

## D. Laser Strike

Название	Laser Strike
Ограничение по времени	3 секунды
Ограничение по памяти	1 гигабайт

Энн и её подруга Катрин недавно открыли для себя новую настольную игру, которая стала их любимой: «Лазерный удар». В этой игре два игрока вместе убирают  $N$  фигур с доски. Игра проходит в два этапа. Загвоздка в том, что у Катрин не будет полной информации об игре. Чтобы победить, Энн и Катрин должны действовать сообща, при этом общаясь как можно меньше.

На доске  $N$  уникальных фигур, пронумерованных от 0 до  $N - 1$ . Оба игрока видят эти фигуры. Также существует  $N - 1$  соединений между парами фигур, так что, следуя этим соединениям, можно добраться от любой фигуры до любой другой. Другими словами, эти соединения образуют дерево. **Эти соединения видит только Энн; Катрин их не знает.**

В первой фазе игры Энн выбирает порядок  $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$ , в котором нужно убирать фигуры, пока не останется только одна. Этот порядок будет храниться в секрете от Катрин. Если ей удастся его повторить, они выиграют игру. Удаление фигур должно удовлетворять следующему правилу: каждый раз, когда убирается фигура, она должна быть связана ровно с одной оставшейся фигурой. Другими словами, убранный фигура должна быть листом дерева, образованного оставшимися фигурами и собой. (После того, как  $N - 1$  фигур будут убраны, последняя фигура убирается автоматически, и игроки выигрывают.) Энн должна выбрать порядок, соответствующий вышеуказанному правилу.

Энн также запишет сообщение для Катрин в виде двоичной строки. Энн может выбрать длину сообщения, но чем оно короче, тем больше очков они получают.

После этого начинается вторая фаза игры. Для Катрин, цель игры — убрать с доски  $N - 1$  фигур в порядке  $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$ . Ей предстоит сделать  $N - 1$  ходов. Перед ходом  $i$  Энн сообщает Катрин пару целых чисел  $a, b$  со следующими свойствами:

- $a < b$ ;
- всё ещё есть пара непосредственно соединённых фигур с номерами  $a$  и  $b$ ; и
- либо  $a$ , либо  $b$  являются правильной фигурой  $\ell_i$ , которую нужно убрать на этом ходе.

Обратите внимание, что для Энн соединение  $(a, b)$  однозначно определяется листом  $\ell_i$  в текущем дереве.

Затем Катрин убирает с доски либо  $a$ , либо  $b$ . Если это была правильная фигура, то есть  $\ell_i$ , игра продолжается. В противном случае игра проиграна.

Ваша задача — реализовать стратегии Энн и Катрин так, чтобы они выиграли игру.

Ваша программа будет оцениваться в зависимости от длины сообщения, которое Энн напишет в первой фазе игры.

## Реализация

В этой задаче ваше решение будет запущено на каждом тесте по два раза.

При первом запуске вы должны реализовать стратегию Энн для первой фазы игры. После этого вы должны реализовать стратегию Катрин для второй фазы игры.

Первая строка входных данных содержит два целых числа,  $P$  и  $N$ , где  $P$  — это либо 1, либо 2 (первая или вторая фаза), а  $N$  — количество фигур.

Следующие входные данные зависят от фазы:

### Фаза 1: Энн

После первой строки (описанной выше) следующие  $N - 1$  строк входных данных описывают дерево. Каждая строка содержит два числа,  $a$  и  $b$  ( $0 \leq a < b \leq N - 1$ ), указывающие на соединение между фигурами  $a$  и  $b$ .

Ваша программа должна начинаться с вывода двоичной строки, содержащей не более 1 000 символов, каждый из которых равен 0 или 1, — сообщения, написанного Энн.

Если вы хотите вывести строку длиной 0, выведите пустую строку.

После этого программа должна вывести  $N - 1$  целых чисел  $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$  на отдельных строках, указывающих порядок, в котором Энн хочет удалить листья дерева. Порядок должен быть таким, чтобы при удалении фигур по одной из дерева в этом порядке удаляемая фигура всегда была листом, т.е. дерево всегда должно оставаться связным.

### Фаза 2: Катрин

После первой строки (описанной выше) следующая строка ввода содержит двоичную строку (сообщение Энн) из фазы 1.

После этого пройдет  $N - 1$  раундов взаимодействия, по одному на каждый ход Катрин.

На  $i$ -м ходу ваша программа должна сначала считать два числа,  $a$  и  $b$  ( $0 \leq a < b \leq N - 1$ ). Одна из этих фигур — лист  $\ell_i$  в порядке Энн, а другая фигура — единственная оставшаяся фигура, соединённая с  $\ell_i$ . Затем ваша программа должна вывести  $\ell_i$ , что означает, что Катрин удаляет этот лист. Если ваша программа не выведет правильный лист  $\ell_i$ , девочки проиграют, и ваш ответ будет засчитан как «Wrong Answer».

## Детали

Если *суммарное* времени выполнения двух отдельных запусков вашей программы превысит лимит времени, ваша работа будет оценена как «Time Limit Exceeded».

Обязательно очищайте стандартный вывод после вывода каждой строки, иначе ваша программа может быть оценена как «Time Limit Exceeded».

В Python это происходит автоматически, если вы используете `input()` для чтения строк. В C++ `cout << endl;` очищает буфер и выводит символ новой строки; при использовании `printf` используйте `fflush(stdout);`.

Обратите внимание, что корректное чтение пустой строки может быть сложным. Предоставленные шаблоны корректно обрабатывают этот случай.

## Ограничения и Баллы

- $N = 1\,000$ .
- $0 \leq a < b \leq N - 1$  для всех соединений.

Ваше решение будет протестировано на нескольких подзадачах, каждая из которых оценивается в определенное количество баллов. Каждая подзадача содержит набор тестов. Чтобы получить баллы за подзадачу, ваше решение должно пройти все тесты этой подзадачи.

Подзадача	Максимальный балл	Ограничения
1	8	Дерево представляет собой звезду. То есть все вершины, кроме одного, являются листьями.
2	9	Дерево представляет собой линию. То есть все вершины, за исключением двух листьев, имеют ровно две соседние вершины.
3	21	Дерево представляет собой звезду с отходящими от него линиями. То есть все вершины имеют одну или две соседние вершины, за исключением одной, которая имеет более двух соседних вершин.
4	36	Расстояние между любыми двумя вершинами не превышает 10.
5	26	Нет дополнительных ограничений.

За каждую подзадачу, которую ваша программа решит правильно, вы получите баллы, рассчитанную по следующей формуле:

$$\text{score} = S_g \cdot (1 - 0.3 \cdot \log_{10} \max(K, 1)),$$

где  $S_g$  — максимальный балл для тестовой группы, а  $K$  — максимальная длина сообщения Энн, необходимая для любого теста в подзадаче. **Ваш балл для каждой подзадачи будет округлен до ближайшего целого числа.**

В таблице ниже показано количество баллов для нескольких значений  $K$ , которые ваша программа получит, если решит все подзадачи с этим  $K$ . В частности, чтобы получить 100 баллов, ваше решение должно решить каждый тест с  $K \leq 1$ .

К	1	5	10	50	100	500	1000
Баллы	100	79	70	49	39	20	11

## Testing Tool

Чтобы облегчить тестирование вашего решения, мы предлагаем простой инструмент, который вы можете скачать. См. раздел "attachments" в нижней части Kattis страницы задачи. testing\_tool является необязательным для использования. Обратите внимание, что официальная тестирующая программа на Kattis отличается от этого.

Чтобы использовать инструмент, создайте входной файл, например «sample1.in», который должен начинаться с числа  $N$ , за которым следуют  $N - 1$  строк, описывающих дерево, в том же формате, что и в фазе 1. Например, для примера из условия:

```
7
0 1
1 2
2 3
0 4
0 6
1 5
```

Для программ на языке Python - `solution.py` (обычно запускается как `python3 solution.py`):

```
python3 testing_tool.py python3 solution.py < sample1.in
```

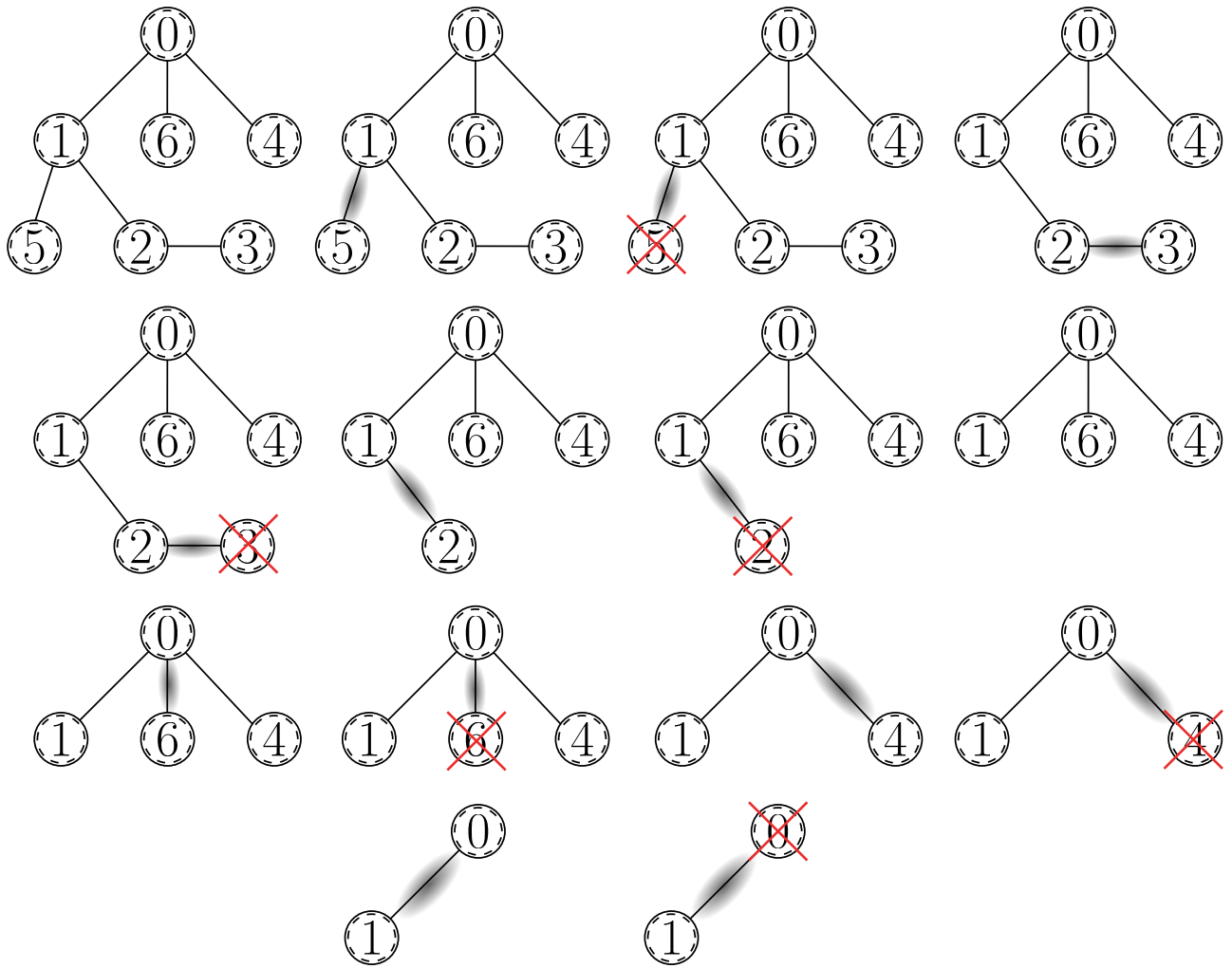
Для C++ программ, сначала скомпилируйте ее (например с помощью `g++ -g -O2 -std=gnu++23 -static solution.cpp -o solution.out`) и затем запустите:

```
python3 testing_tool.py ./solution.out < sample1.in
```

## Пример

Обратите внимание, что в примере в этом разделе для простоты  $N = 7$ , поэтому он не является допустимым тестом. Ваша программа необязательно должна решать этот пример. Во всех проверяющих тестах  $N = 1\,000$ .

В примере Энн дано следующее дерево. На первом этапе Энн считывает дерево, выбирает двоичную строку «0110» для отправки Катрин, а также выбирает порядок  $[\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}] = [5, 3, 2, 6, 4, 0]$ , в котором фигуры должны быть удалены из дерева. На втором этапе Катрин получает строку «0110», отправленную на первом этапе. Затем она получает пару  $(1, 5)$  и решает удалить вершину 5, которая действительно является листом. Для следующего хода она получает пару  $(2, 3)$  и убирает лист 3, и так далее. На следующих рисунках изображены взаимодействия:



grader output	your output
1 7	
0 1	
1 2	
2 3	
0 4	
0 6	
1 5	
	0110
	5
	3
	2
	6
	4
	0

grader output	your output
2 7	
0110	
1 5	
	5
2 3	
	3
1 2	
	2
0 6	
	6
0 4	
	4
0 1	
	0