

## B. Σκοτεινή διαδρομή (Dark Ride)

Όνομα Προβλήματος	Σκοτεινή Διαδρομή
Χρονικό Όριο	1 δευτερόλεπτο
Όριο Μνήμης	1 gigabyte

Η Έρικα πρόσφατα έπιασε καλοκαιρινή δουλειά στο λούνα παρκ Νησί της Φαντασίας, κοντά στη Βόννη. Την προσέλαβαν για να ελέγχει τα φώτα στα σκοτεινά δωμάτια από τα οποία περνάει ένα τρενάκι.

Η διαδρομή περνάει από  $N$  δωμάτια, αριθμημένα από  $0$  έως  $N - 1$ . Τα δωμάτια διασχίζονται με τη σειρά, ξεκινώντας από το δωμάτιο  $0$  και καταλήγοντας στο δωμάτιο  $N - 1$ . Τα φώτα στα δωμάτια ελέγχονται από  $N$  διακόπτες (επίσης αριθμημένους από  $0$  έως  $N - 1$ ), έναν για κάθε δωμάτιο. Ο διακόπτης  $s$  (όπου  $0 \leq s < N$ ) ελέγχει το φως στο δωμάτιο  $p_s$ .

Το αφεντικό της Έρικα της ζήτησε να ανάψει τα φώτα στο πρώτο και στο τελευταίο δωμάτιο και να τα σβήσει σε όλα τα άλλα δωμάτια. Ακούγεται εύκολο, σωστά; Απλά πρέπει να ανάψει τους δύο διακόπτες  $A$  και  $B$  έτσι ώστε  $p_A = 0$  και  $p_B = N - 1$  (ή  $p_B = 0$  και  $p_A = N - 1$ ). Δυστυχώς, η Έρικα ήταν αφηρημένη όταν της περιέγραφε τους διακόπτες το αφεντικό της και **δεν θυμάται τον πίνακα  $p$  - δηλαδή, ποιος διακόπτης ελέγχει ποιο δωμάτιο.**

Η Έρικα πρέπει να βρει την άκρη πριν αντιληφθεί το αφεντικό της το πρόβλημα. Πριν την έναρξη κάθε διαδρομής, η Έρικα σβήνει όλα τα φώτα και μπορεί να ενεργοποιήσει ένα υποσύνολο των διακοπών. Καθώς το τρενάκι περνά από δωμάτιο σε δωμάτιο, κάθε φορά που πηγαίνει από ένα φωτισμένο δωμάτιο σε ένα σκοτεινό δωμάτιο ή αντίστροφα, η Έρικα θα ακούει τους επιβάτες να ουρλιάζουν από ενθουσιασμό. Η ταχύτητα της διαδρομής μπορεί να ποικίλλει, επομένως η Έρικα δεν μπορεί να συμπεράνει άμεσα ποια δωμάτια είναι φωτισμένα, αλλά τουλάχιστον θα ακούει τον αριθμό των κραυγών. Δηλαδή, θα μάθει πόσες φορές η διαδρομή περνάει από φωτισμένο σε σκοτεινό δωμάτιο ή από σκοτεινό σε φωτισμένο δωμάτιο.

Μπορείτε να βοηθήσετε την Έρικα να καταλάβει ποιοι δύο διακόπτες ελέγχουν τα φώτα για το πρώτο και το τελευταίο δωμάτιο πριν την αντιληφθεί το αφεντικό της; Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το πολύ 30 διαδρομές.

# Αλληλεπίδραση

Αυτό είναι ένα διαδραστικό πρόβλημα.

- Το πρόγραμμά σας θα πρέπει να ξεκινήσει διαβάζοντας μια γραμμή με έναν ακέραιο αριθμό  $N$ : το πλήθος των δωματίων στη σκοτεινή διαδρομή.
- Στη συνέχεια, το πρόγραμμά σας θα πρέπει να αλληλεπιδράσει με τον βαθμολογητή. Για να ξεκινήσετε μια διαδρομή, θα πρέπει να εκτυπώσετε μια γραμμή που ξεκινά με ένα ερωτηματικό " ? ", και στη συνέχεια μια συμβολοσειρά μήκους  $N$  που αποτελείται από 0 (σβηστό) και 1 (αναμμένο), υποδεικνύοντας τον τρόπο με τον οποίο ρυθμίζετε τους  $N$  διακόπτες. Στη συνέχεια, το πρόγραμμά σας θα πρέπει να διαβάσει έναν μόνο ακέραιο αριθμό  $\ell$  ( $0 \leq \ell < N$ ), πόσες φορές η Έρικα ακούσε τους επιβάτες να ουρλιάζουν.
- Όταν θέλετε να απαντήσετε, εκτυπώστε μια γραμμή με ένα θαυμαστικό " ! ", ακολουθούμενη από δύο ακέραιους αριθμούς  $A$  και  $B$  ( $0 \leq A, B < N$ ). Για να γίνει δεκτή η απάντησή σας, αυτοί πρέπει να είναι οι δείκτες των διακοπών που ελέγχουν τα δύο ακραία δωμάτια, με οποιαδήποτε σειρά. Μετά από αυτό, το πρόγραμμά σας θα πρέπει να τερματίσει.

Ο βαθμολογητής είναι μη προσαρμοστικός (non-adaptive), που σημαίνει ότι ο κρυφός πίνακας  $p$  καθορίζεται πριν ξεκινήσει η αλληλεπίδραση.

Βεβαιωθείτε ότι έχετε αδειάσει (flush) την τυπική έξοδο μετά την εκτέλεση κάθε διαδρομής, διαφορετικά το πρόγραμμά σας ενδέχεται να κριθεί ως Υπέρβαση Χρονικού Ορίου (Time Limit Exceeded). Στην Python, αυτό συμβαίνει αυτόματα μόλις χρησιμοποιείτε την εντολή `input()` για να διαβάσετε μια γραμμή. Στη C++, η εντολή `cout << endl;` εκτός από την εκτύπωση μιας νέας γραμμής εκτελεί και το άδειασμα (flush) της τυπικής εξόδου. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείτε την εντολή `printf` για εκτύπωση, τότε για το άδειασμα της τυπικής εξόδου κάντε χρήση της εντολής `fflush(stdout)`.

## Περιορισμοί και Βαθμολογία

- $3 \leq N \leq 30\,000$ .
- Μπορείτε να εκτελέσετε το πολύ 30 διαδρομές (η εκτύπωση της τελικής απάντησης δεν μετράει ως διαδρομή). Εάν υπερβείτε αυτό το όριο, θα λάβετε το μήνυμα «Λάθος απάντηση (Wrong Answer)».

Η λύση σας θα δοκιμαστεί σε ένα σύνολο ομάδων δοκιμών (test groups), καθεμία από τις οποίες θα έχει έναν αριθμό πόντων. Κάθε ομάδα δοκιμών περιέχει ένα σύνολο περιπτώσεων δοκιμών (test cases). Για να λάβετε τους πόντους για μια ομάδα δοκιμών, πρέπει να λύσετε όλες τις περιπτώσεις δοκιμών στην ομάδα δοκιμών.

Ομάδα	Βαθμολογία	Όρια
1	9	$N = 3$
2	15	$N \leq 30$
3	17	$p_0 = 0$ , δηλαδή, ο διακόπτης 0 ελέγχει το δωμάτιο 0
4	16	ο $N$ είναι άρτιος και ο ένας από τους διακόπτες των ακριανών δωματίων βρίσκεται στο πρώτο μισό ( $0 \leq A < \frac{N}{2}$ ) και ο άλλος στο δεύτερο μισό ( $\frac{N}{2} \leq B < N$ )
5	14	$N \leq 1000$
6	29	Χωρίς πρόσθετους περιορισμούς

## Εργαλείο δοκιμής (Testing Tool)

Για να διευκολύνουμε τον έλεγχο της λύσης σας, σας παρέχουμε ένα απλό εργαλείο που μπορείτε να κατεβάσετε. Δείτε τα «συνημμένα» στο κάτω μέρος της σελίδας προβλημάτων του Kattis. Η χρήση του εργαλείου είναι προαιρετική. Σημειώστε ότι ο επίσημος βαθμολογητής του Kattis διαφέρει από το παρεχόμενο εργαλείο δοκιμών.

Για να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο, δημιουργήστε ένα αρχείο εισόδου, όπως το "sample1.in", το οποίο θα πρέπει να ξεκινά με έναν αριθμό  $N$  ακολουθούμενο από μια γραμμή με  $p_0, p_1, \dots, p_{N-1}$  που καθορίζει την κρυφή μετάθεση (permutation). Για παράδειγμα:

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

Για προγράμματα Python, έστω `solution.py` (κανονικά εκτελείται ως `pypy3 solution.py` ), εκτελέστε:

```
python3 testing_tool.py pypy3 solution.py < sample1.in
```

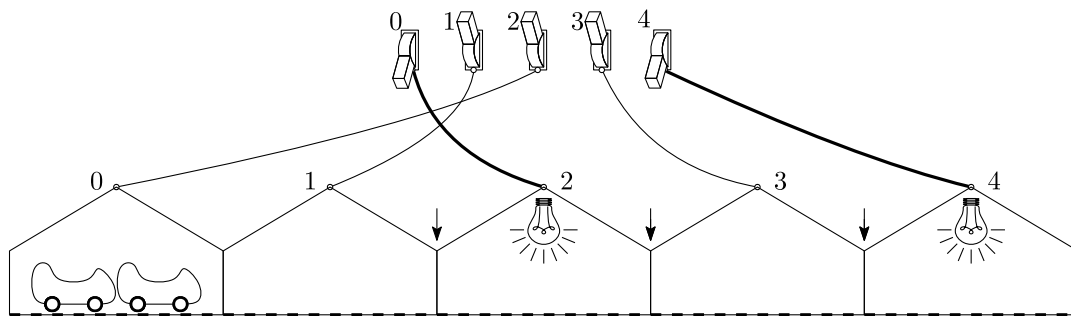
Για προγράμματα C++, πρώτα κάντε μεταγλώττιση (π.χ. με `g++ -g -O2 -std=gnu++23 -static solution.cpp -o solution.out` ) και μετά εκτελέστε:

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

## Παράδειγμα

Στο πρώτο δείγμα, η κρυφή μετάθεση είναι  $[p_0, p_1, p_2, p_3, p_4] = [2, 1, 0, 3, 4]$  . Αυτό ικανοποιεί τους περιορισμούς των ομάδων δοκιμών 2, 5 και 6. Αρχικά, το πρόγραμμα διαβάζει τον ακέραιο

αριθμό  $N = 5$ . Στη συνέχεια, το πρόγραμμα ζητά μια διαδρομή με αναμμένους δύο διακόπτες: το διακόπτη 4 και το διακόπτη 0, οι οποίοι ελέγχουν τα δωμάτια  $p_4 = 4$  και  $p_0 = 2$ ; δείτε την παρακάτω εικόνα. Η Έρικα ακούει 3 κραυγές (απεικονίζονται με βέλη στο σχήμα): πρώτα όταν το τρενάκι περνάει από το σκοτεινό δωμάτιο 1 στο φωτεινό δωμάτιο 2; δεύτερον από το φωτεινό δωμάτιο 2 στο σκοτεινό δωμάτιο 3; και τρίτον όταν περνάει από το σκοτεινό δωμάτιο 3 στο φωτεινό δωμάτιο 4. Το πρόγραμμα στη συνέχεια ζητά μια άλλη διαδρομή όπου τα δωμάτια  $p_0, p_2$ , και  $p_3$  είναι φωτισμένα, κάνοντας την Έρικα να ακούσει 3 κραυγές. Τέλος, το πρόγραμμα απαντά με  $A = 2$  και  $B = 4$ , κάτι που είναι πράγματι σωστό καθώς αυτά ελέγχουν το πρώτο και το τελευταίο δωμάτιο ( $p_2 = 0$  και  $p_4 = 4$ ). Σημειώστε ότι  $A = 4$  και  $B = 2$  θα ήταν επίσης μια σωστή απάντηση.



Στο δεύτερο δείγμα, η κρυφή μετάθεση είναι  $[p_0, p_1, p_2] = [2, 0, 1]$ . Αυτό ικανοποιεί τους περιορισμούς των ομάδων δοκιμών 1, 2, 5 και 6. Το πρόγραμμα ζητά μια διαδρομή όπου και οι τρεις διακόπτες είναι αναμμένοι. Δεδομένου ότι αυτό σημαίνει ότι όλα τα δωμάτια είναι φωτισμένα, η Έρικα δεν θα ακούσει κραυγές. Στη δεύτερη διαδρομή, οι διακόπτες 1 και 0 είναι αναμμένοι, με αποτέλεσμα τα δωμάτια  $p_1 = 0$  και  $p_0 = 2$  να είναι φωτισμένα, ενώ το δωμάτιο 1 είναι σκοτεινό. Η Έρικα ακούει δύο κραυγές: όταν η διαδρομή πηγαίνει από το δωμάτιο 0 (φωτισμένο) στο δωμάτιο 1 (σκοτεινό) και από το δωμάτιο 1 (σκοτεινό) στο δωμάτιο 2 (φωτισμένο). Στην τελευταία διαδρομή, κανένας διακόπτης δεν είναι αναμμένος, πράγμα που σημαίνει ότι και τα τρία δωμάτια είναι σκοτεινά και πάλι ότι η Έρικα δεν ακούει κραυγές. Το πρόγραμμα απαντά στη συνέχεια με τους διακόπτες 1 και 0, οι οποίοι πράγματι ελέγχουν το πρώτο και το τελευταίο δωμάτιο. Τόσο το " ! 0 1 " όσο και το " ! 1 0 " είναι αποδεκτές απαντήσεις.

Στο τρίτο δείγμα, η κρυφή μετάθεση είναι  $[p_0, p_1, p_2, p_3] = [0, 1, 2, 3]$ . Αυτό ικανοποιεί τους περιορισμούς των ομάδων δοκιμών 2, 3, 4, 5 και 6. Σημειώστε ότι η συγκεκριμένη απάντηση που δόθηκε μετά από την εκτέλεση μιας διαδρομής, έτυχε να μαντέψει σωστά και ότι με μια διαδρομή δεν είναι πάντα εφικτό να βρούμε τη σωστή απάντηση.

### Πρώτο Δείγμα

έξοδος βαθμολογητή	η δική σας έξοδος
5	
	? 10001
3	
	? 10110
3	
	! 2 4

### Δεύτερο Δείγμα

έξοδος βαθμολογητή	η δική σας έξοδος
3	
	? 111
0	
	? 110
2	
	? 000
0	
	! 1 0

### Τρίτο Δείγμα

έξοδος βαθμολογητή	η δική σας έξοδος
4	
	? 1010
3	
	! 0 3