

# Super stablo

Dato vam je ukorijenjeno stablo sa  $n$  čvorova, koji su identificirani indeksima  $0, \dots, n - 1$ . Korijen ima indeks 0. Za svako  $i \in \{0, \dots, n - 1\}$ , čvoru  $i$  (t.j. čvoru sa indeksom  $i$ ) je dodijeljen cijeli broj  $a_i$ . Definišimo  $f_v$  kao bitwise AND (nadalje označavan kao  $\&$ ) svih vrijednosti  $a_i$  na najkraćem putu od čvora  $v$  do korijena. (Imajte na umu da najkraći put od nekog čvora  $x$  do nekog čvora  $y$  sadrži i  $x$  i  $y$ .) Definišimo *jačinu* stabla kao

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

i definišimo *superjačinu* stabla kao (primijetite da joj je drugačiji raspon)

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

Za pojašnjenje, pogledajte objašnjenja testnih slučajeva na kraju dokumenta.

Reći ćemo da čvor  $u$  pripada *podstablu* čvora  $v$  ako se  $v$  nalazi u najkraćem putu od čvora  $u$  do korijena. Imajte na umu da se u podstablu čvora  $x$  nalazi i sam čvor  $x$ .

Dobit ćete  $q$  update-a. Svaki update je opisan s dva cijela broja,  $v$  i  $x$ , i zahtijeva od vas da postavite  $a_u := a_u \& x$  za svaki čvor  $u$  u podstablu čvora  $v$ . Nakon svakog upita trebete ispisati moć i supermoć trenutnog stabla.

Kako izlazne vrijednosti mogu biti velike, ispišite ih modulo  $10^9 + 7$ .

## Ulaz

Prva linija ulaza se sastoji od cijelih brojeva  $n$  i  $q$ .

Druga linija ulaza se sastoji od  $n - 1$  cijelih brojeva, naime  $p_1, p_2, \dots, p_{n-1}$ , koji određuju strukturu stabla. Za svako  $i \in \{1, \dots, n - 1\}$ ,  $p_i$  je indeks roditalja čvora  $i$ , and it holds that  $0 \leq p_i < i$ .

Treća linija ulaza sadrži  $n$  cijelih brojeva, naime  $a_0, a_1, \dots, a_{n-1}$ . Ovo su vrijednosti dodjeljene čvorovima.

Svaki od sljedećih  $q$  linija sadrži dva cijela broja,  $v$  ( $0 \leq v < n$ ) i  $x$ . Ovi cijeli brojevi odeđuju pojedinačna ažuriranja.

## Izlaz

Treba ispisati  $q + 1$  linija. Svaka linija treba sadržiti dva cijela broja razdvojena razmakom. U prvoj liniji treba ispisati moć i supermoć (modulo  $10^9 + 7$ ) početnog stabla. U  $i$ -oj liniji od sljedećih  $q$  linija ( $i \in \{1, \dots, q\}$ ) treba ispisati moć i supermoć (modulo  $10^9 + 7$ ) stabla nakon  $i$ -tog update-a.

## Ulazne granice

- $1 \leq n, q \leq 10^6$ .
- $0 \leq a_i < 2^{60}$  za svaki  $i \in \{0, \dots, n - 1\}$ .
- $0 \leq x < 2^{60}$  za svako ažuriranje  $(v, x)$ .

## Bodovanje

Za određeni testni slučaj, vaše rješenje će dobiti 50% bodova ako ispravno izračuna sve vrijednosti moći, ali netočno izračuna barem jednu vrijednost supermoći za taj testni slučaj.

Isto tako, 50% bodova za određeni testni slučaj će biti dodijeljeno rješenju koje ispravno izračuna sve vrijednosti supermoći u tom testnom slučaju, ali netočno izračuna bar jednu vrijednost moći.

## Podzadaci

1. (4 poena)  $n = 3$ .
2. (7 poena)  $n, q \leq 700$ .
3. (13 poena)  $n, q \leq 5000$ .
4. (6 poena)  $n \leq 10^5$ ,  $p_i = i - 1$  (za svako  $i \in \{1, \dots, n - 1\}$ ), i  $a_i, x < 2^{20}$  (za svako  $i \in \{0, \dots, n - 1\}$  i za svaki update  $(v, x)$ ).
5. (7 poena)  $p_i = i - 1$  (za svako  $i \in \{1, \dots, n - 1\}$ ).
6. (12 poena)  $a_i, x < 2^{20}$  (za svako  $i \in \{0, \dots, n - 1\}$  i za svaki update  $(v, x)$ ).
7. (14 poena)  $n \leq 10^5$ .
8. (11 poena)  $n \leq 5 \cdot 10^5$ .
9. (26 poena) Nema dodatnih ograničenja.

# Primjer testnog slučaja 1

## Ulaz

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

## Izlaz

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

## Objašnjenje

Na početku imamo

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

Dakle, moć stabla iznosi

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

Supermoć iznosi

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

Nakon provog update-a:

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

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

Nakon drugog update-a:

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

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

Nakon trećeg update-a:

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

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

## Primjer testnog slučaja 2

Ulaz

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

Izlaz

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

## Objašnjenje

Na početku imamo

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

Nakon prvog update-a:

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

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

Nakon drugog update-a:

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

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

## Primjer testnog slučaja 3

### Ulaz

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

### Izlaz

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