из города 2 в город 3. Для проезда по дороге 2 — 1 не платится ничего, потому что уже куплен многоразовый билет. Для проезда 1 — 3 покупается одноразовый билет. Далее из 3 надо доехать в 4. Для проезда 3 — 1 покупается одноразовый билет. Для проезда 1 — 2 многоразовый билет уже куплен. Для проезда 2 — 4 покупается одноразовый билет. Итого платится $5 + 2 + 2 + 1 = 10$.

Задача I. Зигмунд Фрейд и Карл Юнг

Имя входного файла:	стандартный ввод
Имя выходного файла:	стандартный вывод
Ограничение по времени:	2 секунды
Ограничение по памяти:	256 мегабайт

Известный психиатр Зигмунд Фрейд в своей книге «Толкование сновидений» подробно описал, что ему снится, когда в его генеалогическое дерево добавляется новый лист. В своём более позднем труде «Я и оно» он также описал ощущения человека, видевшего сон про удаление вершины из генеалогического дерева. Несколькими годами позже молодой Карл Юнг — будущий не менее известный психиатр, изучая работы своего знаменитого предшественника, не смог пройти мимо тех работ и стал готовить грандиозный эксперимент, основанный на строго задокументированных показаниях о более, чем ста тысячах опрошенных. Для завершения эксперимента не хватает совсем немногого — быстро находить наименьшего общего предка двух вершин.

Несмотря на то что Юнг при жизни так и не закончил эксперимент, мы уверены, что он будет Вам безмерно благодарен, если Вы довершите его гениальную задумку.

Формат входных данных

Во входном файле записано число q , обозначающее количество запросов ($1 \leq q \leq 2 \cdot 10^5$). Далее на отдельных строках следуют q запросов, обозначающих следующие события:

- $+ v$ — добавился новый лист, его предком стала вершина с номером v . Добавившейся вершине нужно присвоить наименьший натуральный номер, который до этого еще никогда не встречался.
- $- v$ — вершина с номером v удалилась из дерева, предком её детей становится её предок.
- $? u v$ — Карл Юнг интересуется наименьшим общим предком вершин u и v .

Изначально есть одна вершина с номером 1, гарантируется, что она никогда не будет удалена

Формат выходных данных

Для каждого запроса типа «?» в выходной файл нужно вывести на отдельной строке одно число — номер вершины, интересующей Юнга

Пример

стандартный ввод	стандартный вывод
11	1
+ 1	1
+ 1	2
+ 2	2
? 2 3	5
? 1 3	
? 2 4	
+ 4	
+ 4	
- 4	
? 5 6	
? 5 5	

Задача J. LCA Problem Revisited

Имя входного файла: стандартный ввод
Имя выходного файла: стандартный вывод
Ограничение по времени: 5 секунд
Ограничение по памяти: 256 мегабайт

Задано подвешенное дерево, содержащее n ($1 \leq n \leq 10^5$) вершин, пронумерованных от 0 до $n - 1$. Требуется ответить на m ($1 \leq m \leq 10^7$) запросов о наименьшем общем предке для пары вершин.

Запросы генерируются следующим образом. Заданы числа a_1, a_2 и числа x, y, z . Числа a_3, \dots, a_{2m} генерируются следующим образом: $a_i = (x \cdot a_{i-2} + y \cdot a_{i-1} + z) \bmod n$. Первый запрос имеет вид (a_1, a_2) . Если ответ на $i - 1$ -й запрос равен v , то i -й запрос имеет вид $((a_{2i-1} + v) \bmod n, a_{2i})$.

Формат входных данных

Первая строка содержит два числа: n и m . Корень дерева имеет номер 0.

Вторая строка содержит $n - 1$ целых чисел, i -е из этих чисел равно номеру родителя вершины i .

Третья строка содержит два целых числа в диапазоне от 0 до $n - 1$: a_1 и a_2 .

Четвертая строка содержит три целых числа: x, y, z , эти числа неотрицательны и не превосходят 10^9 .

Формат выходных данных

Выведите в выходной файл сумму номеров вершин — ответов на все запросы.

Примеры

стандартный ввод	стандартный вывод
3 2 0 1 2 1 1 1 0	2
1 2 0 0 1 1 1	0

Задача К. Природа преобразилась

Имя входного файла:	стандартный ввод
Имя выходного файла:	стандартный вывод
Ограничение по времени:	1.5 секунд
Ограничение по памяти:	256 мегабайт

Коронавирус успел внести свои коррективы буквально во все сферы жизни. Экология — не исключение: стоило крупным промышленным заводам прекратить деятельность, а людям уйти на карантин, как природа вокруг начала преображаться. Во многие города начали возвращаться редкие птицы и животные, а общая экологическая ситуация на планете начала улучшаться.

Вот и у Глеба во дворе выросло дерево и не просто дерево, а дерево с хог-плодами. Как и любое другое дерево, хог-дерево содержит n ветвей и $n - 1$ ребро, на каждой ветви растет плод, изначально каждый плод имеет вкус 0. В ходе наблюдений за деревом Глеб заметил, что произошло m событий двух видов :

1) Глебу стало интересно и он захотел узнать, а какой суммарный вкус имеют все плоды на пути в дереве между плодами a и b , к несчастью Глеба интересует не просто сумма, а \oplus -сумма, \oplus - операция битового хог

2) У всех плодов на дереве вкус изменился на x , то есть если до события вкус i -го плода был a_i , то теперь он становится $a_i \oplus x$

Формат входных данных

В первой строке вводятся два числа : n — количество вершин в дереве и m — количество событий, которые произошли с деревом. ($1 \leq n, m \leq 10^6$)

На второй строке — $n - 1$ число, где i -е число — индекс p — предка вершины $i + 1$ ($1 \leq p \leq i - 1$, $n, m \leq 10^6$)

Затем следуют m событий, сначала дается t - тип запроса, а затем либо a, b - если требуется найти ответ на запрос первого типа, либо x , если запрос второго типа. ($x \leq 10^9, 1 \leq a, b \leq n$)

Формат выходных данных

Требуется вывести ответ для каждого запроса первого типа.

Пример

стандартный ввод	стандартный вывод
3 3	0
1 1	1
1 1 2	
2 1	
1 2 3	

Задача L. LCA - 2

Имя входного файла: стандартный ввод
Имя выходного файла: стандартный вывод
Ограничение по времени: 1.5 секунд
Ограничение по памяти: 128 мегабайт

Задано подвешенное дерево, содержащее n вершин, пронумерованных от 0 до $n - 1$. Требуется ответить на m запросов о наименьшем общем предке для пары вершин.

Запросы генерируются следующим образом. Заданы числа a_1, a_2 и числа x, y и z .

Числа a_3, \dots, a_{2m} генерируются следующим образом: $a_i = (x \cdot a_{i-2} + y \cdot a_{i-1} + z) \bmod n$. Первый запрос имеет вид $\langle a_1, a_2 \rangle$. i -й запрос имеет вид $\langle a_{2i-1}, a_{2i} \rangle$.

Формат входных данных

Первая строка содержит два числа: n ($1 \leq n \leq 1\,000\,000$) и m ($1 \leq m \leq 1\,000\,000$). Корень дерева имеет номер 0. Вторая строка содержит $n - 1$ целых чисел, i -е из этих чисел задает номер родителя вершины i .

Третья строка содержит целые числа a_1 и a_2 ($0 \leq a_i \leq n - 1$).

Четвёртая строка содержит три целых числа: x, y и z ($0 \leq x, y, z \leq 10^9$)

Формат выходных данных

Выведите в выходной файл сумму номеров вершин — ответов на все запросы.

Примеры

стандартный ввод	стандартный вывод
3 2 0 1 2 1 1 1 0	1
1 2 0 0 1 1 1	0