

Супер Дерево

Вам надано дерево з n вершинами, ідентифікованими індексами $0, \dots, n - 1$. Корінь має індекс 0 . Кожній вершині $i \in \{0, \dots, n - 1\}$ присвоєно ціле число a_i . Нехай f_v буде значенням бітової операції AND (надалі позначається $\&$) значень a_i на простому шляху від вершини v до кореня. (Зверніть увагу, що простий шлях від вершини x до вершини y включає як x , так і y .) Нехай *потужність* дерева буде значенням

$$\sum_{0 \leq u, v < n} f_u \cdot f_v,$$

і нехай *суперпотужність* дерева буде значенням

$$\sum_{0 \leq u < v < n} f_u \cdot f_v.$$

Скажімо, що вершина u належить *піддереву вершини v* , якщо v належить простому шляху від вершини u до кореня. Зверніть увагу, що піддерево вершини x включає саму вершину x .

Вам пропонують виконати q змін до дерева. Кожна зміна описується двома цілими числами, v і x , та вимагає від вас встановити $a_u := a_u \& x$ для кожної вершини u у піддереві вершини v . Після кожної зміни ви повинні виводити потужність і суперпотужність поточного дерева.

Оскільки вихідні значення можуть бути великими, виведіть їх за модулем $10^9 + 7$.

Формат вхідних даних

Перший рядок вхідних даних містить цілі числа n і q .

Другий рядок вхідних даних містить $n - 1$ цілих чисел, а саме p_1, p_2, \dots, p_{n-1} , які визначають структуру дерева. Для кожного $i \in \{1, \dots, n - 1\}$ p_i це індекс батьківської вершини i , гарантується, що $0 \leq p_i < i$.

Третій рядок вхідних даних містить n цілих чисел, а саме a_0, a_1, \dots, a_{n-1} . Це значення, присвоєні вершинам.

Наступні q рядків містять по два цілі числа, v ($0 \leq v < n$) і x . Кожен рядок описує одну зміну до дерева.

Формат вихідних даних

Виведіть $q + 1$ рядків. Кожен рядок має містити два цілих числа, розділених пробілом. У першому рядку виведіть потужність і суперпотужність (по модулю $10^9 + 7$) початкового дерева. У i -му рядку з решти q рядків ($i \in \{1, \dots, q\}$) надрукуйте потужність і суперпотужність (за модулем $10^9 + 7$) дерева після i -ї зміни.

Обмеження

- $1 \leq n, q \leq 10^6$.
- $0 \leq a_i < 2^{60}$ для кожного $i \in \{0, \dots, n - 1\}$.
- $0 \leq x < 2^{60}$ для кожної зміни (v, x) .

Оцінювання

Для кожного тесту, ваше рішення отримає 50% балів, якщо воно надає правильні значення потужності для всіх змін, але підраховує неправильне значення суперпотужності принаймні для однієї зі змін.

Подібним чином, ваше рішення отримає 50% балів, якщо воно надає правильні значення суперпотужності для всіх змін, але підраховує неправильне значення потужності принаймні для однієї зі змін.

Підзавдання

1. (4 бали) $n = 3$.
2. (7 балів) $n, q \leq 700$.
3. (13 балів) $n, q \leq 5000$.
4. (6 балів) $n \leq 10^5$, $p_i = i - 1$ (для кожного $i \in \{1, \dots, n - 1\}$), і $a_i, x < 2^{20}$ (для кожного $i \in \{0, \dots, n - 1\}$ і для кожної зміни (v, x)).
5. (7 балів) $p_i = i - 1$ (для кожного $i \in \{1, \dots, n - 1\}$).
6. (12 балів) $a_i, x < 2^{20}$ (для кожного $i \in \{0, \dots, n - 1\}$ і для кожної зміни (v, x)).
7. (14 балів) $n \leq 10^5$.
8. (11 балів) $n \leq 5 \cdot 10^5$.
9. (26 балів) Без додаткових обмежень.

Приклад тесту 1

Приклад вхідних даних

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

Приклад вихідних даних

```
196 61
169 50
81 14
25 6
```

Пояснення

Спочатку маємо

$$f_0 = 7, f_1 = 7 \& 3 = 3, f_2 = 7 \& 4 = 4.$$

Отже, потужність дерева дорівнює

$$\begin{aligned} f_0 \cdot f_0 + f_0 \cdot f_1 + f_0 \cdot f_2 + f_1 \cdot f_0 + f_1 \cdot f_1 + f_1 \cdot f_2 + f_2 \cdot f_0 + f_2 \cdot f_1 + f_2 \cdot f_2 = \\ = 7 \cdot 7 + 7 \cdot 3 + 7 \cdot 4 + 3 \cdot 7 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 4 + 4 \cdot 7 + 4 \cdot 3 + 4 \cdot 4 = 196. \end{aligned}$$

Суперпотужність дорівнює

$$f_0 \cdot f_1 + f_0 \cdot f_2 + f_1 \cdot f_2 = 7 \cdot 3 + 7 \cdot 4 + 3 \cdot 4 = 61.$$

Після першої зміни:

$$a_0 = 7, a_1 = 3 \& 6 = 2, a_2 = 4;$$

$$f_0 = 7, f_1 = 2, f_2 = 4.$$

Після другої зміни:

$$a_0 = 7, a_1 = 2, a_2 = 4 \& 2 = 0;$$

$$f_0 = 7, f_1 = 2, f_2 = 0.$$

Після третьої зміни:

$$a_0 = 7 \& 3 = 3, \ a_1 = 2 \& 3 = 2, \ a_2 = 0 \& 3 = 0;$$

$$f_0 = 3, \ f_1 = 2, \ f_2 = 0.$$

Приклад тесту 2

Приклад вхідних даних

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

Приклад вихідних даних

```
256 84
144 36
16 4
```

Пояснення

Спочатку ми маємо

$$f_0 = 6, \ f_1 = 6 \& 5 = 4, \ f_2 = 6 \& 6 = 6, \ f_3 = 2 \& 5 \& 6 = 0.$$

Після першої зміни:

$$a_0 = 6, \ a_1 = 5 \& 2 = 0, \ a_2 = 6, \ a_3 = 2 \& 2 = 2;$$

$$f_0 = 6, \ f_1 = 0, \ f_2 = 6, \ f_3 = 2 \& 0 = 0.$$

Після другої зміни:

$$a_0 = 7, \ a_1 = 2, \ a_2 = 4 \& 2 = 0;$$

$$f_0 = 7, \ f_1 = 2, \ f_2 = 0.$$

Приклад тесту 3

Приклад вхідних даних

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

Приклад вихідних даних

```
900 367
784 311
576 223
256 83
```