Υπερ-δέντρο

Σας δίνεται ένα ριζωμένο δέντρο με n κόμβους με δείκτες 0, …, $n-1$. Η ρίζα έχει δείκτη 0. Για κάθε $i \in \{0, \ldots, n-1\}$, στον κόμβο i (δηλαδή στον κόμβο με δείκτη i) έχει ανατεθεί ένας ακέραιος a_i. Έστω f_v η τιμή του λογικού AND (στο εξής συμβολιζόμενο με $\&$) των τιμών a_i στο απλό μονομάτι από τον κόμβο v προς τη ρίζα. (Σημειώστε πως το απλό μονοπάτι από έναν κόμβο x προς ένα κόμβο y περιλαμβάνει και τον x και τον y.) Έστω η *δύναμη* του δέντρου η τιμή του

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

και η *υπερ-δύναμη* του δέντρου (προσέξτε τις διαφορές στα διαστήματα) η τιμή του

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

Για ένα διευκρινιστικό παράδειγμα, ανατρέξτε στην επεξήγηση των ενδεικτικών αρχείων ελέγχου παρακάτω.

Θα λέμε ότι ένας κόμβος u ανήκει στο *υπόδεντρο ενός κόμβου* v εαν ο v ανήκει στο απλό μονοπάτι από τον κόμβο u προς την ρίζα. Σημειώστε πως το υποδέντρο ενός κόμβου x περιλαμβάνει τον κόμβο x.

Σας δίνονται q αλλαγές. Κάθε αλλαγή περιγράφεται από δύο αριθμούς v και x. Σας ζητείται να θέσετε $a_u := a_u \,\&\, x$ για κάθε κόμβο u στο υπόδεντρο του κόμβου v. Μετά από κάθε αλλαγή πρέπει να εκτυπώσετε τη δύναμη και την υπερδύναμη του τρέχοντος δέντρου.

Καθώς οι απαντήσεις μπορεί να είναι πολύ μεγάλες, εκτυπώστε το υπόλοιπο της διαίρεσης τους με τον αριθμό $10^9 + 7$.

Μορφή εισόδου

Η πρώτη γραμμή της εισόδου περιέχει τους αριθμούς n και q.

Η δεύτερη γραμμή της εισόδου περιέχει $n-1$ ακέραιους αριθμούς p_1, p_2, …, p_{n-1}, που υποδεικνύουν τη δομή του δέντρου. Για κάθε $i \in \{1, \ldots, n-1\}$, p_i είναι ο δείκτης του πατέρα του κόμβου i και θα ισχύει ότι $0 \leq p_i < i$.

Η τρίτη γραμμή της εισόδου περιέχει n ακέραιους αριθμούς a_0, a_1, …, $a_{n-1}. Αυτές οι τιμές ανατίθενται στους κόμβους.

Κάθε μία από τις επόμενες q γραμμές περιέχουν δύο ακέραιους αριθμούς, v $(0 \leq v < n)$ και x. Αυτοί οι αριθμοί καθορίζουν τις αλλαγές.

Μορφή εξόδου

Εκτυπώστε $q+1$ γραμμές. Κάθε γραμμή πρέπει να περιέχει δύο ακέραιους αριθμούς που χωρίζονται με κενό. Στην πρώτη γραμμή, εκτυπώστε τη δύναμη και την υπερδύναμη (το υπόλοιπο της διαίρεσης τους με τον αριθμό 10^9+7) του αρχικού δέντρου. Στην i-οστή γραμμή των υπόλοιπων q γραμμών ($i \in \{1, \ldots, q\}$), εκτυπώστε τη δύναμη και την υπερδύναμη (το υπόλοιπο της διαίρεσης τους με τον αριθμό 10^9+7) του δέντρου μετά την i-οστή αλλαγή.

Όρια εισόδου

- $1 \leq n, q \leq 10^6$.
- $0 \leq a_i < 2^{60}$ για κάθε $i \in \{0, \ldots, n-1\}$.
- $0 \leq x < 2^{60}$ για κάθε αλλαγή (v, x).

Βαθμολογία

Για ένα δεδομένο αρχείο ελέγχου, η λύση σας θα λάβει 50% της βαθμολογίας αν παρέχει σωστές τιμές δύναμης για όλες τις αλλαγές σε αυτό το αρχείο ελέγχου, αλλά δίνει λανθασμένη τιμή υπερδύναμης για τουλάχιστον μια αλλαγή.

Παρομοίως, 50% της βαθμολογίας για ένα δεδομένο αρχείο ελέγχου θα δοθεί σε μια λύση που υπολογίζει σωστά τις τιμές υπερδύναμης για όλες τις ενημερώσεις στο εν λόγω αρχείο ελέγχου, αλλά παρέχει λανθασμένη τιμή δύναμης για τουλάχιστον μια αλλαγή.

Υποπροβλήματα

1. (4 πόντους) $n = 3$.
2. (7 πόντους) $n, q \leq 700$.
3. (13 πόντους) $n, q \leq 5000$.
4. (6 πόντους) $n \leq 10^5$, $p_i = i - 1$ (για κάθε $i \in \{1, \ldots, n-1\}$), και $a_i, x < 2^{20}$ (για κάθε $i \in \{0, \ldots, n-1\}$ και για κάθε αλλαγή (v, x)).
5. (7 πόντους) $p_i = i - 1$ (για κάθε $i \in \{1, \ldots, n-1\}$).
6. (12 πόντους) $a_i, x < 2^{20}$ (για κάθε $i \in \{0, \ldots, n-1\}$ και για κάθε αλλαγή (v, x)).
7. (14 πόντους) $n \leq 10^5$.
8. (11 πόντους) $n \leq 5 \cdot 10^5$.
9. (26 πόντους) Χωρίς επιπλέον περιορισμούς.

Ενδεικτικό αρχείο ελέγχου 1

Είσοδος

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

Έξοδος

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

Επεξήγηση

Αρχικά, έχουμε

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

Επομένως, η δύναμη του δέντρου είναι ίση με

$$f_0 \cdot f_0 + f_0 \cdot f_1 + f_0 \cdot f_2 + f_1 \cdot f_0 + f_1 \cdot f_1 + f_1 \cdot f_2 + f_2 \cdot f_0 + f_2 \cdot f_1 + f_2 \cdot f_2 =$$

$$= 7 \cdot 7 + 7 \cdot 3 + 7 \cdot 4 + 3 \cdot 7 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 4 + 4 \cdot 7 + 4 \cdot 3 + 4 \cdot 4 = 196.$$

Η υπερδύναμη είναι ίση με

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

Μετά την πρώτη αλλαγή:

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

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

Μετά τη δεύτερη αλλαγή:

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

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

Μετά τη τρίτη αλλαγή:

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

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

Ενδεικτικό αρχείο ελέγχου 2

Είσοδος

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

Έξοδος

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

Επεξήγηση

Αρχικά, έχουμε

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

Μετά την πρώτη αλλαγή:

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

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

Μετά τη δεύτερη αλλαγή:

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

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

Ενδεικτικό αρχείο ελέγχου 3

Είσοδος

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

Έξοδος

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